

24129



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**REPARACION Y MANTENIMIENTO A
POZOS GEOTERMICOS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO PETROLERO

P R E S E N T A :

JORGE HOMERO MENDOZA ESQUIVEL



CIUDAD UNIVERSITARIA, D. F.

1 9 8 7



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 está 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.

I N T R O D U C C I O N

El presente trabajo se ha elaborado con la finalidad de orientar e informar detalladamente sobre todos los aspectos concernientes a problemas mecánicos en los pozos durante la perforación y/o producción, que a nivel geotermia se han presentado en los campos de México. Se ha partido de las experiencias más críticas y representativas hasta el momento y se ha llegado a la conclusión de que los problemas en los pozos pueden abatirse considerablemente, elaborando programas de mantenimiento intensivo para cada uno, que como se observará, poseen características bien distintas entre ellos, de acuerdo con la ubicación del campo de que se trate. La programación de operaciones de mantenimiento a pozos detectará oportunamente alguna anomalía, y evite más adelante una reparación mayor que implicará altos costos por concepto de mano de obra, herramientas especiales, materiales y también el riesgo de que el pozo sufra daños mecánicos severos, los cuales no puedan ser reparados confiablemente y se tenga que abandonar el pozo, perdiéndose la inversión totalmente.

Es importante expresar que siendo la perforación

geotérmica tan reciente y consecuentemente el mantenimiento y reparación de los pozos; existen a la fecha, grandes limitaciones para la utilización de las herramientas, acceso -- rios y materiales para la intervención existentes, debido -- a que todos han sido diseñados para laborar en condiciones -- muy diferentes a las encontradas en geotermia (alta temperatura, corrosión, incrustación, presencia de gas, etc.) -- lo que siempre durante las operaciones su uso puede provo -- car un riesgo inminente de falla o algún problema más crítico al transcurrir el tiempo. Por tal motivo se exponen en -- este trabajo, las recomendaciones, observaciones y experiencias de operación, con la finalidad de hacer las consideraciones técnicas adecuadas evitando así posibles riesgos posteriores.

CAPITULO I

CONDICIONES Y COMPORTAMIENTOS QUE ORIGINAN REPARACIONES

CONDICIONES Y COMPORTAMIENTOS QUE ORIGINAN REPARACIONES

Durante las diferentes etapas de perforación de los pozos geotérmicos, hubo algunos que sufrieron severos -- descontrol, que en ciertos casos particulares, provocaron -- daños mecánicos a las tuberías de revestimiento ya cementa -- das. Estas anomalías después de algunas intervenciones se -- controlaron satisfactoriamente y los pozos se concluyeron de acuerdo a los programas contemplados, pero en otros casos, -- con motivo de que las zonas de producción presentaban alta -- presión y temperatura, estando localizadas muy superficial -- mente; una vez bajo control, se optó por taponarlos y abando -- narlos.

Como resultado de todas las experiencias y esta -- dísticas en los campos geotérmicos de México, se pueden es -- tablecer 3 tipos de daños a los pozos a saber:

DURANTE LA ETAPA DE PERFORACION
DURANTE LA ETAPA DE TERMINACION
DURANTE LA ETAPA DE PRODUCCION.

DANOS DURANTE LA PERFORACION.

Hay ocasiones en que al estar perforando un pozo, éste dá muestras de un comportamiento irregular o anormal -- que se manifiesta en superficie, como puede ser en el lodo -- de perforación, siendo éstas; incorporación de gases sulfhídrico y carbónico, e indicio de zona de alta presión; tam -- bién existe la contaminación por asociación de diversos flui -- dos hidrotermales con altos índices de sílice y boro que au -- nados a las elevadas temperaturas marcan una zona descubier -- ta inestable y de riesgo, la cual debe probarse y evaluarse, si no, ser aislada adecuadamente para poder así continuar -- con la etapa de perforación; de lo contrario puede presentar -- se un brote que alterará considerablemente las condiciones -- originales de estabilidad del agujero descubierto, ocasionan -- do posteriormente que al efectuar la cementación de la tube -- ría de revestimiento correspondiente, el cemento se altere -- degradándose, no fraguado o perdiéndose en zonas debilitadas, quedando intervalos de tuberías libres en contacto con la -- formación, sin la protección del cemento, creándose zonas de agua entrampada irreducible, que una vez concluída la etapa -- y por influencia súbita de las altas temperaturas y presio -- nes propias del pozo, ocasionarán colapsos, agrietamientos -- y canalizaciones provocadas por diversos fluidos en el --

cemento hasta la superficie, etc.

Debe tenerse especial precaución en el manejo de las tuberías, las que se inspeccionarán visual y físicamente con calibradores de diámetros antes de proceder a su colocación dentro del agujero, no emplear soldaduras o efectuarles calentamientos para instalarles los accesorios de flotación, ya que este procedimiento ocasionará la alteración en la constitución de los materiales y aleaciones propiciándose posteriormente ataque químico, galvánico, corrosión severa, etc.

Durante la perforación se atraviesan intervalos de material hidratable y/o deleznable; estas zonas deberán trabajarse adecuadamente, para evitar reducciones del diámetro original del agujero, que posteriormente al efectuar la corrida de la tubería de revestimiento ocasionan fricciones o resistencias de la misma, también en el momento de efectuar la cementación se provoquen represiones en todas estas zonas, que aunadas a la presión de bombeo y/o desplazamiento, a la densidad del lodo y/o lechada motiven pérdidas de volúmenes de lechadas como ya se indicó antes. Una vez que el pozo manifiesta temperatura, la sarta de revestimiento cementada irregularmente crecerá provocando colapsos, despren-

dimientos, agrietamientos, fallas en coples, zapatas, etc. - En el caso en que la tubería sufriera un colapso, ésta deberá de trabajarse cuidadosamente empleando roladores para tubería de revestimiento de diferentes diámetros después que se haya comprobado la severidad del caso, para que lleguen a conformar el diámetro original, pero existirá dependiendo de la intensidad del daño, el que parte de esa tubería se desprenda o fisure quedando agujero descubierto con cemento, -- por lo que se procederá a inyectar en esa zona, cemento modificado a alta presión para proteger a la tubería que quedó y obturar las canalizaciones que se hayan propiciado, procediendo a efectuar las pruebas hidrostáticas en esos intervalos para comprobar los resultados.

DAÑOS DURANTE LA TERMINACION.

Una vez terminado un pozo, transcurre un tiempo considerable, quedando éste cerrado y en observación, antes de ser programado para evaluarse o ponerse en producción; durante este período se manifiestan ciertas características, - las cuales se reflejan en superficie mediante dispositivos - que están instalados en el árbol geotérmico de producción, -- como son: manómetro, purgas, referencias para observar el --

crecimiento del árbol. Estas características, que son la temperatura y la presión, las cuales actúan a todo lo largo de la sarta de revestimiento, deberán de considerarse, ya que cuando el pozo está cerrado o estrangulado los parámetros -- permanecen estáticos, pero cuando se procede a la apertura parcial o total del pozo, ésta deberá efectuarse con extremo cuidado y lentamente; permitiendo que la tubería no sufra esfuerzos mecánicos bruscos, ya que inicialmente el pozo cabecea arrojando diversos materiales propios del agujero o de la perforación, creando ésto variaciones en la presión interna como serían vibraciones y resonancias.

Durante la última etapa de perforación, cuando el pozo registra presión anormal aunada a muy alta temperatura se tendrán precauciones para que ya bajo el control de las instalaciones superficiales, se bombee o inyecte agua para abatir la presión; pero ésto se hará también a un régimen bajo; ésto es que sean introducidos volúmenes mínimos en periodos amplios de tiempo hasta que se normalice el problema, esta misma precaución, deberá tomarse cuando se tenga que intervenir el pozo para una reparación o algún cambio de los elementos del árbol geotérmico, etc., y observando todas las manifestaciones que se produzcan con este efecto.

En algunos pozos ha sido necesario proceder a inducirlos artificialmente, arrojando por gravedad barras de material espumante que aligere el nivel estático; a continuación se inyecta aire al interior del pozo, hasta alcanzar -- una presión menor que la que recomienda el fabricante de -- T.R. o de elementos que conforman el árbol, una vez alcanzada la presión, ésta se abate bruscamente en repetidas ocasiones; hasta que el pozo fluye; pero el riesgo de este medio de inducción, puede ser crítico en el caso de que al fluir, las tuberías por efecto de temperatura se calienten bruscamente y hayan existido problemas de pérdidas o abatimientos de niveles durante las cementaciones.

DAÑOS DURANTE LA ETAPA DE PRODUCCION.

Se considera que todos los campos geotérmicos emplean los mismos métodos operativos para la etapa de producción, sin embargo los problemas que se han presentado a través del tiempo son muy diversos y en ocasiones muy complicados. Las etapas que se programan después de terminada la perforación son:

PERIODO DE OBSERVACION.

PERIODO DE CALENTAMIENTO
PERIODO DE INDUCCION
PERIODO DE DESARROLLO
PERIODO DE EVALUACION

Estas actividades, que se describirán a continuación, se efectúan una vez retirado el equipo de perforación, con el árbol geotérmico de producción completo, estando provisto de los diversos dispositivos para mediciones y control, incluyendo así mismo una referencia para observar el crecimiento de las tuberías por efecto de temperatura, sus respectivas purgas para liberar gases que emanen del yacimiento y dependiendo del caso, puede instalarse equipo de control superficial.

PERIODO DE OBSERVACION.

Consiste en evaluar todas las manifestaciones que el pozo registre, la duración es variable y está de acuerdo con el tipo de yacimiento encontrado. Durante esta etapa se corren registros de temperatura y presión, habiendo quedado cerrado previamente el pozo con agua y detergentes, los registros permitirán observar que tendrá todavía una mayor recuperación en temperatura y presión provenientes de la zona o zonas de aportación; ya que ha transcurrido una mayor par-

te del tiempo en reposo. Como actividad constante deberán -- considerarse las tomas de registros de calibración de diámetro con la finalidad de detectar posibles zonas de obstrucción por objetos p rdidos o reducciones de diámetro en tuberías por incrustación, depositaciones, arenamientos, etc. -- También siempre y cuando las condiciones de temperatura y niveles est ticos lo permitan, se correrán diversos registros-eléctricos, para conocer los estados de los ademes, zonas de pérdidas y/o de inversión de temperatura, determinación de las variaciones en los niveles del pozo, desde el inicio de la observación hasta la apertura final. Será necesario que haya una purga o línea de descarga permanente para en el caso de existir gases (H_2S , CO_2 Y CO_3), éstos sean recuperados y efectuarles las determinaciones procedentes y estar en condiciones de saber que posible tipo de ataque químico se provocará en los metales a profundidad o superficialmente.

En los casos en que el CO_2 CO_3 prevalezcan después de concluido el pozo, éstos deberán ser eliminados por medio de la purga; para que el calor de la parte profunda del yacimiento inicie su intercambio y ascenso de temperatura hacia la parte superior dentro del pozo. En los casos en que los árboles geotérmicos cuenten con carrete de expansión o guía, se calibrarán las válvulas maestra y superior - - -

(de operación), por la posibilidad de un crecimiento anormal de la tubería profunda que las pudiera obstruir para su operación. Para este punto en los campos del eje neovolcánico se ha convenido en efectuar la pretensión en superficie, de esta sarta de revestimiento con el objeto de aliviar la elongación de tuberías por temperatura, esta operación se realiza posterior a la cementación pero antes del fraguado, con el objeto de que quede aliviada de los esfuerzos y el cemento la sustente ya elongada. En el campo de Cerro Prieto esta actividad se efectúa en condiciones diferentes, en esta zona geotérmica se corta la T.R. por abajo del cabezal de revestimiento de tal manera que al crecer por temperatura y zonas mal cementadas lo hace desde esta posición; aunque está cementada hasta la superficie (y en dos etapas como en el Eje Neovolcánico) no se tensiona; en ambos campos, los dos métodos han funcionado satisfactoriamente.

PERIODO DE CALENTAMIENTO.

Se hace la diferenciación en esta etapa, para el caso del Eje Neovolcánico; en donde los pozos por sus características de yacimientos no es necesario inducirlos por lo general; ya que durante la etapa última las temperaturas son altas y los niveles estáticos bajos por tanto el calentamiento

to de todas las tuberías es uniforme y gradual; pero para el caso del campo Cerro Prieto, se realiza una etapa conocida - como de Inducción, la que permitirá fluir a los pozos de manera artificial y así se efectúa la estimulación y uniformización de temperaturas en las tuberías e instalaciones superficiales que forman el árbol geotérmico.

PERIODO DE INDUCCION.

METODO DE INDUCCION: Este procedimiento es ampliamente utilizado en el campo geotérmico de Cerro Prieto, B.C., con buenos resultados y es el más popular, debido a que en general todos los pozos después de terminados de perforar y durante el período de observación no llegan a fluir por sí mismos; - por esta situación deberá aplicarse alguno de los métodos de inducción existentes en este caso para provocar el flujo, habiéndose previamente obtenido los datos de temperaturas, presiones, diseño de terminación y demás características, siendo todas éstas comparadas con las originales de la última -- etapa de perforación; en base a estas diferencias se establecerán importantes parámetros de recuperación de la zona productora. El problema de los pozos que no fluyen, consiste básicamente en niveles estáticos muy elevados que estabilizan las presiones que existen en las zonas productoras y aunado-

a ésto, la temperatura menos caliente de esta columna está - situada en la parte superior por lo que para propiciar el -- flujo; la inducción permitirá que el fluido de mayor peso es específico (frío) sea convertido en caliente y el nivel en - esas condiciones se eleve hasta la superficie. El tipo de inducción dependerá de las condiciones que manifieste el pozo; basados en los resultados de registros, que también se co -- rrerán después de efectuar la inducción para conocer las --- nuevas condiciones que haya tenido el pozo. Este método no - se utiliza en los campos del Eje Neovolcánico por manifestar los pozos alta temperatura y presión inclusive durante la última etapa de perforación. A continuación se describen los - métodos de inducción tradicionales y los daños que en algu- no de estos casos se ocasionen a los pozos.

METODO DE PISTONEO: Mediante el cual se introduce un pistón- (tramo de tubería de revestimiento empacado de menor diáme- tro exterior) cerrado en su parte inferior, el cual se bajará hasta el nivel estático detectado en el pozo y aplicando- peso repetitivamente se estará modificando el nivel original hasta lograr abatirlo, ésto en algunos casos es arriesgado - con motivo de que se ocasiona turbulencia y de una manera súbita el pozo se puede inducir arrastrando gran cantidad de - formación provenientes de las vecindades y del fondo; el --

acuñamiento del émbolo sobrevendrá y aunado al incremento de presión el pozo fluirá sin control.

METODO DE CUBETEO: Este sistema de inducción permite abatir el nivel estático del pozo por medio del vaciado empleando un tramo de tubería, al que se sumerge bajo el nivel en repetidas ocasiones esta cubeta que en el fondo tiene una válvula de pie la cual retiene dentro del tramo el líquido que se debe eliminar.

Debe hacerse mención de que los dos métodos antes descritos son riesgosos y ponen en peligro al personal, a las instalaciones superficiales y al pozo, debido a que no se prevén las reacciones del yacimiento al usarlos y estos implementos no son manejables ni confiables por su diseño dentro del pozo.

METODO DE PRESURIZACION POR GASES: En el campo de Cerro Prieto se aplica utilizando pozos fluyentes vecinos conectados al que se pretende inducir y el objetivo es utilizar el vapor y/o agua caliente a presión para efectuar el movimiento de la columna de agua fría a presión desplazándola a zonas calientes. Este es un método expuesto y provocó en algunos casos daños a las tuberías e instalaciones por el calen-

tamiento súbito.

METODO DE BOMBEO: También utilizado en el campo de Cerro - - Prieto cuando se detectaban los niveles estáticos cercanos a la superficie y considerándose las capacidades de las bombas sumergibles se procedía a extraer el agua del interior de ma nera continua hasta lograr abatir el nivel. El inconveniente principal de este sistema era el de las instalaciones de con trol superficial que se tenían que colocar durante esta ope- ración y la falla de regímenes adecuados de bombeo que requere rá el pozo por las temperaturas del fluido, por tanto está fuera de uso actualmente.

METODO DE INYECCION DE FLUIDOS GEOTERMICOS: Similar al de -- bombeo pero no se requiere represionar la columna en el pozo sino que consiste en inyectar un flujo continuo de agua ca - liente que permita en la parte superior calentar para unifor mizar la temperatura a lo largo de todo el intervalo con ni- vel estático, otro método que tiene limitaciones operaciona- les, que se ha utilizado excepcionalmente.

METODO POR INYECCION DE AIRE: Este método es utilizado en al gunas ocasiones en el Eje Neovolcánico eficazmente y de uso- muy práctico y común en el campo de Cerro Prieto, dependien-

do de las condiciones del pozo (nivel estático determina -- do) se puede efectuar de dos formas:

LA PRIMERA: Empleando el compresor (se recomienda como míni mo de 200 - 250 $\text{pie}^3/\text{min.}$, de desplazamiento y 120-150 - -- lb/pg^2 de presión de trabajo) y por medio de tubería de -- $2 \frac{3}{8}''\phi$ (tubing) inyectar aire por el interior y con espumantes quedando la tubería dentro del nivel estático 100-150 m., provocando turbulencia y aligeramiento de la columna, te niéndose cuidado de verificar la temperatura, gasto del agua desplazada en superficie y evitar un brusco cabeceo al aba - tirse el nivel. El otro método es bombeando por el espacio - anular aire directamente, pero que la tubería (tubing) es - té aproximadamente de 120- 150 m., dentro del nivel estático y la eleve hasta la superficie.

PERIODO DE DESARROLLO.

Se establece inmediatamente después de la induc - ción y/o calentamiento, este último el acostumbrado en el -- Eje Neovolcánico y fluyendo por conos de descarga y purgas, - habiéndose ya establecido el crecimiento de las tuberías de - revestimiento reflejado ésto en el árbol geotérmico en base - a referencias superficiales. Esta etapa permite al pozo eli-

minar los desechos que hayan persistido tanto en las tuberías como en las vecindades de la zona de producción como serían obturantes, cemento, lodos degradados durante la última etapa de perforación. Con motivo de problemas en este período y dependiendo del campo que se trate, se podrá desarrollar el pozo verticalmente como sería el caso de Cerro Prieto, en donde la producción inicial, arrastra gran cantidad de sólidos que erosionarían las tuberías y accesorios del árbol geotérmico. Para el caso del campo del Eje Neovolcánico se puede hacer la descarga horizontal ya que no se producen sólidos durante el flujo, y se evitará el contaminar zonas aledañas.

PERIODO DE EVALUACION.

En esta última etapa se procede a efectuar las series de mediciones que cuantificarán los volúmenes de agua-vapor que produzca el pozo y en base a esto se podrán elaborar las gráficas de producción definitivas que establecerán los regímenes de productividad.

Según el campo de que se trate se ha establecido que en el de Cerro Prieto su producción es a base de agua dominante obtenida y para el Eje Neovolcánico produce en base-

a vapor dominante o mezcla agua-vapor.

ASPECTOS GENERALES DE COMPORTAMIENTOS NORMALES Y ANORMALES -
DE POZOS GEOTERMICOS EN MEXICO.

Como conclusión general a todos los aspectos detallados anteriormente, se pueden mencionar los comportamien--tos anormales de los pozos geotérmicos para tener una clara-idea de los problemas que ocurran.

Habiéndose terminado los pozos y entregado para -su evaluación y posterior integración al sistema de genera -ción; en ocasiones ha sucedido en esta etapa que se detecten problemas y por estadísticas de los campos, éstos han sido -graves; los parámetros que se deben tomar en consideración -para evaluar la normalidad o anormalidad son:

PRESION DEL POZO.

CONDICIONES NORMALES: Se considera que habiéndose dejado el pozo lavado y con agua, pasará un tiempo (dependiendo del -campo) que va de unas horas hasta 30 días aproximadamente--en período de observación y calentamiento donde se detectará mediante los registros los cambios en la temperatura, la ---

posición del nivel estático etc., en el momento que inicie-- a fluir deberá tenerse cuidado en las aperturas de las válvulas y que la presión se maneje adecuadamente empleando los - diámetros de los orificios o líneas de descarga adecuados de esta manera al estar fluyendo y al aumentar los diámetros, - la presión se estabilizará y así se deberá conservar hasta - lograr la total apertura.

CONDICIONES ANORMALES: Si durante la etapa de observación y calentamiento el pozo manifestará presión y temperatura y ésta se abatiera o sufriera variaciones deberán de inmediato - verificarse estas nuevas condiciones ya que pudo existir alguna rotura o desprendimiento en un cople y como ha sucedido en algunos campos geotérmicos, esta presión ha aflorado en - las vecindades del pozo fuera de las tuberías de revestimiento y ha sido muy problemático y riesgozo el controlar estos pozos.

REGISTROS DE PRESION Y TEMPERATURA.

CONDICIONES NORMALES: Cuando un pozo ha estado fluyendo- - - continuamente por períodos largos (semanas, meses) y posteriormente se procede a cerrarlo por los métodos habituales, - los registros indicarán un incremento de la temperatura que-

irá acentuándose marcadamente hacia el fondo; coincidentemente con las zonas de aporte o productoras.

CONDICIONES ANORMALES: Un indicio de anomalía en un pozo es precisamente el que puede observarse comparativamente con series tomadas en períodos largos de flujo, con otro registro donde se detecte un cambio súbito de la temperatura en una zona donde no haya interés y que posteriormente la gráfica se comporte con tendencia normal como en las anteriores. En este caso al estudiar este fenómeno aunado a registros de presión, se deduce que existe una rotura en la tubería de revestimiento y por esa zona escapa la presión comunicándose quizá a las vecindades de la zona de aporte o fluya hacia la superficie. Las comparaciones de las series de registros que se toman durante la vida útil del pozo deberán estudiarse cuidadosamente para concluir y decidir que programa se contemplará.

EFFECTOS SOBRE TUBERIAS.

CONDICIONES NORMALES: Una vez que el pozo se ha abierto durante períodos considerables a fluir, se anotarán los crecimientos máximos que el árbol geotérmico observe y dependiendo de las características del pozo (presión temperatura, --

mezclas agua-vapor obtenidas, gases disueltos, etc.) así -- como los de su construcción (pérdidas de circulación, zonas de aporte de gas, grados de tuberías, dosificaciones de cementos, etc.) se estimarán si estos crecimientos son regulares.

CONDICIONES ANORMALES: Si durante los periodos de apertura - y flujo sostenido los registros de crecimiento máximos se incrementan deberá de inmediato procederse a tomar series de - registros de temperatura y presión, efectuar pruebas a las - tuberías utilizando empacadores o si las condiciones lo permiten, proceder a correr las series de registros eléctricos, ya que si no se interviene oportunamente el pozo sufrirá un - severo daño.

ARENA ARROJADA POR LOS POZOS.

Debe mencionarse que los campos geotérmicos guardan diferencias radicales unos con relación a otros, por --- ejemplo en el campo de Cerro Prieto, B.C. las zonas de aportación se encuentran en formaciones de tipo arenisca y los - campos geotérmicos del Eje Neovolcánico sus formaciones productoras, son en roca volcánica (andesitas), por lo tanto; aquí el problema de arrastre de solidos ocurre sólo para el-

primer campo, por lo que en el Eje Neovolcánico no hay ese problema.

CONDICIONES NORMALES: El comportamiento con respecto al porcentaje de sólidos arrojados al ser descargado un pozo em - pleando conos, orificios o líneas al iniciarse la apertura del pozo es en promedio de 0.1% en masa el cual se va abatiendo rápidamente, pero aumentará en función de diámetros mayores de los implementos mencionados. En los pozos cuyas areniscas productoras provengan de una cementación (empacamiento) pobre la variación de los porcentajes se verá aumentado.

CONDICIONES ANORMALES: cuando el ademe de producción esté roto o desprendido en alguna zona y se descargue por un cono de 3"Ø habrá un arrastre de arenas que fácilmente llegará al 2% con variaciones cíclicas. Esto dependerá desde luego de las fallas que tengan las tuberías y la profundidad a donde se localicen. Acompañando a las arenas algunas veces se han distinguido coloraciones del agua producida, ocasionadas por los materiales arcillosos diluïdos en ella y ocasionalmente partículas de cemento.

REGISTROS DE CALIBRACION Y SELLOS.

Todos los pozos (productores, inyectoros, exploratorios) deberán tener un programa amplio e intensivo de este tipo de registros, con la finalidad de detectar en ellos los cambios o irregularidades que manifiesten. Si un pozo por sus características de producción tiene incrustaciones con el tiempo; el sello tendrá una impresión cónica, si detecta un colapso, registrará rayaduras laterales y huellas de bordes irregulares en su perifería, si existiera un desprendimiento, el sello y/o el calibrador combinados registrarán resistencia/torsión al bajar. Dependiendo de las historias de perforación, producción y la operatividad en ésta última se pueden deducir las razones que hayan provocado el problema y en base a esto se programará la reparación mayor o menor del pozo.

La estadística actual de pozos geotérmicos perforados en México rebasa los 225,000 m. durante la perforación de ellos se han presentado problemas muy graves que han motivado el abandono de los mismos, la destrucción o deterioro del árbol geotérmico o del equipo de perforación además del riesgo humano.

Los problemas se han diferenciado con el tiempo - por las condiciones y características propias de cada campo - por ésto cabe hacerse notar que en Cerro Prieto que es el campo pionero ofrece muy variados casos de relevante importancia ya que los colapsos múltiples y fracturas en las tuberías, son muy frecuentes en pozos de explotación; existen -- también severas incrustaciones que se combinan con los problemas anteriores reduciendo la productividad del pozo.

Los colapsos y fracturamientos de las tuberías -- provienen de los esfuerzos de tensión y compresión combinados con las altas temperaturas, los cuales se inician también con corrosiones internas y externas, producidas por los fluidos propios del yacimiento, dichos fenómenos fragilizan críticamente los ademes; ya que también atacan y degradan a los cementos especiales usados como protectores, una vez que las tuberías dañadas permitan el intercambio de fluidos con las formaciones vecinas, éstas se mezclan y se depositan dando origen a sales que afecten las zonas porosas productoras y las ranuras de las tuberías cortas, provocando taponamientos o desprendimiento de las mismas. Por lo anterior la vida útil de los ademes e instalaciones superficiales depende -- en gran parte del ataque por corrosión, falla de cementos, -- abrasión por arenamientos, etc.

Conocido el serio problema de corrosión, en algunos pozos de este campo se analiza detalladamente el caso de los pozos M-3 y M-45 como contraste con los pozos M-5 y M-8- del mismo campo los que no han sufrido ningún problema a pesar de 20 años de terminados.

POZO CERRO PRIETO M-3: Programado como exploratorio profundo en su proyecto inicial se contempló que llegara hasta la profundidad de 2500.00 m. encontrándose a lo largo de la perforación, litología del tipo aluvial con excepción del fondo - donde se cortó roca basáltica tipo granítica. Como resultado de las evaluaciones por medio de los registros de temperatura y presión se observó una baja calidad térmica en el fondó, no obstante que la suposición inicial, en esta parte se debería encontrar la máxima temperatura. En realidad las --- condiciones térmicas favorables fueron de 600.00 a 900.00 m. donde quedó el intervalo abierto para la explotación.

El programa de tuberías de revestimiento fue el-- de correr la de 11 3/4"Ø, J-55, rosca buttress hasta los --- 1000.00 m., para que a continuación se colgara la de 7 5/8"Ø K-55, rosca buttress, 45.3 lb/pie que quedó hasta los - - - 1999.34 m., habiendo 501.00 m. de agujero descubierto hasta los 2500.00 m. de profundidad total (figura 1). Cuando --

transcurridas las evaluaciones se determinó que la zona de temperatura se localizaba en los primeros 1000.00 m. se procedió a colocar tapón de cemento en la parte final de la tubería de 11 3/4"Ø para posteriormente efectuar series de disparos en la mencionada tubería, precisamente frente a la zona de alta temperatura. Este pozo quedó posteriormente cerrado un tiempo y en observación, la presión que registró en el cabezal fue de 500 lb/pg² con temperatura de 220°C y en estas condiciones de yacimiento se mantuvo fluyendo estrangulado por orificios para mantenerlo caliente.

Después de 15 años se programó su revisión (figura 1) donde se aprecian los diferentes estados mecánicos que presentó hasta su reparación. Los daños fueron extremadamente severos, se encontraron graves incrustaciones en los 500 m. iniciales y frente a la zona disparada se detectó colapso y fractura de la tubería aproximadamente a 189.00 m. (100.00 m. abajo de la zapata cementada de la tubería de 20"Ø) corrosión interior y pérdida de metal exterior a los 104.00 m., corrosiones externas a los 228.00 m., una concentración peligrosa de agua caliente, al nivel del terreno natural, este problema que se detectó a través de registros de temperatura, no se comprendía al principio pero posteriormente al confirmarse la degradación del cemento que había entre

la tubería de revestimiento y la formación, se explicó que -- la filtración de fluidos geotérmicos hacia la superficie, -- pudo propiciar y favorecer un descontrol. Los trabajos de -- investigación, revisión y la posterior reparación se torna -- ron difíciles y peligrosas en extremo por las manifestacio -- nes e inestabilidad del lodo sobrecalentado que se manejaba; no obstante las protecciones y equipo especial que se utili -- zó. Se aplicaron inyecciones de cementos especiales, empleán -- dose empacadores, pero por las condiciones del pozo el cemen -- to se degradó no habiendo éxito en esa etapa de intervención por lo que se concluyó que los daños estaban tanto en la tu -- bería de 11 3/4"Ø como en el cemento que impedía asegurar -- una condición constructiva satisfactoria que más adelante -- ofreciera seguridad para la explotación, estudio e investiga -- ción por lo que se decidió taponar el pozo. Se programaron -- viajes con escariadores para eliminar o conformar el estado -- mecánico de la tubería en la zona de disparos utilizándose -- un empacador Baker para asegurar la inyección de volúmenes -- abundantes para un obturamiento total del estrato productor, procurándose dejar una cima de cemento a 621.00 m. para en -- forma sistemática y oportuna inspeccionar el pozo y detectar cualquier posible escape o fuga del yacimiento hacia la su -- perficie por detrás de la tubería de revestimiento, que en -- el caso de que se hubiera manifestado, debería de repetirse --

todo este proceso. Este pozo en función de su edad y de --- acuerdo a las condiciones mecánicas en las que se encontró, resume con toda claridad los daños en las tuberías de revestimiento exteriores e interiores, como en la alteración o de gradación de los cementos utilizados ya sea tipo "G" o "H" - con las dosificaciones de sílica, perlitas o puzolanas, ya que surge de inmediato la duda de la calidad de estos materiales para emplearse con seguridad en los pozos que manifiestan estas condiciones.

POZO CERRO PRIETO M-45: Este pozo se concluyó normalmente y no se procedió a efectuar el período de calentamiento y desarrollo; sino que permaneció cerrado aproximadamente dos --- años; posteriormente se programaron series de registros, -- incluyendo la calibración de diámetros de tuberías y se encontró en la de producción 7 5/8"Ø, K-55, rosca buttress, -- 45.3 lb/pie una reducción del diámetro interior al profundizar se detectaron colapsos y pérdidas de metal parcialmente debido a la severa corrosión a la profundidad de 132.00 m.; - y al continuar profundizando se observaron más colapsos, -- fracturas de la tubería e intervalos en la misma hasta los - 1090.64 m., y por lo que se constató también la degradación del cemento y pérdida del mismo en algunos intervalos del -- espacio anular al confirmarse el flujo de la presión de las-

fracturas del fondo hacia la superficie, posteriormente se procedió a la reparación (figura 2) utilizando diferentes diámetros de roladores para eliminar los colapsos, los que no se complicaron demasiado, por el adelgazamiento de las paredes de la tubería, a continuación se aplicaron inyecciones de lechada en las zonas fracturadas, se corrió tubería corta de 5"Ø frente a las zonas reforzadas con cemento y se procedió a la cementación que fue de resultados satisfactorios. - A continuación se expondrá detalladamente el problema de un colapso muy severo, en el pozo Az-34 de los Azufres, Mich.

POZO AZUFRES-34: Se inició a perforar el día 9 de mayo de -- 1982, la perforación con 12 $\frac{1}{4}$ "Ø se desarrolló normalmente hasta 1273.00 m., quedando el pozo en las condiciones mecánicas (figura 1). Cabe mencionar que antes de alcanzar esta profundidad se observó una pérdida parcial de 26 m³/ hr., se siguió avanzando hasta 1271.00 m., donde apareció una pérdida total se continuó perforando a agujero perdido y la circulación se restableció nuevamente a los 9 minutos, aunque parcialmente, y sin cuantificarse, continuó perforando hasta -- llegar a 1273.00 m., donde apareció nuevamente la pérdida total y la operación se suspendió por agotarse el agua.

DESCRIPCION DEL PROBLEMA:

Después de lo anterior se procedió a levantar y -

estacionar la barrena a 732.00 m. y recuperar agua, a continuación se observó un cabeceo del pozo y una presión en el cabezal de 730 lb/pg² y se dejó fluyendo por 2"Ø saliendo -- vapor seco, cerró válvula se procedió a bombear al pozo un volumen de 60 m³ de agua, abatiéndose la presión, se abrió la línea de 2"Ø sin manifestar presión, la cerró, abrió el preventor y al intentar sacar la sarta observó la misma atrapada, la trabajó tensionándola con 90 tons., (peso sarta 45 tons.), sin éxito, suspendió la operación para recuperar -- agua observando una presión en la línea de desfogue de 350 lb/pg², la cerró por segunda vez bombearon al pozo 58 m³ de agua en 40 minutos, abatiéndose la presión a cero en 7 minutos, se abrió la línea de desfogue sin manifestar y se procedió a sacar la sarta observando un peso únicamente de 10 tons., que probablemente al separarse viajó al fondo impactándose y deformándose, como se observó posteriormente al recuperar parte del pescado, se recuperaron 3 lingadas, 2 tramos y un tercer tramo de T.P., despedazado y aplastado en el -- cuerpo; quedando un pescado de una longitud de 625.43 m., -- consistente en barrena, herramienta y tubería de perforación se procedió a cerrar la válvula maestra y se observó una presión en el cabezal de 720 lb/pg².

TRABAJOS REALIZADOS PARA RESOLVER EL PROBLEMA.

De acuerdo al grado de aplastamiento que presentó

el tramo recuperado, se dedujo que había un colapso en la T.R. 9 5/8"Ø, se hicieron preparativos tendientes a determinar lo construyendo y bajando los siguientes sellos de plomo:

DIAMETRO DEL -- SELLO UTILIZADO	PROFUNDIDAD DONDE ENCUENTRO RESISTENCIA	DURACION OPERACION	VOL. AGUA BOM. POZO
8½"	106.17	60'	50 m ³
7"	106.30	95'	89 m ³
4 3/4"	106.35	90'	39 m ³
3½"	106.50	110'	47 m ³
3½"	106.50	115'	47 m ³

SECUENCIA DE OPERACION.

Armó sello de impresión de plomo de 7"Ø bajó hasta 106.30 m., cargó 1 tons., lo sacó a la superficie, observó muesca al borde inferior del sello, bombeó un total de 89 m³ en 95 minutos que duró la operación, construyó y armó otro sello de impresión de 8½"Ø, y bajó hasta 106.17 m., sacó y observó muesca al borde del mismo e impresiones laterales, bombeó 50 m³ de agua en 60 minutos que duró la operación, construyó y armó sello de impresión de plomo de --

4 3/4"Ø y bajó hasta 106.35 m., sacó y observó impresiones laterales, se bombearon 39 m³ de agua en 90 minutos, lo eliminó, construyó y armó sello de impresión de plomo 3 1/4"Ø y bajó hasta 106.50 m., sacó y observó 2 muescas opuestas, bombeó 47 m³ de agua en 110 minutos que duró la operación, después de esta serie de impresiones logradas con sellos de plomo se decidió armar un rolator de 5 1/2"Ø, bajó seguido un doble caja 3 1/2"Ø reg. a 3 1/2"Ø I.F. 6 D.C. 5"Ø, válvula de contrapresión 4 1/2"Ø, 1 combinación 3 1/2"Ø I.F. a 4 1/2"Ø X.H. 1 ling. de T.P. 4 1/2"Ø X.H., 1 tramo de T.P., bajó hasta 106.38 m., lo operó y avanzó .21 cm. llegando hasta 106.59 m., lo recuperó y observó en la superficie la falta de 7.5 cm. de nariz y 12 rodillos de 1"Ø X 3.34" del rolator, se bombeó un total de 124.61 m³ de agua en 180 minutos que duró la operación, lo eliminó y bajó magneto con cable de sondeo hasta 106.30 m., lo sacó sin recuperar nada, lo eliminó y armó sello de impresión de 3 1/4"Ø, bajó hasta 106.50 m., lo operó y sacó a la superficie observando impresiones en el borde del mismo, durante la operación se bombearon 70 m³ en 115 minutos, que duró este trabajo, lo eliminó y armó machuelo acondicionado 3 1/4"Ø, bajó seguido de una válvula de contrapresión, 3 lingadas T.P. 4 1/2"Ø X.H., 2 tramos T.P.; hasta 106.40 m., sacó pescante acondicionado en campo sin recuperar nada, se operó 2 veces dicho pescante a 106.40 m., sin éxito la operación du-

ró 35 minutos bombeando un volumen de agua de 160 m^3 ., lo -- sacó y eliminó, abrió pozo por línea de 2"Ø de desfogue, posteriormente por la línea de 10"Ø fluyó pozo durante 15 minutos con el objeto de recuperar chatarra sin obtener éxito en la operación, acto seguido armó sello de impresión de 3"Ø y bajó hasta 106.45 m., sacó y observó impresión lateral y al centro del sello, la operación duró 90 minutos bombeando un volumen de agua de 60 m^3 ., eliminó sello, acondicionó y armó rolador de T.R. 5½"Ø con punta revestida de carburo de tungsteno y bajó hasta 106.50 m., lo trabajó con ½, 6 y 8 tons., suspendió operación, lo sacó a la superficie, lo revisó y observó gastado el tungsteno del rolador y agrietamiento en el cuerpo; solo avanzó 5 cm., armó nuevamente rolador T.R. 5½"Ø y bajó hasta 106.55 m., operó el mismo con ½, 6 y 9 ton., --- avanzó .33 cm., llegando a 106.88, lo sacó y observó desgaste en la punta del rolador de 5 cm., acondicionó y armó sello -- de impresión de 3½"Ø, bajó a 106.77 m., lo operó y sacó a la superficie observando muesca en el centro, lo eliminó, acondicionó y armó rolador de 5½"Ø y bajó hasta 106.88 m., lo operó durante 180 minutos con 55 R.P.M. y 7 ton. logrando bajar hasta 107.50 m., trató de operarlo sin éxito por registrar -- torsión, lo sacó, cerró pozo, eliminó rolador, abrió pozo fluyendo por línea de 2"Ø y 10"Ø logrando recuperar ½ kg. de chatarra de T.R. 9 5/8"Ø por línea de descarga 10"Ø, cerró y en-

frió pozo, acondicionó y armó sello de impresión de 5 3/4"Ø y bajó hasta 106.87 m., sacó y observó impresión lateral, bombeó 80.5 m³ de agua en 120 minutos durante los cuales duró la operación, acondicionó, armó relador de 8 1/2"Ø y bajó hasta --- 106.25 m. donde operó el mismo hasta 106.59 m., suspendió operación, lo sacó a la superficie observando un desgaste de 1/2"Ø acondicionó y armó molino bowen 5 3/4"Ø, 8 D.C. 5"Ø, 1 portabarrena, 1 combinación, 1 tramo T.P. 3 1/2"Ø, bajó molino hasta 106.75 m. operó el mismo hasta 107.43 m., sacó el mismo observando un desgaste del molino de 3/16"Ø, acondicionó y armó molino Bowen 8 1/2"Ø plano bajó hasta 106.20 m., donde operó el mismo hasta 107.49 M., suspendió operación, sacó molino a la superficie, acondicionó y armó sello de impresión de 5 3/4"Ø y bajó hasta 107.45 m., suspendió operación, lo sacó, observó impresión en la parte inferior, lo eliminó, acondicionó, checó y armó sello de impresión de 8 7/16"Ø e intentó bajar sin éxito por atorarse en la boca de T.R. 9 5/8"Ø, lo sacó y eliminó, armó molino bowen 5 3/4"Ø y bajó hasta 107.50 m., operando el mismo con 1.5 tons. y 55 R.P.M., hasta 108.35 m., suspendió operación, sacó molino a la superficie, acondicionó revisó y armó molino plano 8 1/2"Ø y bajó hasta 107.60 m., operó con 55 R.P.M. y de 1 a 7 tons., logrando avanzar hasta 109.84 m., lo sacó observando un desgaste de 1/16"Ø bombeó un total de 339 m³ de agua durante la operación, seguidamente acondi -

cionó, revisó y armó sello de impresión de 8½"Ø y bajó hasta 107.34 m., cargó 1 ton., logrando bajar hasta 108.82 m., bombeando un total de 113 m³ durante este trabajo, suspendió -- operación, sacó sello, cerró pozo, eliminó sello, armó otro-sello de impresión de 5½"Ø bombeó 24 m³ de agua abatiéndose-ia presión de 300 a 0 P.S.I., abrió pozo y bajó hasta 109.98 m. lo operó sin éxito, sacó nuevamente el sello y lo eliminó armó rolator 8½"Ø bombeó 40 m³ de agua abatiéndose la pre--sión de 650 a 0 P.S.I., y bajó hasta 107.37 m., operó rola -dor logrando bajar hasta 109.32 m., suspendió operación, sa-có rolator, lo eliminó, acondicionó y armó molino plano de - 8½"Ø, bajó hasta 109.59 m., operó molino hasta 110.18 m., -- -suspendió por agotarse agua en presas, recuperó agua acon -dicionó y armó molino plano de 8½"Ø y bajó con 1 portabarre-na liso 6½"Ø, 1 combinación, 2 estabilizadores 8½"Ø, (sobre comb. y ler. D.C.) 1 válvula de contrapresión, 6 D.C. 6½"Ø- y T.P. 4½"Ø X.H. hasta 110.18 m., checó resistencia a 110.-40 m. y 110.82 m., repasó la misma hasta 117.00 m., libremen-te al levantarse observó resistencia a 111.06 m., continuó -sacando hasta la superficie, eliminó molino, acondicionó y -armó rolator de T.R. 8½"Ø y bajó el mismo hasta 111.00 m., -donde checó resistencia inició a operar rolator bajando li-bre hasta 117.00 m., suspendió operación, para sacar y revi-sar rolator, notando la falta de un rodillo, lo eliminó, - -

armó barrena 8 1/2"Ø, seguida de 1 porta barrena liso, 1 válvula de contrapresión, 6 drill collar 6 1/2"Ø, T.P. 4 1/2"Ø X.H., y bajó hasta la profundidad de 108.48 m., donde checó resistencia, repasó la misma con 1 tons., sobre su peso, bajando normal hasta 125.00 m., suspendió operación, sacó aparejo a la superficie, eliminándola, acondicionó, revisó, armó y bajó 1 tramo de T.L. de 7 5/8"Ø, seguido de 1 combinación (1 válvula de contrapresión), 22 lingadas T.P. 4 1/2"Ø X.H., 1 tramo T.P., hasta la profundidad de 647.65 m., donde checó boca de pescado giró sarta con llave de cadena logrando bajar hasta 648.95 m., suspendió operación por agotarse agua en las presas levantándose a 632.43 m., donde se estacionó, recuperó agua y con bombeo continuo al pozo, sacó sarta a la superficie, la eliminó, armó cortatubo 8 1/16"Ø, seguido de 9 tramos de T.L. 7 5/8"Ø, y 1 lingada de T.P. 4 1/2"Ø, bajó, checó boca del pescado a 647.65 m., (empleando llave de cadena) logrando bajar a 740.00 m., con leve torsión donde operó cuchillas del cortatubo Tri-State con 1/2 tons., de tensión y 55 R.P.M., sin éxito e inició a desvastar canastas del cortatubo hasta vencer fricción y sacó herramienta a la superficie, lo eliminó y al desmantelar cortatubo observó atorado en las canastas un tramo de T.P. de 0.82 m., de longitud por 4 cm., de ancho, acondicionó, armó 1 tramo de T.L. 7 5/8"Ø con zapata de tungsteno (revestida interiormente) y bajó -

a 649.28 m., sin resistencia, donde se estacionó por agotarse agua, recuperó agua y bombeó al pozo disminuyendo presión de 680 a 0 P.S.I., continuando con bombeo continuo, --- abrió preventor y desconectó flecha para sacar aparejo flu - yendo pozo por interior de T.P., cerró preventor, conectó - flecha, bombeó al pozo desconectó flecha, sacó y eliminó --- T.L. y T.P., en la superficie, revisó, acondicionó y armó -- cortatubo bowen 7 5/8"Ø O.D. X 6 3/8"Ø I.D. seguido de 9 tra - mos de T.L. 7 5/8"Ø, 1 combinación (válvula de contrapre - sión) y T.P. 4 1/2"Ø X.H., bajando hasta 743.00 m., donde ope - ró el mismo sin éxito, por no operar los flejes en los co -- ples, sacó aparejo a la superficie, observando la pérdida de 2 flejes de la canasta y rotura de 1 más, quedando intactas - las cuchillas, bombeó al pozo con 34 m³ de agua, abatiéndose la presión de 720 a 0 P.S.I., bajó cortatubos Tri-State de - 8 1/16"Ø, seguido de 9 tramos de T.L. 7 5/8"Ø, 1 combina - ción 7 5/8"Ø hydril a 4 1/2"Ø X.H., 1 válvula de contrapresión - 4 1/2"Ø y T.P. 4 1/2"Ø X.H., hasta 739.00 m., donde lo operó sin - éxito por dañarse cuchillas, levantó cortatubos hasta 731.52 m., donde checó resistencia, trabajó canastas de cortatubos - con 2 tons., de tensión y 50 R.P.M., logrando desgastarlas, - levantó cortatubos a 724.43 m., donde se estacionó para recu - perar agua, total de agua utilizada en la operación 330 m³, - bombeó al pozo y sacó cortatubos a la superficie y lo revisó

notando la falta de parte de 2 cuchillas, 3 más planchadas -
contra el interior y desgaste de las canastas en los dedos, -
procedió a reparar canastas de cortatubos, bombeó 40 m³ de -
agua abatiéndose la presión de 700 a 0 P.S.I., armó y bajó -
sello de impresión de plomó de 8½"Ø, seguido de T.P. 4½"Ø, -
hasta 647.92 m., donde checó boca de pescado, lo sacó a la -
superficie observando pequeña muesca en la base del mismo de
3 cm., apróximadamente, gasto de agua bombeando durante la -
operación 143 m³, eliminó sello, bombeó al pozo y armó corta
tubos bowen 7 5/8"Ø, seguido 1 tramo de T.L. 7 5/8"Ø, 1 com-
binación 7 5/8"Ø hydril a 4½"Ø X.H., 1 válvula de contrapre-
sión y T.P. 4½"Ø X.H., bajó hasta la profundidad de 655.11 -
m., donde operó cortatubos con éxito, lo sacó habiendo recu-
perado 7.19 m., de pescado (6.45 m. de T.P.dañado y 0.74 m.
de tubo sano), cantidad de agua bombeada al pozo durante la
operación 250 m³, armó pescante bowen 8 1/16"Ø, tipo FS, se-
guido de 1 combinación, 1 subgolpeador 6½"Ø, bowen, 1 combi-
nación, 1 martillo mecánico Mc.Cullough 6½"Ø, 13 drill co --
llars de 6½"Ø, (válvula de contrapresión), T.P. 4½"Ø X.H.,
bombeó 39 m³ de agua y bajó herramienta hasta 655.11 m., don-
de checó boca del pescado, continuó bajando pescante hasta -
655.38 m., logrando conectarse a boca del pescado, tensionó-
con 59 tons., sobre su peso (peso sarta 37 tons, del pesca-
do 29.8 tons.) operó herramienta en varias ocasiones sin -

éxito por no trabajar el martillo; durante esta operación -- se bombearon 300 m³ de agua, armó pescante de canasta bowen 8 1/8"Ø, 1 martillo hidráulico tipo Z, 6 1/2"Ø, seguido de herramientas y T.P. 4 1/2"Ø, bombeó y bajó hasta 655.11 m., donde checó boca del pescado, continuó bajando hasta 655.38 m., -- donde se conectó tensionó sarta con 48 tons., sobre su peso, sin éxito por no operar martillo, sacó pescante a la superficie y acondicionó martillo con aceite especial, armó, bajó -- nuevamente pescante bowen 8 1/8"Ø, 1 martillo hidráulico tipo Z 6 1/2"Ø, 1 subgolpeador 6 1/2"Ø, 1 combinación 4 1/2"Ø I.F. a -- 4 1/2"Ø X.H., 13 drill collars 6 1/2"Ø (válvula de contrapresión) T.P. 4 1/2"Ø X.H., bajó hasta 655.11 m., donde checó boca del -- pescado, continuó bajando hasta 655.38 m., donde se conectó -- tensionó sarta con 50 tons., sobre su peso, operó martillo -- en repetidas ocasiones sin éxito, suspendió operación e in -- yectó un bache de diesel frilax 4 m³ por la línea de llenar, dejando la sarta tensionada con 52 tons., continuó operando -- martillo en repetidas ocasiones sin éxito, suspendió opera -- ción y sacó aparejo de pesca a la superficie y lo eliminó, -- quedando el pozo cerrado, armó cortatubos Tri-State 7 5/8"Ø, 1 combinación (con válvula de contrapresión), 9 tubos lava -- dores 7 5/8"Ø, 1 combinación, 1 drill collar corto 6 1/2"Ø, -- T.P. 4 1/2"Ø X.H., lo bajó pasando por boca del pescado sin ob -- servar resistencia, hasta 749.59 m., donde operó cortatubos-

en varias ocasiones, sin éxito, a continuación procedió a --
desvastar canastas de cortatubos, y lo sacó a la superficie,
eliminó el mismo observando los dedos de las canastas desgasa-
dos, armó 20 tramos de T.L. 7 5/8"Ø, 1 combinación (válvula
de contrapresión) y T.P. 4½"Ø X.H., y bajó libremente --
hasta 872.00 m., sin observar resistencia. La finalidad de --
meter tubería lavadora en este caso sería calibrar el agujero,
sacó T.L., a la superficie y la eliminó, gasto total du-
rante la operación 108 m³ de agua, acondicionó, revisó y ar-
mó cortatubos Tri-State de 8 1/16"Ø, 1 combinación, 9 tramos
T.L. 7 5/8"Ø, 1 doble caja (con válvula de contrapresión)-
T.P. 4½"Ø X.H., bombeó agua al pozo abatiéndose la presión -
de 710 a 0 P.S.I., bajó cortatubos hasta 749.01 m., donde lo
operó con éxito, terminó operación, sacó cortatubos a la su-
perficie, recuperando 94.02 m., de pescado, quedando boca de
pescado a 748.79 m., y longitud total de pescado de 524.21 m.
revisó, armó y bajó cortatubos Tri-State 8 1/16"Ø, 1 combi-
nación, 11 tramos T.L. 7 5/8"Ø, 1 combinación (válvula con-
trapresión) T.P. 4½"Ø X.H., hasta 862.08 m., donde operó --
cortatubos con éxito, sacó el mismo a la superficie, recupe-
rando 113.17 m., de pescado quedando la boca a 861.63 m., y-
longitud total de pescado de 411.37 m., hecho esto armó T.P.
franca y bajó hasta 762.32 m. donde se estacionó, cerró pre-
ventor anular y corrió los siguientes registros:

T-10 con 3:00 hrs., de reposo, temp. máx. 261.17°C a 760.00-m.

P-10 con 6:00 hrs., de reposo, pres. máx. 53.18 kg/cm² a -- 860.00 m.

A continuación bombeó al pozo 45 m³ de agua durante 60 minutos quedando pozo en reposo durante 3:00 horas, y procedió a correr los siguientes registros:

T-11 con 3:00 hrs., de reposo, temp. máx. 233.01°C. a 860.00 m.

T-12 con 6:00 hrs., de reposo, temp. máx. 232.01°C. a 860.00 m.

T-13 con 9:00 hrs., de reposo, temp. máx. 234.85°C. a 860.00 m.

Terminó de correr serie de registros con T.P. franca a 762.-32 m., observando presión de cabezal de 700 P.S.I., bombeó - 25.1 m³ al pozo y abatió presión de 700 a 0 P.S.I., en 30 minutos, abrió preventor y sacó T.P. 4 1/2" a la superficie y la eliminó, cerró válvula maestra de 10" y suspendió bombeo, - volumen total bombeado durante la operación 273 m³ de agua, - quedó pozo cerrado con 700 P.S.I., de presión en el cabezal-nuevamente.

Después de los trabajos realizados, anteriormente descritos y como resultado satisfactorio de los registros de temperatura y presión fueron favorables y el pozo siempre se mantuvo con una presión en el cabezal de 700 P.S.I., se decidió terminarlo, quedando en el fondo un pescado de 411.37 m., y cu-

ya boca del mismo se encontraba a 861.63 m., el tiempo total empleado en reparar el pozo fue de 20 días.

El diseño del liner 7"Ø, 29 lb/pie, L-80, rosca hydril que fue cementado de la profundidad de 745.55 m., hasta la superficie quedó de la siguiente manera: 110 m., de liner ranurado, 1 combinación hydril a buttress, con 2 canastas cementadoras, 1 cople buttress a buttress, 1 cople diferencial para alojar baffle, 1 combinación buttress a hydril, con 3 canastas cementadoras y una B&W metálica, 1 tramo de liner ranurado y 730.75 m., de liner ciego hasta la superficie (figura-1).

CONCLUSIONES GENERALES.

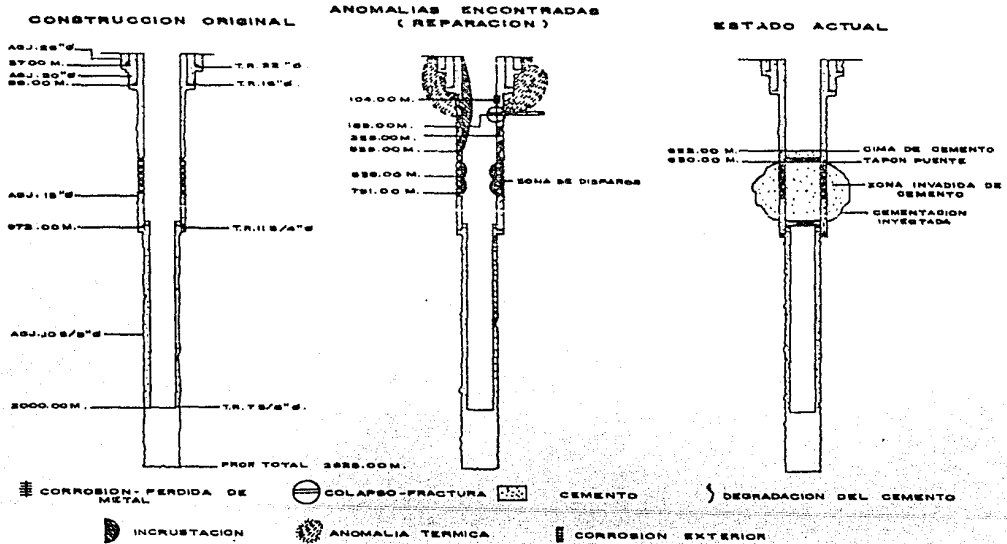
- 01.- El colapso de la T.R. 9 5/8"Ø, se debió probablemente a la expansión térmica de un anillo de agua, como resultado de una cementación defectuosa.
- 02.- Al intentar arrancarse el pozo y observar incremento en la presión del cabezal, se bombearon al pozo grandes volúmenes de agua fría primeramente 60 m³, en un lapso breve ocasionando con ello cambios bruscos de temperatura, que dieron como resultado un choque térmico y expansión del fluido en la zona anillada por agua, trayendo como consecuencia colapso de la T.R. de 9 5/8"Ø y posi-

ble fractura.

03.- El colapso que sufrió la T.R. 9 5/8"Ø, se debió probablemente al mal manejo de los volúmenes de agua fría -- bombeados al pozo.

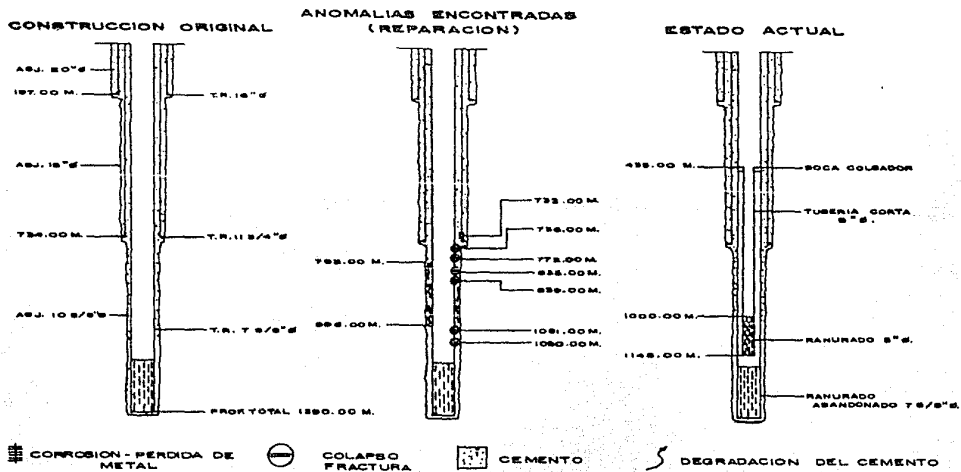
POZO M-3 (FIGURA 1)

PERFILES TUBULARES, DAÑADOS ENCONTRADOS Y ESTADO ACTUAL



POZO M-45 (FIGURA 2)

PERFILES TUBULARES, DAÑADOS ENCONTRADOS Y ESTADO ACTUAL



CAPITULO II

INSTALACIONES SUPERFICIALES DE CONTROL Y ARBOL

DE VALVULAS GEOTERMICO

INSTALACIONES SUPERFICIALES DE CONTROL

Para el mantenimiento y/o la reparación de un pozo geotérmico, una vez determinada o detectada una anomalía, se programará la instalación del equipo de reparación para realizar la actividad, también posteriormente será necesario armar y colocar todo el equipo de control superficial requerido, ya que el pozo durante la intervención deberá estar bajo total control, para que todas las operaciones que se programen sean seguras. (figura 1).

La actividad inicial después de instalado y probado todo el equipo de reparación (ya eliminadas las válvulas superior, laterales y cruz), será la de colocar un preventor anular sobre la válvula maestra de 10"Ø y encima otro preventor tipo "U" doble de arietes y finalmente un desviador de flujo (se deberá contar también con las válvulas de contrapresión respectivas).

Como medida precautoria será importante que las salidas laterales 2"Ø que están en el carrete de expansión, cuando menos a una de ellas deberá colocársele una extensión

SISTEMA DE CONTROL SUPERFICIAL

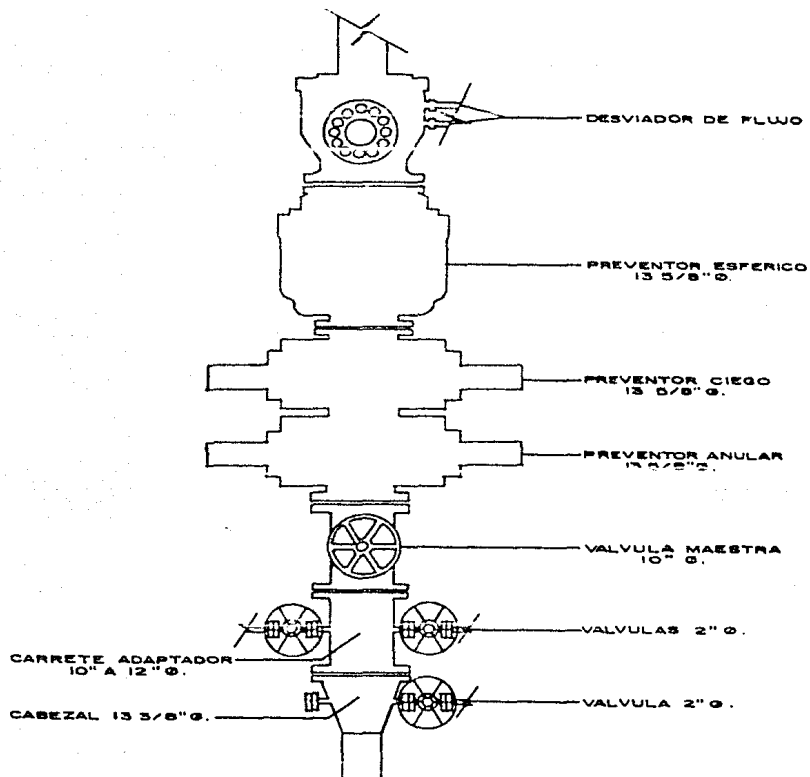


FIG. 1

de tubería de 2"Ø a 30.00 m., o más fuera del equipo para -- que en caso de emergencia pueda intervenir a distancia.

A continuación se detallan los accesorios de control más usuales.

DESCRIPCION DEL ELEMENTO.

Cabeza rotatoria para perforación, provista de -- elementos de rodamiento y componentes de sello, resistentes a la alta presión y temperatura, que permiten proteger al -- personal y al equipo, controlando y desviando los flujos ver ticales provenientes del pozo (vapor, agua-vapor, gases. -- etc.) durante las operaciones de perforación con aire, espu ma, niebla, etc.

CARACTERISTICAS DE SU DISEÑO.

En tiempos pasados, la industria de perforación -- petrolera optimizó las ventajas inherentes a utilizar como -- fluido de perforación circulante gas o aire en la operación rotatoria. Algunas de las razones habían sido los altos -- promedios de penetración, mayor duración en la vida de las ba -- rrenas, eliminación de costos por sustitución de los mate --

riales para perforación tradicionales.

Esta reciente economía se tornó más importante -- al presentarse en las operaciones la pérdida total de circulación.

El riesgo latente de daño a la formación o la contaminación de las distintas zonas con lodo de perforación, es desde luego eliminado cuando se utiliza éste método con aire o gas con la ventaja de perforar y terminar con un agujero - limpio.

Mucho más recientemente se desarrolló la perforación geotérmica en rocas volcánicas y/o arenas, también en - contrándose que en base a estadísticas se llegaba a producir se daños por alteración de los fluidos de perforación en las fracturas o zonas de alta permeabilidad importantes, de aquí que actualmente en geotermia se han utilizado satisfactoriamente las cabezas rotatorias para perforación, a continua -- ción se describen ampliamente. (figura 2).

CARACTERISTICAS DE SU FABRICACION.

- COMPACTO.- Debido a sus 1.18 m. (36") puede -

SISTEMA DE CONTROL SUPERFICIAL

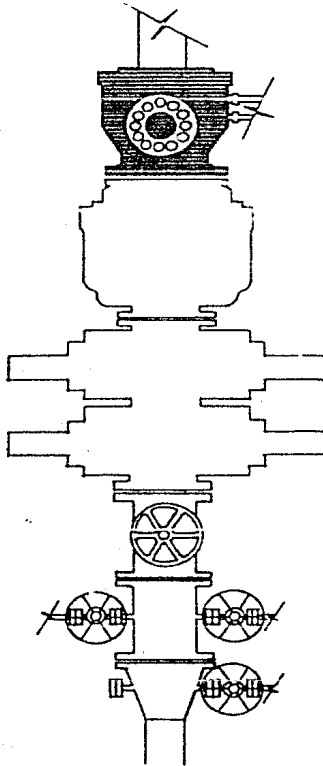


FIG. 2

ser colocado en la parte superior de los preven
tores del medio árbol geotérmico bajo la subes-
tructura del equipo de perforación.

- CONSTRUCCION RIGIDA.- Cientos de miles de horas de experiencias de campo en todos los tipos y condiciones de perforación han demostrado su to
tal duración y largo rango de economía para el diseño de esta cabeza rotatoria para perfora --
ción.
- FACILIDAD DE MANEJO.- La cabeza rotatoria para perforación puede ser fácilmente trasladada con sus agujeros estratégicamente diseñados.
- LUBRICACION CONTINUA.- Todas sus partes móviles están selladas y operan completamente sumergi -
das, en aceite a presión para brindar una larga duración sin problemas. Se trabaja con tres tipos de acumulador de presión de aceite para --
64.34 l. (17 gal.) recirculado, 64.34 l. - -
(17 gal.) no recirculado, y sistema de recirculación acoplado a un tambor de 208.70 l. - -
(55 gal.)

- DESENSAMBLADO AUTOMATICO.- La flecha de perforación automáticamente acopla o desacopla el buje móvil superior cuando ésta se levanta o baja.

- AMORTIGUA VIBRACIONES.- Las cargas laterales de la flecha son amortiguadas por el elemento integral de hule. Acoplado entre el buje maestro interior previene de daños a la cabeza de perforación.

VENTAJAS DE SU UTILIZACION.

En base a experiencias de otros campos petroleros, se comprobó su eficacia cuando se empleaba en pozos donde existían presiones anormales o flujos súbitos, permitiendo la libertad y seguridad del personal de perforación, posteriormente cuando los pozos geotérmicos observaban las mismas condiciones de riesgos se diseñaron partes que resistieron la presión y alta temperatura y de esa manera actualmente es un accesorio imprescindible en la perforación normal o sus variantes aire, espuma niebla, etc. además por la facilidad que su diseño ofrece para efectuar cambios de sus peizas aun instalado en el mismo árbol geotérmico.

CABEZA ROTATORIA PARA PERFORACION

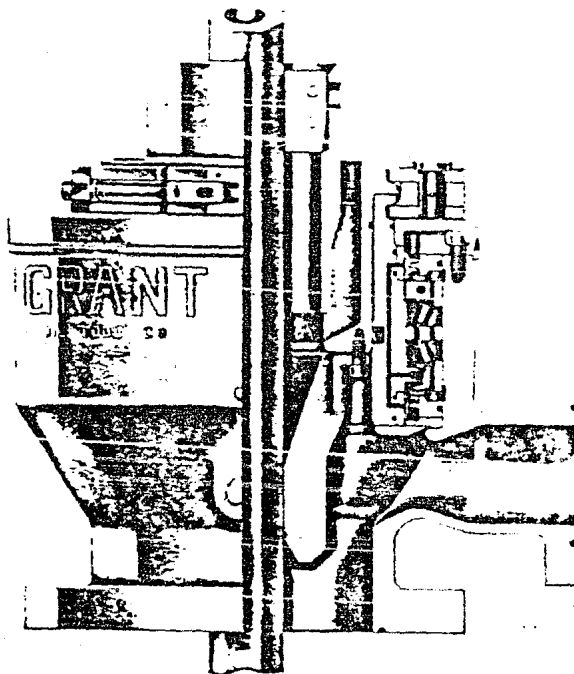


FIG. 3

PREVENTOR DE REVENTONES TIPO ESFERICO

DESCRIPCION DEL ELEMENTO.

Obturador de seguridad anular estándar que permi
tirá desmontar tuberías de perforación y uniones de herra --
mientas o sellar herméticamente el espacio anular o el pozo --
abierto contra la presión total de trabajo.

El obturador de seguridad anular provee una - --
acción de cierre positiva y rápida, con controles simplifica
dos que mantienen los fluidos en el pozo cuando existe la --
amenaza de un brote. El sellado de tipo universal del obtura
dor de seguridad anular permite un cierre y sellado herméti-
co contra prácticamente cualquier herramienta en el pozo. El
mantenimiento del obturador de seguridad es simple, rápido y
económico, realizándose con herramientas comunes.

El cuerpo de fundición de acero de baja aleación-
ofrece una óptima resistencia y un excelente control de la -
distribución de esfuerzos. Las amplias pruebas practicadas -
exceden en mucho los requisitos del API, aseguran que cada -
unidad cuente con los factores de seguridad y la confiabi --
lidad deseados.

El análisis por elementos finitos empleado en el diseño del cuerpo es el método más avanzado y preciso de análisis de recipientes a presión, permitiendo asegurar una configuración estructural del cuerpo libre de defectos. (figura 3).

Las pruebas de envoltura (hidrostáticas) del cuerpo del obturador de seguridad exceden las normas de la industria aceptadas por el API para proveer un obturador de seguridad seguro y confiable.

La supervisión de prueba hidrostática de emisión-acústica se usa durante la prueba de calificación a fin de proveer un aseguramiento volumétrico del 100 por ciento de ausencia de defectos en el recipiente a presión.

Las cámaras de operación se prueban, a la presión nominal de trabajo del obturador de seguridad o a 3000 lb/pulg², cualquiera que resulte mayor. Esto asegura resistencia, confiabilidad, seguridad y la capacidad de aplicar sobrepresiones a las cámaras en aquellas situaciones que requieran el control del pozo.

Las ranuras de anillo de la conexión, revestidas-

PREVENTOR DE REVENTONES ESFERICO

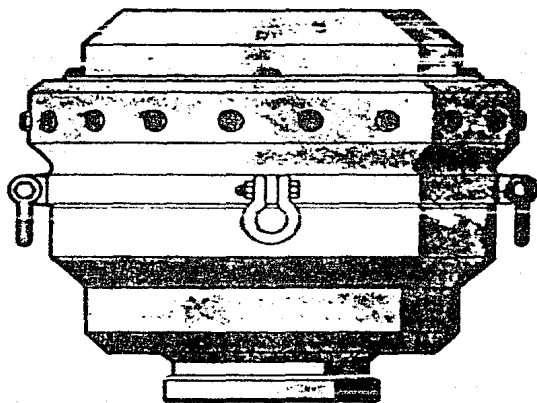


FIG. 1

con acero inoxidable, son estándar en todos los obturadores de seguridad de 10,000, 15,000 y 20,000 lb/pg² y en todos -- los obturadores de seguridad de 2,000, 3,000 y 5,000 lb/pg² con tamaño del agujero de 13 5/8" y mayores, siendo opcionales en todos los otros obturadores de seguridad.

CARACTERISTICAS DE SU DISEÑO.

El diseño de cabeza roscada es un método simple, eficiente y robusto para conectar la cabeza al cuerpo, a fin de asegurar cualquier operación, sin piezas sueltas que puedan perderse en el interior del pozo o fuera de la plataforma.

La cabeza embirlada permite un acceso rápido y positivo a la unidad obturadora y a los sellos para reducir a un mínimo el tiempo de mantenimiento. El mecanismo de trabajo deja libre la cabeza con sólo unas pocas vueltas de los tornillos de accionamiento de las mordazas, mientras el mecanismo completo permanece dentro del obturador de seguridad.

Solo dos piezas móviles (pistón y unidad obturadora) en el obturador de seguridad anular Hydril significan pocas áreas están sujetas al desgaste. El obturador de -

con acero inoxidable, son estándar en todos los obturadores de seguridad de 10,000, 15,000 y 20,000 lb/pg² y en todos -- los obturadores de seguridad de 2,000, 3,000 y 5,000 lb/pg² con tamaño del agujero de 13 5/8" y mayores, siendo opcionales en todos los otros obturadores de seguridad.

CARACTERISTICAS DE SU DISEÑO.

El diseño de cabeza roscada es un método simple, eficiente y robusto para conectar la cabeza al cuerpo, a fin de asegurar cualquier operación, sin piezas sueltas que puedan perderse en el interior del pozo o fuera de la plataforma.

La cabeza embirlada permite un acceso rápido y positivo a la unidad obturadora y a los sellos para reducir a un mínimo el tiempo de mantenimiento. El mecanismo de trabajo libera la cabeza con sólo unas pocas vueltas de los tornillos de accionamiento de las mordazas, mientras el mecanismo completo permanece dentro del obturador de seguridad.

Solo dos piezas móviles (pistón y unidad obturadora) en el obturador de seguridad anular Hydril significan que pocas áreas están sujetas al desgaste. El obturador de -

seguridad es, así, un mecanismo más seguro y eficiente que requiere menos mantenimiento y tiempos perdidos.

El largo pistón, con una relación de longitud a diámetro muy próxima a la unidad, elimina la tendencia a desalinearse y atascarse durante las operaciones con tuberías descentradas o cuando existen depósitos de arena, recortes u otros elementos distribuidos en forma dispersa. Este diseño asegura que la unidad obturadora siempre se abra hasta la posición correspondiente al diámetro total.

El caucho alimentable desde la parte posterior a la frontal de la unidad obturadora, permite que ésta cierre y selle herméticamente contra prácticamente cualquier contorno de la sarta de perforación o que cierre completamente el pozo abierto, sin ésta, permitiendo asimismo el paso de las juntas de herramienta bajo presión. Gracias a esta característica, el obturador de seguridad puede cerrarse con confianza cuando se presente la indicación inicial de un brote, sin demora alguna para localizar la junta de herramienta.

El diseño de cubeta cónica del pistón provee un método simple y eficiente de cierre de la unidad obturadora. El pistón sirve como una superficie sellante contra la uni -

dad obturadora de caucho; no existe desgaste por contacto -- de metal a metal y, por consiguiente, esto resulta en una ma yor vida útil del equipo.

La utilización de la máxima vida útil de la uni - dad obturadora resulta posible debido a un indicador de pis - tón que permite medir la carrera del mismo. Esta medida indi - ca la vida útil restante de la unidad obturadora y constitu - ye una prueba válida.

La placa de desgaste de la cabeza del obturador - de seguridad reemplazable en el sitio sirve como una superfi - cie de desgaste superior no sellante para el movimiento de - la unidad obturadora; ello permite que las reparaciones en - el sitio se efectúen en forma rápida y económica.

Los insertos de acero apestañados en la unidad -- obturadora refuerzan el caucho, controlan su flujo y extru - sión para obtener una operación más segura y una mayor vida - útil de la unidad obturadora, la que se prueba a la presión - nominal total de trabajo en la fábrica, pruebas éstas que se documentan antes de que la unidad llegue al sitio de instala - ción, a fin de asegurar un trabajo seguro.

La unidad obturadora puede reemplazarse con la tubería en el pozo, lo que elimina la necesidad de sacar la columna perforadora cuando se requiera su reemplazo, reduciendo así los costos de operación y brindando más opciones para los métodos de control del pozo.

Sellos de grandes dimensiones, activados por la presión, se usan para sellar dinámicamente las cámaras del pistón a fin de proveer una operación segura, una larga vida útil del sello y un menor mantenimiento.

Las superficies sellantes del pistón, protegidas por el fluido de operación, reducen la fricción y protegen contra el desgaste y los daños de la superficie por altas temperaturas localizadas debidas al rozamiento. Esto aumenta la vida útil del sello y reduce el tiempo de mantenimiento.

PREVENTOR DE REVENTONES TIPO ARIETE

DESCRIPCION DEL ELEMENTO.

El obturador de seguridad Hydril del tipo de ariete es esencialmente una válvula especial para " cerrar " el pozo. De funcionamiento similar al de una válvula de compuerta, este obturador de seguridad cuenta con compuertas llamadas arietes que convergen hacia el centro y cierran el pozo. Las caras de los arietes están provistas de obturadores de caucho de grandes dimensiones, conformados para efectuar el cierre alrededor de tuberías de producción, perforación o de revestimiento, o para cerrar completamente al agujero libre. El sello superior del ariete cierra el área entre el ariete y el cuerpo del obturador de seguridad. Los arietes Hydril proveen un gran volumen de caucho alimentable en el sello superior y en el obturador frontal. A medida que se produce el desgaste del sello y/o del obturador frontal se comprime una mayor cantidad de caucho hacia el área de sellado para permitir un cierre positivo.

Cuando los arietes de tubería se cierran, éstos sellan herméticamente el espacio anular entre la superficie externa de la tubería y las paredes del pozo. Las guías de

centrado en la cara de los arietes de tubería aseguran que la tubería quede concéntrica con las paredes del pozo al cerrarse los arietes. Los obturadores de seguridad Hydril del tipo de ariete también pueden proveerse con arietes ciegos para cerrar el pozo cuando no existen tuberías en el mismo. Se dispone de arietes ciegos/cizalla que primero cortan la tubería de perforación y luego sellan la cavidad del pozo.

El obturador de seguridad del tipo de ariete se abre y cierra hidráulicamente. Los arietes se cierran aplicando presión a la cámara de cierre. El obturador frontal realiza el sellado entre la cara del ariete y la superficie externa del tubo mientras que el sello superior efectúa el cierre hermético del espacio entre el ariete y el asiento del sello. La aplicación de presión hidráulica a la cámara de apertura hace retroceder los arietes.

Estos preventores tienen tapas abisagradas para facilitar el cambio de los arietes. El reemplazo de los arietes se realiza llevándolos primeramente a la posición totalmente abierta. Luego se desmontan los pernos de la tapa y se abre ésta haciéndola girar aproximadamente 90 grados. Una vez abierta la tapa, los arietes se accionan hidráulicamente para llevarlos a su posición extendida. A continuación, el

ariete se levanta directamente hacia arriba para desacoplarlo del vástago del pistón. El nuevo ariete de reemplazo se asienta primeramente en el vástago del pistón y, después de sacar la argolla de levante, se lo hace entrar en la cavidad de la tapa. Finalmente, se gira la tapa hasta cerrarla y se aseguran los pernos de la misma aplicando la torsión adecuada, con lo que el obturador de seguridad queda listo para su uso.

El cerrado en posiciones múltiples es un mecanismo automático de cierre del ariete que puede obtenerse en to dos los preventores del tipo de ariete. También puede obtenerse sistema de cierre manual. Los preventores pueden convertirse de cierre manual a cierre en posiciones múltiples.

Hydril excede los requisitos de las normas industriales del Instituto Americano del Petróleo (API), y conduce el más reciente procedimiento de evaluación no destructiva en cada uno de sus obturadores de seguridad del tipo de ariete, que es el de observación de Emisiones Acústicas. Este procedimiento ofrece un aseguramiento volumétrico del --- 100% de que se cuenta con un recipiente a presión de calidad y gran confiabilidad. El obturador de seguridad del tipo de ariete también cumple con los requisitos de las normas vigen

PREVENTOR DE REVENTONES DE ARIETES

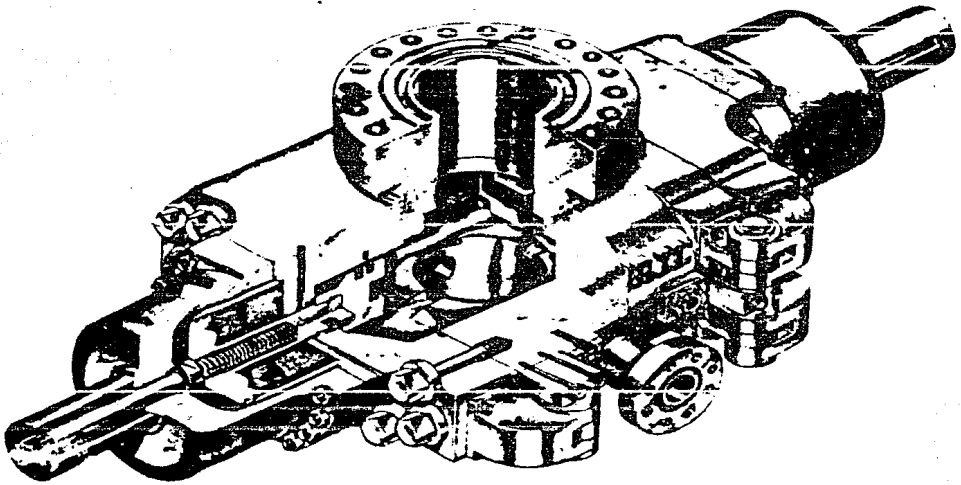


FIG. 1

tes de la National Association of Corrosion Engineers - - -
(NACE) con respecto a la resistencia a la fisuración por -
esfuerzos latentes en presencia de sulfuro. (figura 3).

CARACTERISTICAS DE SU DISEÑO.

1.- El cuerpo de fundición de los arietes, que es en esencia un recipiente a presión, tiene una dureza estructural y resistencia controlables y pronosticables en todas sus partes. El material de este recipiente a presión, tiene la misma resistencia a lo largo de todos sus ejes para proveer una robustez confiable y una resistencia a la fisuración por esfuerzos latentes cuando el crudo contiene sulfuro de hidrógeno. Estos materiales se caracterizan por su alta resistencia al impacto, necesaria para el servicio a bajas temperaturas. Métodos tecnológicos avanzados, tales como el Método de Análisis Estructural por elementos discretos y la observación de pruebas de Emisión Acústica, se combinan para brindar un obturador de seguridad altamente confiable y con los factores de seguridad deseados.

2.- El conjunto de arietes provee un sellado hermético confiable del pozo a los fines de control y seguridad. El ariete contiene un gran volumen de caucho alimentable en-

SISTEMA DE CONTROL SUPERFICIAL

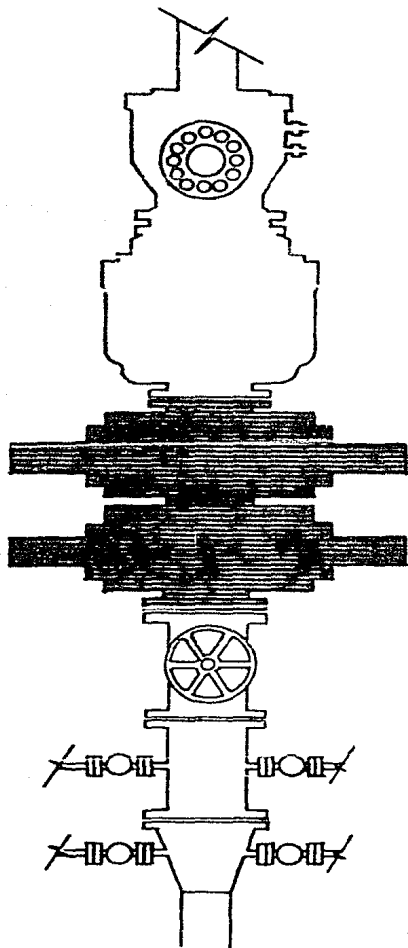


FIG. 2

el obturador frontal y en el sello superior, para asegurar una larga vida útil.

3.- El asiento de sello reemplazable en el sitio brinda una superficie suave de sellado al sello superior del ariete. El asiento del sello se fabrica con materiales seleccionados especialmente y de características comprobadas para obtener una duración máxima. Este asiento de sello reemplazable en el sitio elimina los trabajos de reparación en el taller, tales como soldadura, tratamiento para eliminación de esfuerzos internos y mecanizado, reduciendo así el tiempo de paralización forzada y los costos directos de reparación.

4.- Las tapas abisagradas giran a una posición de despeje total con respecto a obstáculos superiores (tales como otro obturador de seguridad) y permiten un fácil acceso para efectuar el cambio rápido de arietes y reducir así el tiempo de paralización forzada.

5.- Las bisagras de carga son totalmente independientes de la bisagra de fluido y están provistas con cojinetes autolubricados que soportan el peso total de la tapa y permiten que ésta se abra en forma fácil y rápida.

6.- Las bisagras de fluido, que son independientes de las bisagras de carga, conectan los pasajes de fluido de control entre el cuerpo y las tapas. Esta disposición resulta en un sello hidráulico confiable y permite la prueba y operación de los arietes, a la presión total, con las tapas abiertas. Las bisagras de fluido y las bisagras de carga contienen todos los sellos necesarios para esta función y pueden desmontarse rápidamente para una reparación simple y económica.

7.- La camisa de cilindro reemplazable presenta una superficie interna resistente a la corrosión y al desgaste para una operación confiable del pistón. La camisa de cilindro puede reemplazarse fácilmente en el sitio o repararse a fin de reducir el costo de mantenimiento y el tiempo de paralización forzada.

8.- El conjunto de pistón y vástago es de una sola pieza a fin de lograr resistencia y confiabilidad en el cierre y apertura de los arietes, lo que resulta en un conjunto de operación segura.

9.- Selección del cierre de los arietes. - En los obturadores de seguridad del tipo de ariete puede obtenerse

el cierre en posiciones múltiples o el cierre manual.

10.- El cierre en posiciones múltiples.- Utiliza un mecanismo de embrague mecánico accionado hidráulicamente para cerrar en forma automática los arietes en una posición de cierre.

11.- El cierre manual utiliza una rosca tipo ACME- (29°) reforzada para cerrar manualmente el ariete en la posición de cierre o para cerrar el ariete en forma manual si el sistema hidráulico se encuentra fuera de operación.

12.- Las conexiones de fluido y los pasajes hidráulicos están construidos internamente en las tapas y en el cuerpo, lo que previene el daño durante las operaciones de transporte y de manejo.

13.- Las ranuras de los anillos del conector tienen un revestimiento de acero inoxidable para todos los conectores (salidas superior, inferior y laterales), para lograr que la superficie de sello sea resistente a la corrosión.

14.- La cavidad de arietes con declive ofrece un -

drenaje natural que permita eliminar la acumulación de la -- arena y del fluido de perforación.

15.- El sello de tapa utiliza un material amplia - mente comprobado en las instalaciones. Es un diseño integral que combina el sello y el anillo de apoyo para lograr confia - bilidad y larga duración.

16.- El sello de lodo del vástago del pistón es un sello robusto y ampliamente comprobado en las instalaciones. Su diseño integral combina el sello de borde de contacto con el anillo de apoyo. Sujeción en la tapa se logra con un anillo espiral de retención de acero inoxidable.

17.- La empaquetadura secundaria (de emergencia) del vástago del pistón provee un sello adicional de emergen - cia para el caso de que se produzcan pérdidas a través del - sello primario y no sea posible efectuar las reparaciones de inmediato.

18.- El agujero de drenaje a la atmósfera aisla la presión del pozo, e indica cuando se ha logrado el sellado - y toda pérdida que pueda producirse en el asiento primario.

19.- Los sellos del pistón son del tipo de borde de contacto y están activados por la presión. Ellos proveen un sellado confiable del pistón para formar las cámaras de operación del obturador de seguridad.

20.- Las salidas laterales para las líneas de estrangulación/ahogo pueden obtenerse en todos los modelos. -- Pueden colocarse dos salidas, una en cada lado, por debajo de cada ariete. En las configuraciones simples y dobles, las salidas pueden colocarse debajo del ariete superior e inferior, debajo del ariete inferior solamente, o debajo del ariete superior solamente. Esto permite una gran flexibilidad en el diseño de la columna.

21.- Configuraciones simples y dobles. Estas pueden obtenerse con conexiones a bridas conforme al Instituto Americano del Petróleo, del tipo de espárragos o del tipo campana para abrazadera. Esto permite el uso más económico del espacio disponible, tanto para operación como para el servicio.

22.- Los pernos de tapa están dimensionados para facilitar su torsión y dispuestos para obtener un sellado confiable entre la tapa y el cuerpo. Esto evita una distor-

sión excesiva durante el sellado de alta presión.

23.- Los retenes de los pernos de tapa mantienen - estos pernos en la tapa mientras se efectúa el servicio del obturador de seguridad.

24.- Las varillas de guías alinean el ariete con - la cavidad de la tapa, evitando daños al ariete, al vástago del pistón o a las tapas cuando se hacen retroceder los arietes.

25.- El sellado de los arietes se mantiene por medio de las presiones del pozo. No se requieren fuerzas de -- cierre para mantener un sellado ya establecido de los arietes.

DESCRIPCION DE SU OPERACION.

El ariete es una pieza integral de fundición de - acero de baja aleación, habiéndose diseñado, para combinar - una gran resistencia con un conjunto de sellos de máxima --- eficiencia. El conjunto de sellos consiste en un obturador - frontal y un sello superior, cada uno de los cuales contiene un gran volumen de caucho alimentable para una larga vida --

útil. El obturador frontal y el sello superior son unidades separadas que pueden reemplazarse en forma independiente.

La superficie superior del ariete está rebajada para prevenir el desgaste del asiento del sello durante la operación de apertura y cierre de los arietes, y para evitar rayar el asiento del sello como consecuencia de un ariete averiado. Un notable método de accionamiento del sello superior produce contacto con el asiento del sello sólo durante la parte final de la carrera de cierre del ariete. El sello superior cuenta con un gran volumen de caucho alimentable para asegurar una larga vida útil, aún cuando los sellos estén dañados o hayan sufrido un desgaste excesivo.

El obturador frontal tiene asimismo un gran volumen de caucho alimentable, el que está cementado a robustas placas anti-extrusión. La gran superficie frontal de caucho, conjuntamente con el gran volumen de caucho alimentable, aseguran el sellado hermético durante operaciones de cierre repetidas, aún con obturadores usados que deban sellar contra superficies de tubo dañadas.

Los arietes de tubería con insertos de aleación endurecida son estándar para los obturadores de seguridad

de 16 3/4" - 10000 lb/pg² y 18 3/4" - 10000 lb/pg². Están --
diseñados para permitir la suspensión repetida de hasta ---
600000 libras de peso de la tubería de perforación mediante-
las uniones cónicas de ésta, al mismo tiempo que mantienen -
un sellado hermético a la presión nominal total. Este diseño
puede obtenerse en los obturadores de seguridad de 13 5/8" -
5000 lb/pg² y 10000 lb/pg², en los de 21 1/2" - 2000 lb/pg².

Los arietes de tubería estándar suministrados con todos los
tamaños de obturadores de seguridad soportarán una carga sus
pendida en una unión cónica de la tubería de perforación y -
mantendrán un sellado hermético. Sin embargo, los arietes --
pueden sufrir una deformación. La guía de centrado de la tu-
bería en la cara de los arietes de tubería aseguran el cen -
trado del tubo con respecto a las paredes del pozo cuando se
cierran los arietes.

Los arietes ciegos realizarán el sellado repetido
de un pozo sin tuberías hasta la presión nominal total. Los-
arietes ciegos/cizalla, pueden cortar tubos de perforación -
de tamaño común y sellar la cavidad del pozo, sin que sea ne
cesario sacar los extremos superior e inferior de la tubería
de perforación.

OPERACION DEL OBTURADOR FRONTAL.

El obturador frontal cuenta con un gran volumen de caucho alimentable, cementado a robustas placas antiextrusión. Cuando los arietes se han acercado suficientemente uno al otro durante la operación de cierre, las coronas de caucho en la cara del obturador frontal crean presión en el caucho para iniciar el sellado. El movimiento subsiguiente de los arietes hace que las placas anti-extrusión de los obturadores frontales en oposición entren en contacto, a fin de controlar el flujo de caucho hacia el área de sellado.

El desgaste producido en la cara del obturador frontal debido a la rotación o movimiento alternativo de la tubería durante el sellado, es compensado por el gran volumen de caucho alimentable que se encuentra en la parte posterior del obturador frontal. Este caucho se alimenta hacia el área de desgaste a medida que los bloques de ariete se acercan más y más a la tubería.

OPERACION DEL SELLO SUPERIOR.

El sello superior es un sello que se reemplaza en forma independiente, contando con un gran volumen de caucho-

alimentable, el que está cementado a robustas placas anti-extrusión.

El método de activación del sello superior mantiene al sello dentro del ariete, evitando su desgaste durante el desplazamiento de éste. El sello superior es activado por el cierre de los arietes pero su activación total no se completa hasta que se logre el sellado hermético final. El diseño de las superficies interiores superiores del asiento del sello y del cuerpo del obturador de seguridad evita el arrastre del sello superior a través de esta superficie, antes del sellado final del cuerpo o tapa. Este diseño provee una vida útil, confiable y prolongada.

Todos los pasajes hidráulicos y conectores de fluido se encuentran dentro del cuerpo del obturador de seguridad. Estas líneas internas no pueden dañarse durante las operaciones de transporte o manejo. El fluido de accionamiento entra en el cuerpo del obturador de seguridad a través de orificios de apertura y cierre, haciéndose llegar hasta el cilindro de accionamiento a través de la bisagra de fluido.

Un diseño de perforaciones cruzadas de los pasajes hidráulicos evita tener tapas " derecha " e " izquierda "

Cualquier tapa puede instalarse en cualquiera de los lados-- del cuerpo del obturador de seguridad. Todos los accesorios-- necesarios para la instalación de la tapa izquierda y dere - cha han sido perforados y roscados. Esto elimina la necesi - dad de que se pida una pieza incorrecta, reduciendo asimismo el número de repuestos que deben mantenerse en existencia.

BISAGRA DE FLUIDO.

Esta bisagra de fluido es una robusta bisagra de acero, con perforaciones y orificios de entrada y salida para conducir el fluido hidráulico de accionamiento desde el - cuerpo hasta la tapa. Todos los sellos se encuentran conteni dos dentro del conjunto de la bisagra de fluido. Este diseño brinda un sistema de sellado altamente confiable y fácil de - mantener, sin necesidad de interferir con la operación o --- ajuste de las bisagras de carga o de la tapa.

DESMONTE DEL CONJUNTO DE LA BISAGRA DE FLUIDO.

El desmonte de la bisagra de fluido es sumamente - simple realizándose de la manera siguiente:

- 1.- Sacar los dos tornillos de sujeción de cabeza

hexagonal a continuación, deslizar el conjunto de la bisagra de fluido entre las bisagras de la tapa. Los subconjuntos de sellos en la bisagra de fluido se encuentran bajo presión de resorte. La cavidad de la bisagra de fluido está diseñada de manera que el subconjunto de sellos soltará al sacarse la bisagra, pero quedará retenido por la fricción del anillo o -- cuando los resortes se encuentran completamente extendidos.

SUBCONJUNTO DE SELLOS.

El subconjunto de sellos efectúa el sellado entre las superficies de la bisagra de fluido y de la bisagra de la tapa por medio de un sello de cara. El sellado inicial da la acción del resorte con una fuerza adicional provista por la presión hidráulica de cierre. La activación del subconjunto de sellos asegura un cierre hermético confiable a cual -- quier presión de operación permitiendo, además girar la tapa al mismo tiempo que se mantiene la presión total de operac-- ción del sistema.

BISAGRA DE CARGA.

La bisagra de carga, que soporta la carga total de la tapa, está sujeta a la tapa y cuerpo por medio de per-

nos. La bisagra de carga viene provista con cojinetes auto--
lubricados que permiten una apertura rápida y simple de la -
tapa.

El diseño de la bisagra de carga permite el ajus-
te de la posición vertical de la tapa para asegurar un cie -
rre hermético contra el cuerpo.

ARBOL DE VALVULAS GEOTERMICO

DESCRIPCION.

Se define como el conjunto de accesorios y elementos mecánicos superficiales que se instalan cuando se termina un pozo.

Inicia el árbol sobre el último cabezal de revestimiento y es el medio para hacerlo producir, evaluarlo, controlarlo y/o repararlo.

El llamado medio árbol de válvulas geotérmico lo constituyen elementos como el cabezal de revestimiento, cuñas colgadoras (integradas al cabezal) de la tubería profunda, el carrete adaptador y la válvula maestra; este medio árbol desde luego, está complementado por el equipo de control superficial durante las operaciones de perforación o reparación y siendo éstos: El conjunto de preventores, esférico, anular/ciego y el desviador de flujo; una vez concluidas las actividades mencionadas se sustituye el equipo de control por el complemento del árbol, que serían la cruz bridada, las válvulas laterales y superior con sus respectivas líneas de descarga, purgas, manómetros, referencias de creci -

ARBOL DE VALVULAS GEOTERMICO

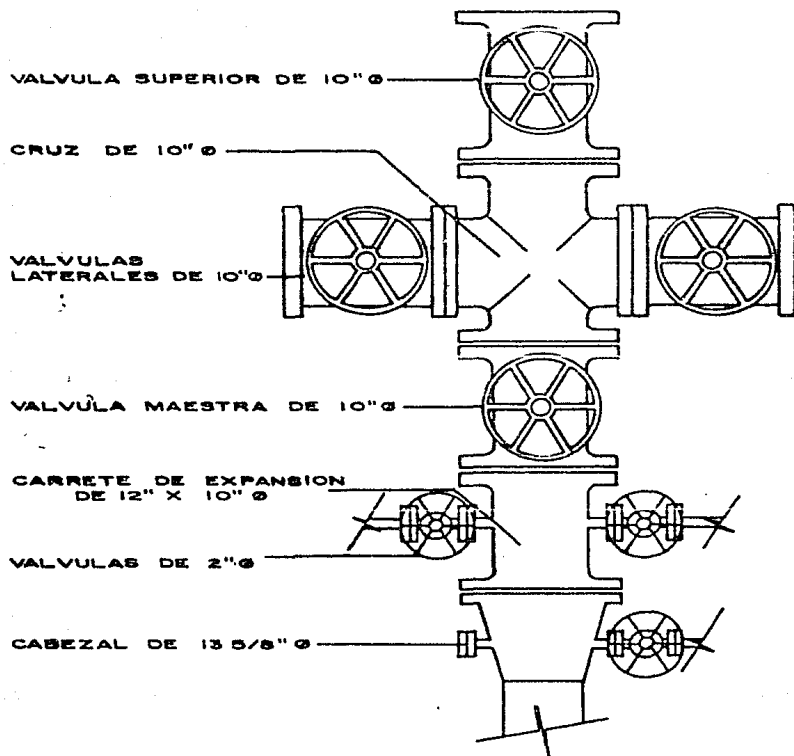


FIG. 1

miento, etc., dependiendo también de las características del pozo productor, exploratorio, inyector, etc.

A la fecha, prácticamente en el sistema geotérmico mundial ya se han uniformizado los diseños de los árboles con algunas variantes, pero siendo los campos tan diversos - en sus características, llevará tiempo todavía lograrlo totalmente. (figura 1).

Los árboles de válvulas geotérmicos se originaron a partir de los petroleros, haciéndose para los primeros, -- cambios y adaptaciones en materiales y diseños que soportaran altas temperaturas, presiones, presencia de fluidos, -- mezclas, etc.

Los elementos mecánicos y accesorios que integran el árbol de válvulas se describirán como sigue:

Cabezal para T.R. 13 3/8"Ø (intermedia)
Cuñas colgadoras para T.R. 9 5/8"Ø (profunda)
Juego de válvulas laterales 2"Ø (en cabezal)
Carrete adaptador de expansión de 10" a 12"Ø
Juego de válvulas laterales 2"Ø (en carrete)
Válvula maestra 10"Ø

Cruz bridada (cuatro brazos) 10"Ø
Juego de válvulas laterales 10"Ø (en cruz)
Válvula superior 10"Ø (en cruz)
Cabezal para T.R. con salidas laterales.

CONCEPTO:

Cabezales para tubería de revestimiento de - - -
33.97 cm. (13 3/8"Ø) para 3,000 lb/pg² man., construido en
forma integral de acero forjado, en la parte superior una --
brida de 34.61 cm. (13 5/8"Ø) con junta anular tipo API-6B
para 3,000 lb/pg² man., diámetro interior de la brida 34.61-
cm. (13 5/8" Ø) API SPEC 6A Secc. 6 para una presión de --
trabajo de 211.1 kg/cm² (3,000 lb/pg² man.) en frío con sa
lidas laterales roscadas (NPT) y soldadas al cuerpo opues-
tas 180°, teniendo éstas en el extremo bridas de 5.24 cm. -
(2 1/16"Ø) de diámetro API tipo 6B para 351.4 kg/cm² - --
(5,000 lb/pg² manométricas), con rosca interior de 2"Ø --
(NPT) con rosca en su parte inferior interna de 13 3/8"Ø -
tipo buttress, con preparación para soldadura, en la parte -
superior, deberá contar con nido para alojar colgador - - -
(cuñas) para T.R. 24.25 cm. (9 5/8"Ø)

CABEZAL PARA TUBERIA DE REVESTIMIENTO

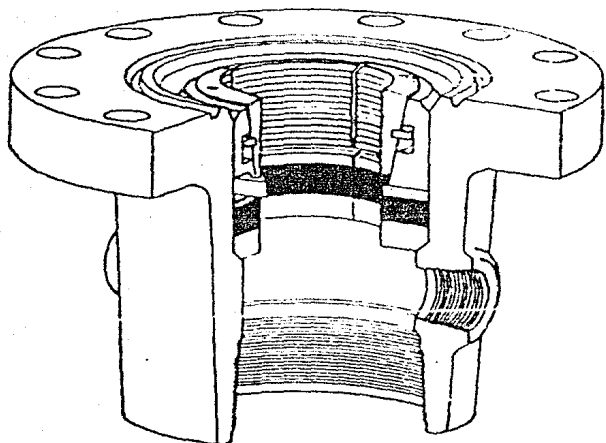


FIG. 2

DIMENSIONES

Altura del cabezal	40.64 cm. (16")
Diámetro interior	31.75 cm. (12½")
Diámetro para aïojar cuñas	34.29 cm. (13½")
Profundidad del nido para-cuñas.	20.48 cm. (8 1/16")
Distancia de salidas laterales a brida superior.	23.80 cm. (9 3/8")
Distancia del paño de brida lateral al centro del cabezal.	43.82 cm. (17¼")
Espesor mínimo en la secc. del nido.	3.81 cm. (1.5")
Longitud de rosca buttress.	13.97 cm. (5½")

ESPECIFICACIONES DE OPERACION.

Las especificaciones para materiales deberán cumplir lo recomendado por API para aceros SPEC 6A, Secc. 2, tipo 2 y las condiciones de trabajo, serán para manejar fluidos mezcla agua-vapor.

CONDICIONES DE ACEPTACION.

Los rangos de presión - temperatura (presión de

trabajo con vapor) para accesorios del árbol geotérmico debe estar de acuerdo con el código ANSI-B16.5, B16.34 excepto cuando en las características se indique de otra forma - - (WOG/WWP) agua-aceite-gas/presión de trabajo con agua.

CUNAS COLGADORAS PARA TUBERIA DE REVESTIMIENTO PROFUNDA. - - (figura 3).

DEFINICION.

Es un mecanismo combinado (colgador- empacador) formado por uno o varios elementos; y es utilizado para sellar o aislar el espacio anular formado por dos sartas de tubería de revestimiento, también se emplea para mantener suspendida, tensionada y empacada una sarta en la que esta operación se efectúa por la acción de las cuerdas, mordazas o cualesquier aditamento semejante, contra la sarta de revestimiento.

El empaque elástico se localiza inserto entre los dos cuerpos metálicos, lo que permite su deformación, ocasionada por el peso de la sarta de revestimiento al quedar sujeta por las mordazas, la expansión hacia el exterior produce el sello aislando totalmente el espacio anular.

COLGADOR PARA T.R. DE 9 5/8"Ø

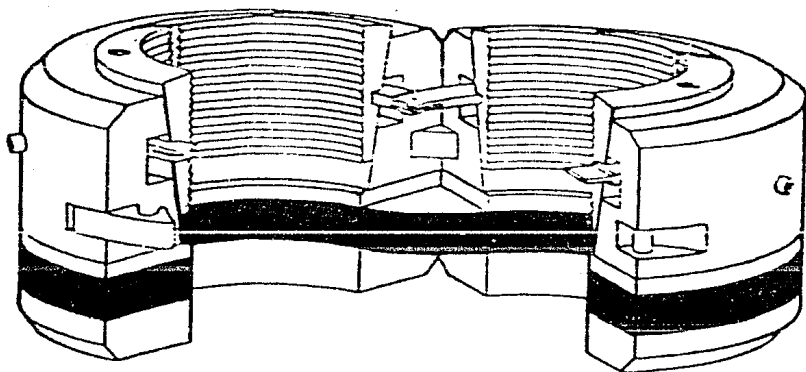


FIG. 5.

Las mordazas (gajos) son cuatro piezas de acero aleado, con tratamiento térmico de cementación estriada en la superficie, para una sujeción perfecta contra el exterior de la tubería de revestimiento. Las mordazas se mantienen libres, salientes del cuerpo base antes de ser ajustadas en el cuerpo del colgador, mediante tornillos Allen, roscados desde el exterior del cuerpo, los cuales se remueven una vez -- que se ciñeron contra la tubería y antes de que se deslice -- dentro del tazón del cabezal, el deslizamiento para alojar -- el colgador en su posición dentro del cabezal se logra mediante cuatro cáncamos o bujes que se roscan a las mordazas -- en la parte superior.

Las mordazas se mantienen unidas en la parte superior debido a la acción de un anillo que las sujeta contra -- el cuerpo, este anillo sirve también para alinearlas entre -- sí y a lo largo del eje.

Una vez que el colgador se asentó en el fondo del tazón se liberan las mordazas, las que se deslizan a lo largo de la superficie ahusada del cuerpo, presionando contra -- el cuerpo del colgador y la tubería de revestimiento, el deslizamiento gradual después de haberse tensionado la sarta se regula de manera que ajustaran las mordazas hasta que aprie-

ten contra ella y la mantenga en tensión.

CONCEPTO.-

Cuñas colgadoras para tubería de revestimiento de 24.5 cm. (9 5/8"Ø) tipo envolvente, con tres partes básicas: Cuerpo metálico, empaque para alta temperatura y mordazas metálicas, el empaque deberá alojarse entre las dos partes metálicas. Tendrá un mecanismo de cerrojo, tipo aldaba, que abra mediante un destornillador y con cuatro mordazas cementadas en la superficie para una sujeción perfecta de la tubería.

DIMENSIONES.

Diámetro exterior	34.13 cm. (13 7/16"Ø)
Altura total	20.47 cm. (8 1/16"Ø)

ESPECIFICACIONES DE OPERACION.

Las especificaciones para materiales, deberán cumplir lo recomendado por API para aceros SPEC 6A, Secc. 2, tipo 2 y las condiciones de trabajo, serán para manejar fluidos mezcla agua-vapor.

CONDICIONES DE ACEPTACION.

Deberá acoplarse perfectamente al nido, no deberá presentar defectos en el mecanismo de cierre.

VALVULAS LATERALES PARA GEOTERMIA 2"Ø ANSI-1500.(figura 4)

DEFINICION.

Es el dispositivo mecánico que se emplea para el control de los fluidos, este puede ser de paso, regulación, cambio de dirección.

CONCEPTO.

Válvulas de 5.08 cm. (2"Ø) diámetro efectivo, - paso completo de lado a lado ANSI-1500.

CARACTERISTICAS GENERALES.

Tipo compuerta (cuña rígida) sólida plana, extremos bridados para junta anular tipo "R", cuerpo y bonetebridados y embirlados, con doble tuerca, junta anular entrebonete y cuerpo, vástago saliente, anillos de linterna en el

bonete (con un punto de soldadura en el anillo colocado en la parte inferior del bonete), anillos en los asientos soldados al cuerpo, graseras de inyección en el yugo y en la caja de empaque.

El anillo del elevador contará con dos rodamientos balero en la parte superior e inferior respectivamente - para facilitar la operación de apertura y cierre de la válvula. El yugo deberá ser pieza independiente del bonete de tal forma que permita quitarlo aún cuando esté totalmente ensamblada la válvula.

DIMENSIONES.

El espesor mínimo de válvulas para diámetro efectivo, debe cumplir lo siguiente:

De final a final	ANSI-B16.10
Extremos bridados	ANSI-B16.5
Birlos y tuercas	ANSI-B.1.1 y B18.2.2.

ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES.

Cuerpo	ASTM-A-216-WCC
--------	----------------

VALVULA LATERAL 2" Ø.

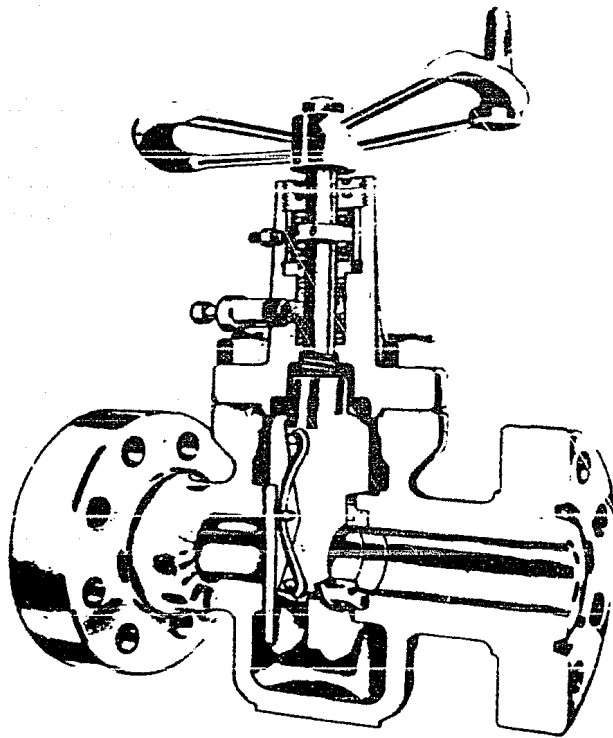


FIG. 7

Bonete	ASTM-A-216-WCC
Compuerta	ASTM-A-217-C5
Vástago	A-182-F9 ó F6
Yugo	A-216-WCC
Asientos	A-182-F9 ó F6
Birlos	A-193-B7
Tuercas	A-194-2H
Buje guía	A-182-F6
Anillo linterna	A-182-F6
Anillo prensa estopa	A-182-F6
Brida prensa estopa	A-216-WCC

Recubrimiento de estelite No.6 en la compuerta y en los asientos soldados al cuerpo. Los anillos del bonete y prensa estopa, no deberán tener filos, la arista de la parte interna del yugo, deberá permitir el libre acceso del prensa estopa, de tal manera que sea posible empacar y desempacar el vástago aún cuando la válvula esté totalmente ensamblada.

La aplicación del recubrimiento de estelite, debe rá ser sometido a la relevación de esfuerzos o tratamiento térmico al soldarse, de acuerdo con la sección IX del ASME.

Los materiales no deben presentar irregularidades

o discontinuidades, tales como: Grietas, fisuras ni desprendimientos de ningún tamaño de los recubrimientos al someterse a las condiciones de trabajo no deberán las válvulas contener aplicaciones que enmascaren grietas, fisuras o reparaciones, exceptuando los especificados en el API estándar -- 598, Secc. 2.5.

CARRETE ADAPTADOR DE EXPANSION DE 10" a 12"Ø (figura 5)

DEFINICION.

Es el accesorio del árbol geotérmico que permite la instalación del sistema de regulación, y hace las funciones de adaptador de diámetros entre el cabezal de revestimiento y el resto del árbol, con diseño interior para absorber el crecimiento de la T.R. profunda y sistema de empaques para aislar el espacio anular.

DIMENSIONES.

Altura total 91.4 cm. (36"Ø)	91.4 cm.(36")
Distancia del centro de las salidas laterales al paño de la brida inferior.	62.07 cm. --- (24 7/16")

CARRETE DE EXPANSION
DE 10"Ø A 12"Ø.

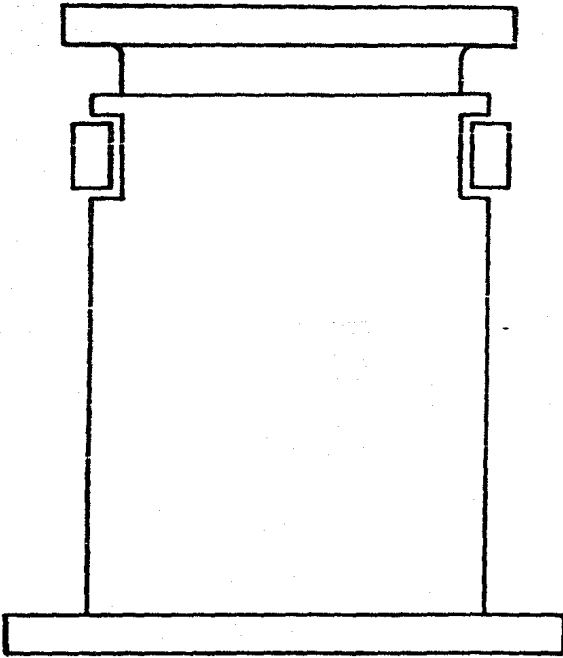


FIG. 6

Distancia del paño de la brida de 5.08 cm. - (2"Ø) al centro del carrete.	43.81 cm. (17¼")
Espesor mínimo en la parte inferior.	6.35 cm. (2½")
Espesor mínimo en la parte superior.	4.44 cm. (1 3/4")
Diámetro interior <u>des</u> de la parte inferior - hasta una altura de - 16.19 cm. (6.38").	24.68 cm. (9 23/32")

ESPECIFICACIONES DE MATERIALES.

Las especificaciones para materiales, deberán cumplir lo recomendado por API para aceros SPEC 6A, Secc. 2, tipo 2 y las condiciones de trabajo serán para manejar fluidos mezcla vapor-agua.

CRUZ BRIDADA DE CUATRO BRAZOS BRIDADOS 10"Ø (figura 6)

DEFINICION.

Es el componente o accesorio del árbol geotérmico que permite la instalación de los mecanismos de regulación y

CRUZ BRIDADA 4 BRAZOS 10"Ø.

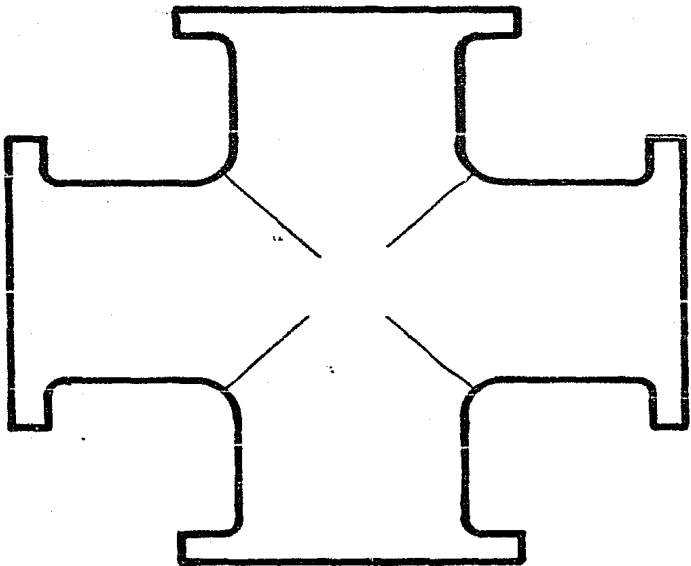


FIG. 11

derivación para que el pozo sea intervenido.

CONCEPTO.

Cruz bridada de cuatro brazos ANSI clase 900 de - 25.4 X 25.4 X 25.4 X 25.4 cm. (10"Ø por brazo) de diámetro efectivo, paso completo continuado con cuatro juntas anulares tipo R-53.

DIMENSIONES.

Todas las dimensiones están referidas a las recomendadas en el ANSI B16.5 y B16.34.

ESPECIFICACIONES.

Acero, recomendado en el ASTM-A-216 WCC para trabajar con tipo de fluido, mezcla agua-vapor.

CONDICIONES DE TRABAJO.

Los rangos de presión - temperatura (presión de trabajo con vapor) para los diferentes elementos del árbol-geotérmico deberán estar de acuerdo con el código ANSI-B16.5

y B16.34 excepto cuando en las características particulares se indique de otra forma WOG (agua-aceite-gas) o WWP trabajo con agua.

VALVULA MAESTRA, SUPERIOR Y LATERALES DE 10"Ø SERIE 900. - -
(figura 7).

DEFINICION.

Es el dispositivo mecánico, que se emplea para el control de los diferentes flujos, este manejo puede ser, de paso completo continuado, regulación y/o cambio de dirección.

DESCRIPCION DEL ELEMENTO.

Válvula de 20.32 cm. (10"Ø) de diámetro efectivo, pozo completo y continuado de lado a lado ANSI clase 900, tipo compuerta, en dos secciones para expansión paralela, extremos bridados para junta anular tipo "R" cuerpo y bonete - bridados y embirlados con doble fuerza, junta anular entre bonete y cuerpo, vástago saliente, anillo de linterna en la caja de empaque, anillos en los asientos, soldados al cuerpo, graseras de inyección en el yugo y en la caja de empaque. El anillo del elevador debe estar ajustado por unos opresores -

o bridado, no deberá soldarse. El sello de los anillos contra la compuerta deberá ser metal-metal. Las guías de la compuerta, deberán alojar a la misma en cualquier posición de la válvula, ya sea totalmente abierta o totalmente cerrada.- El cuerpo deberá contar con una válvula de seguridad y dos purgas, colocadas en la parte superior e inferior respectivamente. Los asientos y la compuerta deberán tener un recubrimiento de estelite en el área del sello.

UBICACION EN EL ARBOL GEOTERMICO.

DIMENSIONES.

Todas las dimensiones están referidas a las recomendadas en el código ANSI B16.34 y B16.10 además de lo recomendado por el API SPEC 6A a excepción de la caja de empaques que deberá alojar un 30% más de empaques que el recomendado por API.

De final a final	ANSI B16.10
Extremos bridados	ANSI B16.5
Birlos y tuercas	ANSI B1.1 y B18.2.2

ESPECIFICACIONES DE MATERIALES.

Cuerpo	ASTM-A-216-WCC
--------	----------------

**VALVULA MAESTRA, LATERALES
Y SUPERIOR 10" Ø.
SERIE 900**

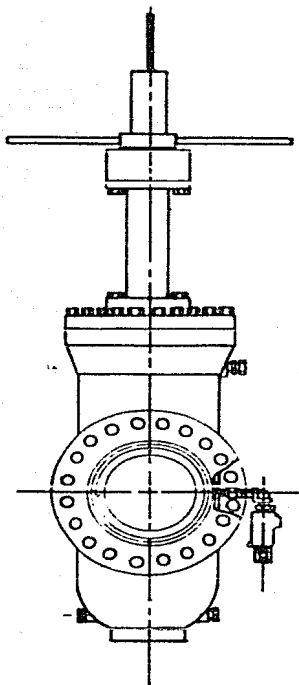


FIG. 2

Bonete	ASTM-A-216-WCC
Compuerta	ASTM-A-217-C5
Segmento	ASTM-A-217-C5
Vástago	ASTM-A-182 F9 ó F6
Yugo	ASTM-A-216-WCC
Asientos	ASTM-A-182 F6 ó F9
Birlos	ASTM-A-193-B7
Tuercas	ASTM-A-194-2H
Buje guía	ASTM-A-182-F6
Anillo linterna	ASTM-A-182-F6
Brida prensa estopa	ASTM-A-216-WCC
Empaque	Asbesto grafitado
Anillo tope segmento	410 acero inoxidable
Guías	410 acero inoxidable
Válvulas de seguridad purgas, graseras.	316 acero inoxidable.

Recubrimiento de estelite No.6 en la compuerta y en los asientos en el área del sello. Los anillos del bonete y prensa estopa no deberán tener filos, la arista de la parte interna del yugo deberá permitir el libre acceso del prensa estopa, de tal manera que sea posible empacar el vástago aún cuando la válvula esté totalmente ensamblada.

CARACTERISTICAS DE SU DISEÑO.

Antes de instalar la válvula, la grasa protectora deberá ser limpiada de la compuerta y del diámetro interior, tomando especial cuidado de no dañar la superficie de la misma.

Hecho esto, la válvula debe ser abierta antes de instalarse, ya que la compuerta podría dañarse y afectar el sello de la válvula. La compuerta está cromada o revestida con una capa de bisulfuro de mobildeno (HF-7).

El revestimiento (HF-7) es de color gris mateado opaco, mientras que el revestimiento de cromo tiene una apariencia brillante.

No frotar ni tratar de remover en forma alguna este acabado, ya que actúa como lubricante seco e inhibidor de corrosión.

La válvula debe ser instalada siempre en posición abierta. Esta observación es de primordial importancia en válvulas con conexiones a soldar ya que en esta forma se evita que la escoria dañe la compuerta. Deberá también estar

abierta al limpiar tuberías para evitar que la escoria se --
aloje en ella. Cuando se ha instalado y la prueba hidrostáti
ca se concluyó deberá drenarse totalmente para eliminar el -
agua o el fluido de prueba en el cuerpo de la misma.

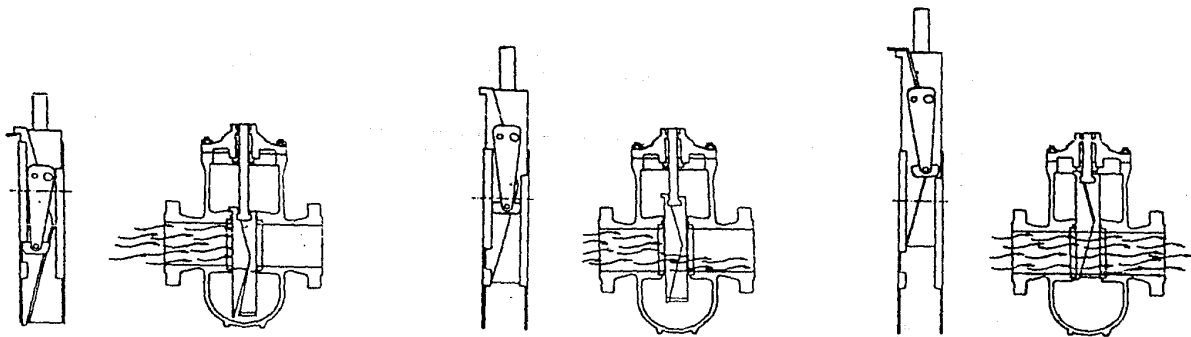
CARACTERISTICAS DE SU OPERACION.

Posición intermedia de la compuerta, cuando la -
compuerta de expansión está abriendo o cerrando ambos segmen
tos se comprimen juntos para alojarse totalmente en el paso.
En esta posición de movimiento en compresión el espesor máxi
mo es menor que la distancia entre los asientos de la válvu
la, reduciendo la fricción entre los segmentos y las caras -
de los asientos de la válvula (figura 7-A).

Posición cerrada de la compuerta, cuando la vál
vula está en posición cerrada los dos ángulos superiores de
la compuerta están en contacto. El vástago de la válvula for
za hacia abajo los segmentos los que hacen contacto con un -
tope no habiendo posteriormente ningún movimiento. La com --
puerta continúa forzada hacia abajo y el segmento inclinado-
expande hacia afuera, presionando el mismo en contra de los
asientos. (figura 7-A).

Posición abierta, cuando se presenta en esta posición los dos ángulos de la compuerta en la parte inferior están en contacto. El vástago de la válvula presiona la compuerta hacia arriba la cual se detiene en un tope y no remueve más. La compuerta permanece arriba y el ángulo del segmento expande hacia afuera forzando al mismo contra los asientos. (figura 7-A).

DETALLE COMPUERTA DE EXPANSION
VALVULA 10" Ø.



POSICION CERRADA

POSICION INTERMEDIA

POSICION ABIERTA

FIG. 3

CAPITULO III

**DIAGNOSTICO DEL ESTADO MECANICO DE UN POZO
Y PROGRAMA DE REPARACION**

DIAGNOSTICO DEL ESTADO MECANICO DE UN POZO

El diagnóstico mecánico que se puede hacer a un pozo geotérmico, durante su construcción, al estar terminado y/o cuando ha estado un tiempo considerable en observación y cerrado es de acuerdo a las siguientes consideraciones:

A).- DIAGNOSTICO SUPERFICIAL EXTERNO.

- 1.- Fugas en instalaciones superficiales de control.
- 2.- Torsiones, resistencias y fricciones en viajes durante la perforación.
- 3.- Presiones anormales durante la operación.
- 4.- Pérdidas de circulación.
- 5.- Fallas de materiales de los elementos del árbol.

B).- DIAGNOSTICO INTERNO DEL POZO.

- 1.- Detección de colapsos, desprendimientos, agrietamientos, incrustaciones etc.
- 2.- Fallas por degradación de cementos modificados que provoquen canalizaciones.
- 3.- Fallas del equipo de flotación.

- 4.- Fallas de herramientas especiales.
- 5.- Formación de puentes de recorte de perforación.
- 6.- Fallas por exceso o falta de apriete en T.R. o T.P.
- 7.- Crecimiento anormal de la T.R., profunda al abrir el pozo a producción.

Para hacer la detección de los problemas antes --
enumerados es necesario intervenir el pozo con lo siguiente:

- A).- COSTO POR MANO DE OBRA.
- B).- MATERIALES DE CONSUMO.
 - Herramientas.
 - Tuberías, coples, centradores, etc.
 - Aditivos para lodos.
- C).- EQUIPOS Y HERRAMIENTAS PARA OPERACIONES ESPE
CIALES.
 - Cementaciones.
 - Registros Eléctricos.
 - Disparos.

D).- COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES.

- Gasolina, diesel.
- Aceites y aditivos.

En lo que respecta al personal técnico especiali
zado para llevar el efecto la reparación por pozo se requier
e lo siguiente:

- 1.- Un Ingeniero en Perforación.
- 2.- Un Jefe de Pozo.
- 3.- Dos Técnicos en Reparación de Pozos.
- 4.- Un Técnico químico de lodo.

**DATOS QUE DEBEN CONSIDERARSE PARA LA FORMULACION
DE UN PROGRAMA DE REPARACION DE POZOS**

1.- ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES DEL POZO.

- a).- Número del pozo.
- b).- Ubicación en el campo.
- c).- Tipo de pozo (productor, reinyector, suspendido).
- d).- Especificar si ya fue intervenido anteriormente.
- e).- Especificar que equipo de reparación se empleó.
- f).- Fecha de iniciación y terminación de su construcción.
- g).- Elevación, de la mesa rotaria y de la mesa rotaria al cabezal.
- h).- Profundidad total del pozo.
- i).- Fecha desde la que el pozo ha permanecido cerrado.

II.- DATOS GEOLOGICOS:

a).- CONTACTOS DE LAS DIFERENTES FORMACIONES:

Evidencia de cambios registrados por las ---
muestras de canal recolectadas durante la --
perforación del pozo.

b).- ZONAS INESTABLES:

Donde se detecten derrumbes, hidrataciones,-
intercalaciones y así como de aportación de-
fluidos hidrotermales.

c).- DESCRIPCION LITOLOGICA:

Que detalla las profundidades en que han ---
aparecido las diferentes formaciones (ande-
sitas, caolines, riolitas, tobas y arenas)-
atravesadas.

d).- DATOS DE PERMEABILIDAD:

De acuerdo a resultados de registros de pre-
sión.

e).- ANALISIS DE NUCLEOS:

Para determinar las características del yacimiento, en cuanto a presencia de minerales asociados.

III.- DATOS MECANICOS Y DE PERFORACION:

a).- PROFUNDIDAD MAXIMA DEL POZO:

Definir si el agujero es original, direccional o se abrió ventana para desviar, y su profundidad final.

b).- PROFUNDIDAD DEL POZO:

Definir si quedó tapón de cemento, derrumbe, algún accesorio mecánico o quedó pescado.

c).- PROBLEMAS OBSERVADOS DURANTE LA PERFORACION:

Condiciones anormales como brotes, manifestaciones de gas, fluidos sobrecalentados, pérdida de circulación severas.

d).- TUBERIAS DE REVESTIMIENTO:

Superficial, intermedia, profunda y tubería--
corta o productora, deberán detallarse los -
diámetros del agujero donde se corran; el --
grado, peso, rango, conexión, marca comer --
cial y longitudes de cada una empleadas.

e).- CEMENTACIONES A TUBERIAS DE REVESTIMIENTO:

Cantidades y dosificaciones de cementos y --
aditivos especiales para alta temperatura --
utilizados. Equipo de flotación empleado en--
cada etapa; régimen de bombeo y desplazamiento
de la lechada durante la cementación, si--
se empleó cople cementador definir si se operó
correctamente, si las pruebas hidrostáti--
cas a cada etapa de cementación fueron satisfactorias. En el caso de abatimiento del ni--
vel de la lechada en el espacio anular por -
pérdida; al recementar indicar que volumen -
de lechada se empleó.

f).- ARBOL DE VALVULAS:

Que consta normalmente de los siguientes ---

accesorios: Cabezal con cuñas colgadoras de T.R. 9 5/8"Ø, carrete de expansión de 12"Ø a 10"Ø, válvula maestra 10"Ø, cruz, válvulas superior y laterales de 10"Ø, así como accesorios menores (anillos, birlos, tuercas, bridas, válvulas 2"Ø etc.).

IV.- DATOS DE PRODUCCION:

a).- PERIODO DE PRUEBA:

Tiempo en el que el pozo estuvo abierto para ser medido.

b).- PRODUCCION MEDIDA:

Cantidad de vapor y agua obtenidas durante las pruebas, abatimiento o recuperaciones observadas en los flujos.

c).- PRODUCCIONES PRBADAS Y ESPERADAS:

Elaboración de gráficas, interpretación de registros de mediciones de fondo.

d).- REGISTROS DE INDUCCIONES:

Programa para inducción, métodos empleados - para reducir tipo de materiales y cantidades utilizadas.

e).- REGISTROS DE PRODUCCION:

Variaciones de la producción del pozo (estáticas o fluyendo) comportamiento de su entalpía, pérdida de presión.

f).- MANIFESTACIONES ANORMALES:

Aportación de agua no contemplada, incrustaciones o depositaciones (reducción de diámetro) arrastre de sólidos.

V.- CONCLUSIONES Y DIAGNOSTICO:

Se hará un resumen detallado de los datos numerados más importantes encontrados que permitan emitir una opinión sobre las causas que pudieron haber originado la anomalía en el pozo y estar en posibilidades de dar soluciones para su intervención.

VI.- PROGRAMA DE OPERACIONES:

Se definirán las operaciones y actividades de reparación en orden cronológico especificando las características de las herramientas y materiales diversos que se emplearán, así como las técnicas acordadas. Es de mencionarse también el personal técnico que intervendrá y el tiempo total estimado para estas operaciones.

VII.- PRESUPUESTO CONSIDERADO:

Se especificará el costo del equipo, cantidades de los materiales empleados, salarios del personal, uso de vehículos, herramientas, combustibles y lubricantes.

VIII.- TÉCNICAS DE REPARACION:

De acuerdo a la información de que se disponga sobre el problema del pozo, la reparación se ha clasificado en dos tipos:

REPARACION MAYOR: Que comprendería las siguientes actividades:

a).- Instalación del equipo de reparación adecua-

do con todos sus accesorios considerados de acuerdo al programa.

- b).- Colocación del equipo de control superficial con conexiones, extensiones debidamente probadas.
- c).- Suministro de agua suficiente o preparación de lodo adecuado si se requiere.
- d).- Controlar y abatir la presión del pozo a cero.
- e).- Verificación de las instalaciones superficiales.
- f).- Armado de sartas (de perforación o inducción).
- g).- Calibraciones a diámetros interiores en T.R.
- h).- Pruebas hidrostáticas a T.R. empleando empaques o con tapones de cemento.
- i).- Empleo de sellos de plomo con diferentes --

diámetros.

- j).- Utilización de roladores para T.R., de diferentes diámetros.
- k).- Empleo de molinos de distintos tipos y diámetros.
- l).- Reperforación del pozo para profundizarlo.
- m).- Control de pérdidas de circulación mediante inyección de tapones.
- n).- Viajes con sarta de perforación empleando molinos, barrenas, escariadores, etc.
- o).- Corrida y cementación de tuberías de revestimiento adicionales.
- p).- Colocación de tubería corta empleando colgador de cuñas.
- q).- Cambio del lodo por agua, para dejar pozo cerrado.

- r).- Corridas de registros de temperatura y presión.
- s).- Pruebas hidrostáticas en la zona reparada.
- t).- Cambio del equipo de reparación.

REPARACION MENOR: Que comprendería la intervención del pozo, empleando el equipo de reparación, pero las operaciones por efectuar serían de menor importancia y se seleccionarían de las actividades consideradas como REPARACION MAYOR.

CAPITULO IV

HERRAMIENTAS Y SU OPERACION PARA REPARACION DE POZOS

HERRAMIENTAS Y SU OPERACION PARA REPARACION DE POZOS

ENCHUFE EXTERIOR DERECHO BOWEN " OVERSHOT " SERIE 150

DESCRIPCION.

Es de las herramientas más comunes de pesca, se utiliza para conectar exteriormente tubería de producción -- y/o de Perforación de todos tipos y medidas así como herramientas tubulares.

Se suministra en los siguientes tipos:

- a).- Para grandes esfuerzos FS (Full Strength)
- b).- Para esfuerzos menores SH (Slim Hole)

Las del tipo (FS) son capaces de soportar esfuerzos máximos de tensión, torsión y percusión que puedan ejercerse sobre la herramienta al efectuar las operaciones de pesca; las del tipo (SH) también soportan esfuerzos de tensión, torsión y percusión pero en menor escala que los otros debido a su construcción.

DISENO.

La principal ventaja de su diseño en todas las series, radica en sus mecanismos de agarre y de desconexión, - es decir, que con esta herramienta se puede operar a co - nectar el pescado y a desconectarla en el mismo momento en - que se desee.

CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES.

Consta de las siguientes partes:

- a).- Conexión superior.
 - Conexión corta SS (Short-Sub)
 - Conexión elevadora LS (Elevador Sub)
- b).- Cuerpo o campana
 - Para grandes esfuerzos (Full Strength)
 - Para esfuerzos menores Sh (Slim Hole)
- c).- Guía.
 - Normal o estándar
 - De pared
 - Sobre medida
- d).- Cuñas.
 - De canasta.

- De espiral.
- e).- Molinos de control o fijadores de cuñas.
 - De anillo de fijación
 - Molino de control fresador
- f).- Hules de sello
 - Interior del candado de control
 - Exterior del candado de control
- g).- Extensiones.

Las herramientas se suministran con la conexión--
superior tipo (SS) y con guías estándar.

Los tipos más usuales son los enchufes.

- Serie 150
- Serie 70

Existen también en el mercado enchufes exteriores
Bowen de las Series 20 y 10 que se utilizan para pescar en -
diámetros reducidos poco comunes.

OPERACION.

PARA CONECTAR Y EXTRAER EL PESCADO.

Antes de conectar el enchufe verificar el peso - de la sarta de pesca levantando y bajando ésta para tomarlo como referencia después de recuperar el pescado o el enchufe.

Girar la sarta a la derecha y a su vez bajar lentamente hasta aplicar de 3 a 4 ton. de peso; en ocasiones - no es necesario girar la sarta de pesca para conectar el -- enchufe, y en algunos casos es importante combinar lenta ro tación con descenso para ajustar y entrar a la boca del pes cado.

Eliminar la torsión del aparejo de pesca y ten - sionar de 5 a 6 ton. de peso para comprobar que las cuñas - del enchufe quedaron bien afianzadas en el pescado.

En caso, de no efectuar la conexión en la prime - ra ocasión, repetir las operaciones las veces que se consi - dere conveniente hasta llegar a sujetar el pescado. Una vez lograda la conexión circular a través del pescado para faci - litar la extracción del mismo.

PARA SOLTAR EL ENCHUFE

Colocar el pescante con media tonelada sobre su peso y girar la sarta incrementando la tensión, en caso necesario, hasta una y media toneladas.

De no soltar el pescante de la manera anterior, bajar bruscamente la sarta aplicando un peso de 2 a 3 toneladas simultáneamente, luego proceder como indica en el párrafo anterior.

Repetir la operación las veces que sea necesario hasta que las cuñas del pescante se liberen, quedando la herramienta en ese momento, desconectada del pescado.

RECOMENDACIONES PRACTICAS.

Revisar cuidadosamente que el armado del enchufe sea correcto.

Verificar el aparejo de pesca y bajar la sarta hasta 3 ó 4 m. arriba de la boca del pescado, instalar la flecha y circular el tiempo necesario para lavar el interior del enchufe y la boca del pescado.

Antes de introducir el enchufe al pozo, es importante proveer la ejecución de operaciones de desconexión -- (String-Shot, corte químico, etc.) que pudieran hacerse a través del interior de la sarta de pesca, una vez conectado el enchufe; a fin de asegurar el éxito de dichas operaciones, revisar y medir los diámetros interiores de todas las conexiones y combinaciones que se tenga arriba del enchufe, cambiando aquellas que sean de menor diámetro al de las cargas cortadoras o cabezas de disparos, etc.

Condición básica en todo trabajo de pesca, es la de determinar perfectamente la profundidad de la boca del pescado. Con lo anterior se asegura el comprobar que la herramienta de pesca llegue libremente a la boca del pescado o bien se detecte cualquier tipo de resistencia que pudiera existir arriba de ella.

También examinar cuidadosamente el extremo inferior de la tubería recuperada para determinar si la boca -- del pescado está en buen estado o pudiera estar colapsada y/o desgastada. Lo anterior ayudará a determinar el tamaño de las cuñas para el enchufe así como el decidir si se hace o no necesario el uso de herramientas adicionales al pescante (extensiones, molinos, etc.)

Cuando la boca del pescado se encuentra con rebabas, melladas o dentada, el enchufe se introduce con un molino de control tipo fresador a fin de acondicionarla y permitir que el pescante penetre en ella, mídase la longitud del extremo de la guía a las cuñas, para determinar si el enchufe es el indicado, o se cambia al de agarre corto.

Seleccionar el tipo de cuña (espiral o canasta) y la medida de la misma de acuerdo a la boca del pescado. Aunque no es una regla se recomienda que para pescar coples, Upset y cuerpos de tubo que tenga su diámetro exterior original, se utilizan cuñas de canasta con tope superior con el objeto de que el pescado no sobrepase del interior del enchufe. Las cuñas de espiral se utilizan por lo general para pescar lastrabarrenas, juntas de seguridad, coples A.O.H., etc.

Cuando el pescado esté recargado en la tubería de revestimiento será necesario acondicionar una guía de mayor diámetro que la original para centrar el pescado y poder efectuar así la conexión.

Cuando la parte superior del pescado sea de menor diámetro al de la parte inferior del mismo, el enchufe-

debe introducirse con una extensión a fin de que la cuña penetre hasta la parte inferior del pescado.

Al iniciar a sacar la sarta de pesca para recuperar el pescado, tomar la precaución al colocar el candado de la rotaria con el fin de evitar que la sarta gire a la izquierda, así mismo no golpear las juntas, para efectuar la desconexión de éstas, utilice las llaves adecuadas para este fin.

Para prolongar la duración de la herramienta, se debe desarmar el enchufe después de usarlo.

Todas las piezas se deben limpiar o lubricar, antes de volver a armarlo.

Al observar las ilustraciones, se verá que es muy poca la instrucción necesaria para desarmar y armar la herramienta.

Para evitar la oxidación y demás deterioro, pintar y engrasar el exterior del enchufe.

PESCANTE MACHUELO DERECHO.

DESCRIPCION.

Se utilizan para conectar interiormente, tuberías de Perforación, Producción y Revestimiento, mandriles de empacadores y de válvulas de inyección, válvulas de circulación, etc., su uso es limitado, pues una vez conectada esta herramienta y en caso de no recuperar el pescado, no se puede desconectar fácilmente.

Son herramientas cónicas que tienen en su exterior una rosca especial trapezoidal. Pueden ser con rosca hacia la izquierda o hacia la derecha. También se construyen acanaladas si así se requieren, para obtener una mejor circulación.

DISENO.

Al igual que las tarrajas existen varios rangos de operación, por lo tanto, es necesario seleccionar el rango para determinado trabajo de pesca.

FUNCIONAMIENTO

Revisar que el machuelo se encuentre en buenas condiciones de operación, que sea de la medida adecuada y conectarlo a la sarta de pesca.

Antes de hacer la conexión al pescado verificar el peso de la sarta de pesca subiendo y bajando, anotar las lecturas del indicador de peso y tomarlas como referencia para operaciones posterior a la pesca.

Estacionar la sarta de pesca a unos 3 ó 4 metros arriba del pescado, instalar la flecha y circular para lavar la boca del pescado.

PARA CONECTAR Y RECUPERAR EL PESCADO.

Suspender la circulación, bajar lentamente con poca rotación a la derecha hasta tocar la boca del pescado.

Continuar la rotación, aplicando poco peso - -
(1/2 ton.)

Verificar la torsión aguantando ésta con el em-

brague de la rotaria.

Continuar la operación aplicando 1/2 ton. de peso y verificando la torsión periódicamente hasta cargar en total 3 ton. de peso; eliminar la torsión con el embrague de la rotaria.

Tensionar la sarta para comprobar que fue con éxito la operación.

En caso de no conectar la herramienta en la primera ocasión, deberá repetir la operación las veces que se considere conveniente hasta conectar la herramienta al pescado.

PARA DESCONECTAR.

Cuando el pescado ha sido conectado y éste no es posible recuperarlo, es necesario, para soltar la herramienta trascosando la cuerda del machuelo o pescado con -- tensión y rotación o con golpes hacia arriba o hacia abajo.

RECOMENDACIONES PRACTICAS.

Verificar de acuerdo a la parte recuperada del-

pescado y/o la información de medidas donde va a conectarse el machuelo, la longitud que deberá entrar el machuelo y el área de conexión o agarre, con el fin de aplicar gradualmente el peso y rotación que proporcione un agarre más eficiente.

En ocasiones, cuando el pescado se encuentra recargado hacia la pared de la T.R., es necesario acondicionar una guía exterior al machuelo, tomando en cuenta para la construcción de la guía, el diámetro de la T.R. Esta guía puede ser plana o en forma de cuchara y sirve para centrar el pescante y poder conectar éste en el pescado.

MARTILLOS HIDRAULICOS

DESCRIPCION.

Estas herramientas se utilizan para producir un impacto en el pescado que se tenga atorado en el interior de un pozo a fin de recuperarlo por percusión.

En el martillo se libera la energía potencial de la herramienta, la cual se convierte en energía cinética al someter al martillo al esfuerzo de tensión.

Esta energía cinética se transforma en energía de trabajo al producirse el impacto, el cual será mayor o menor conforme el desplazamiento.

DISEÑO.

Constan de las siguientes partes principales:

- 1).- Conexión Superior
- 2).- Cuerpo (parte hidráulica)
- 3).- Anillos
- 4).- Sellos
- 5).- Conexión inferior.

El martillo JOHNSTON tipo TR tiene una tuerca -- registradora en la parte superior que sirve según su colocación, para dar el tiempo y la tensión del golpeteo del martillo.

FUNCIONAMIENTO.

Por la construcción del martillo hidráulico, el aceite hidráulico y el movimiento hacia arriba de la sarta de pesca, la energía cinética originada por el movimiento -- ascendente del mandril produce el golpe o percusión abajo de la herramienta para la recuperación del pescado.

Revisar que el martillo y todas sus partes se en cuentren en buenas condiciones de operación, armar el aparejo de pesca y meter hasta dos o tres metros arriba de la boca del pescado, circular para limpiar el pescante y la boca del pescado, suspender la circulación y conectar.

OPERACION Y GOLPEO EN LOS MARTILLOS JOHNSTON "FB" Y "TP" -- HOUSTON ENGINEERS "TB"

Después de conectar el pescante tensionar lo necesario para producir el golpe requerido, aplique el freno y

esperar que el martillo golpee. El primer golpe tomará desde unos segundos hasta unos cuantos minutos dependiendo de la tensión aplicada a la tubería, la profundidad de la posición del martillo y la densidad del fluido de control.

Bajar la sarta, cargar 2 ó 3 toneladas de peso, tensionar nuevamente y aplicar el freno, esperar el golpe del martillo.

En caso de no golpear, bajar la sarta, aplicar más peso y esperar mayor tiempo para cargar el martillo.

Continuar golpeando, tensionar y aplicar peso para cargar el martillo.

RECOMENDACIONES PRACTICAS.

MARTILLO HOUSTON ENGINEERS TIPO "TB" Y JOHNSTON "FB" Y "TR"

Estos tipos de martillos son los más recomendables, debido a que están diseñados con mayor longitud de carrera en el mandril que permiten dar un fuerte impacto en el pescado, y además por tener un diámetro interior amplio que permite la operación de herramientas de Geofísica, debajo -

de éstas.

RECOMENDACIONES GENERALES.

Deberá considerarse como condición primordial - que el martillo haya sido probado antes de meterlo al pozo, si no cumple esta condición NO DEBERA EMPLEARSE.

Siempre que se utilice una herramienta de percusión, es necesario el uso de lastrabarrenas y acelerador en cima de éste para acelerar y amortiguar los golpes del mismo y no afectar el equipo con que se está efectuando la operación de pesca.

Si no puede efectuarse el primer golpe:

- a).- Tensionar la sarta de pesca lo recomendado y frenar, mantenerse en esta posición hasta que el martillo golpee.
- b).- Aumentar la tensión en la sarta de pesca - si es posible.

Si el tiempo requerido para cerrar el martillo - es demasiado largo:

- a).- No bajar demasiado la sarta, para no per -

mitir que se cierre el martillo completamente.

Si no se puede efectuar un golpe duro como el deseable:

- a).- Levantar la sarta de pesca más rápidamente.
- b).- Si todavía el martillo no golpea suficientemente duro, los anillos del pistón están gastados y deben cambiarse.

En ocasiones el martillo golpea antes de llegar a la tensión recomendada, esto indica que el martillo no es tá calibrado para la tensión a la que debe efectuar el golpe.

Si no hay ninguna percusión, posiblemente el empaque hidráulico ha sido dañado, saque el martillo para su revisión.

La velocidad de percusión se puede variar de -- golpe en golpe según se desee, levantando rápido o lentamente la sarta.

Cada golpe se puede controlar para dar cualquier grado de impacto deseado.

Estas herramientas soportan tensión y rotación - tanto derecha como izquierda.

OPERACION DE DESCONEXION.

DESCRIPCION.

Sería imposible llegar a un juego de reglas para aplicarle torsión a una tubería que se va a desconectar con el método de desconexión (string-shot).

Las preparaciones que se hacen para desconectar tubería con este sistema son básicamente las mismas, así se trate de tubería de perforación, drill collars, o tubería de producción. Primero se trata de encontrar el punto neutro de la tubería libre; después se aplica la torsión recomendable a la izquierda, y así se estará listo para efectuar el disparo y obtener la desconexión.

A continuación se dá un caso hipotético de tubería pegada.

Suponiendo que el punto libre se ha determinado y que la desconexión está frente al cople o junta se - -

leccionada.

EJEMPLO:

Equipo de perforación en buenas condiciones de trabajo. Se supone que la tubería se pegó al hacer conexión.

La información del pozo es como sigue: Ademe de 9 5/8" cementado a 500 m. con la tubería de perforación de 3 1/2" I.F., 5 drill collars de 6 1/2" O.D., barrena de 8 5/8" -- profundidad total: 2,990 m., barrena a 2,878 m. agujero derecho lodo en buenas condiciones. Tubería libre a 2,828 m. o sea el primer tramo arriba de los drill collars. String Shot colocado a 2,819 donde hay una junta de 3 1/2" I.F.

Después de determinar el peso de la tubería libre a la altura del String-Shot, se coloca la tubería en las cuñas con este peso y se amarran juntas las asas de las cuñas. Verificar si está bien apretada la tubería, dándole 10 u 11 vueltas y dejando que regresen las vueltas lentamente. Las vueltas que regresen deben de ser las mismas que se le dieron.

Poner la rotaria en reversa. Primero darle 6 - -

vueltas a la izquierda y dejarlas regresar lentamente, contando. Ahora ya con la tubería sin esfuerzos está listo para aplicarle la torsión requerida. Darle vueltas a la izquierda y aplicar el candado a la rotaria. Dispárese para obtener la desconexión.

Si la tubería se desconecta, los resultados generalmente se manifiestan en la superficie al soltar rápidamente el candado de la rotaria.

DISEÑO.

TORSION IZQUIERDA QUE DEBE APLICARSE.

Para tubería de perforación	0' a 4 000'	1/2 vta.	X 1 000'
Para tubería de perforación	4 000' a 9 000'	3/4 vta.	X 1 000'
Para tubería de perforación	9 000' a --	1 vta.	X 1 000'
Para tubería de producción	0' a 6 000'	3/4 vta.	X 1 000'
Para tubería de producción	6 000' a --	1 vta.	X 1 000'

FUNCIONAMIENTO

APRIETE DE LA TUBERIA.

Es común apretar la rosca de la tubería antes de-

efectuar la desconexión. Se puede obtener apriete adicional colocando la tubería a diferentes pesos y dando torsión a la derecha. Al reapretar cambiará el peso de la tubería - - pues aumentará el peso al entrar más las roscas en los co - ples.

Siempre exceder la torsión a la derecha sobre la aplicada a la izquierda y dejar un tramo totalmente libre - cuando se efectúe la desconexión, para efectos de pesca subsecuente. Contar las vueltas que se dan y las que regresan - pues la fricción puede retener parte de la torsión aplica - da.

TORSION.

Antes de dar torsión a la izquierda, siempre asegurarse que la tubería esté bien apretada para evitar que - se desenrosque en otros puntos.

Siempre darle más torsión a la derecha de la -- que se le va a dar a la izquierda.

La cantidad de torsión a la izquierda por apli - carse para efectuar la desconexión depende del tamaño de la tubería y profundidad.

DESCONEXION FRENTE A LA JUNTA.

Nunca cubrir más de una junta con Prima-Cord --- (carga explosiva), para eliminar el peligro de desenros - car en más de un lugar. (Se pueden dejar dos pescados en - el pozo). La cantidad de mecha por usar depende del tamaño de la tubería y profundidad del pozo. Procurar no efectuarla desconexión frente a substitutos cortos.

TRABAJANDO LA TORSION HACIA ABAJO.

La siguiente lista cubre varias condiciones de - pozo, son básicamente el mismo problema donde es necesario - trabajar la torsión hacia abajo del lugar donde se va a -- efectuar la desconexión.

- 1.- Pozo chueco o desviado.
- 2.- Tubería que se ha ido al fondo enchucándose.
- 3.- Tubería semi-pegada, permitiendo movimiento débil de la tubería arriba del punto de pega dura total.
- 4.- Fricción a causa de válvulas de bombeo neumático.
- 5.- Varias condiciones del lodo.
- 6.- Otras causas similares.

Poner la tubería en las cuñas con el peso calculado a la profundidad de disparo. Marcar la tubería al nivel de la rotaria y referirse a esa marca siempre. (Después demarcar la tubería no fijar en lo que marca el indicador de peso porque la fricción puede dar lecturas falsas.

Aplicar la mitad de la torsión a la izquierda requerida y aguantarla con el candado de la rotaria. Con la llave Wilson quitar el candado de la rotaria y sujetarla amarrándola contra la línea de la llave; levante la tubería de las cuñas y trabajar la tubería hacia arriba y abajo unas cuantas veces (no bajar de la marca pues hay peligro de quebrar una junta de la tubería). Poner la tubería en las cuñas nuevamente, ponerle el candado a la rotaria y quitar la llave Wilson. Ahora, sin perder la torsión ya dada, aplicar 3/4 o el total de la torsión a la izquierda que se requiere y repetir la operación anterior. Después aplicar el total de la torsión requerida, ponerle el candado a la rotaria y efectuar la desconexión.

RECOMENDACIONES PRACTICAS.

PESO DE LA TUBERIA.

En todos los casos, calcular el peso de la tube--

ría libre o al peso hasta la altura del punto de disparo.

(LASTRABARRENAS)

Normalmente se usa tubería de perforación o producción arriba de los lastrabarrenas. Por lo tanto, usar la misma torsión anotada para dichas tuberías cuando se dispare en los mismos. Usar a discreción tubería cristalizada o muy usada que no permita la torsión recomendada.

EQUIPOS SIN REVERSA.

Usar la llave Wilson con cable de manila y el retorno y tener una persona en el candado de la rotaria para accionar el candado cada vez que opere la llave.

EQUIPOS SIN CANDADO EN LA ROTARIA.

Voltear la llave de apriete, a fin de tener las dos operando en la misma dirección. Esto permite dar tor -- sión con una llave y aguantar con la otra. Repetir la opera ción hasta obtener la torsión deseada.

EQUIPOS CON ROTARIA QUE SE PUEDE ASEGURAR EN CUALQUIER DIRECCION.

Usar el candado de una sola dirección o en su defecto una llave para aguantar la torsión. Asegurar la llave contra la línea muerta.

NO USAR el candado doble de la rotaria. Al efectuar la desconexión rápidamente la torsión puede permitir vueltas adicionales de la tubería hasta la superficie y si la rotaria no está libre para dar vuelta a la izquierda, se pueden quebrar algunos tramos en otros lugares de la sarta.

DISPARANDO CON LA TORSION AGUANTADA POR LA LLAVE WILSON Y LA TUBERIA SUSPENDIDA DEL BLOCK.

Muchas veces la tubería dá vuelta a la izquierda cuando se efectúa el disparo. Cuando se dispara con la llave Wilson aguantando la torsión y la tubería suspendida del block, asegurarse de que esté puesto el candado del gancho, así, si la tubería gira el cable de disparos lo hará junto con el gancho, block y cable de perforación.

Para quitar la torsión poner la tubería en las cuñas.

CORTA TUBO EXTERIOR Mc. CULLOUGH

DESCRIPCION.

Esta herramienta se emplea para recuperar tuberías de producción, por medio de cortes en longitudes variables, dependiendo de las condiciones que presente el problema para su recuperación, llegándose a recuperar tubería hasta 120 m. de longitud.

Su aplicación ayuda a eliminar tuberías con obstrucción interior, bocas de pescado deformadas etc., facilitando operaciones de pesca posteriores y permitiendo pasar a través del interior del pescado para efectuar desconexión cortes con cargas químicas, etc.

Su operación es sencilla, con rotación derecha pueden efectuarse cortes en cualquier posición del tubo que se desee cortar previa rotura de los pernos de bronce que sostienen la camisa accionadora, siendo esta la ventaja principal de la herramienta.

DISEÑO.

Su diseño permite fácilmente el armado y desarmado de la herramienta, para la revisión de sus partes principales en cada operación, además la sencillez de su mecanismo hacen a esta herramienta recomendable.

Consta de las siguientes partes:

- a).- Substituto superior.
- b).- Cuerpo o tazón.
- c).- Guías.
- d).- Camisa accionadora.
- e).- Resorte.
- f).- Anillo de fricción.
- g).- Cuchillas (3 piezas).
- h).- Pernos de corte (bronce).

FUNCIONAMIENTO.

Antes de introducir la herramienta verificar las condiciones de todas sus partes, principalmente las cuchillas de corte; el armado debe ser lo más cuidadosamente po-

sible para el éxito de la operación igualmente la tubería lavadora que se vaya a emplear debe representar condiciones seguras de operación, revisarlas tramo por tramo.

Programada la herramienta debe tenerse cuidado - en seleccionar el corta-tubo exterior adecuado, de acuerdo al estado mecánico del pozo consultando las características y especificaciones.

Una vez conectado el corta-tubo exterior a la tubería lavadora, se inicia la introducción tramo por tramo - hasta tener la longitud deseada, recomendándose longitudes - no mayores de 120 m., posteriormente se continuará bajando a una profundidad cercana a la boca del pescado, se reco -- mienda de 20 a 40 m. (1 ó 2 lingadas).

Verificar sus condiciones de operación superfi - ciales, motores del malacate, rotaria, indicador de peso, - subir y bajar el aparejo de corte, y registrar los pesos -- previos a la operación, tomándose como referencias.

Para entrar a la boca del pescado bajar lenta -- mente y observar el indicador de peso, si se hace neces --

rio, girar la tubería a la derecha en forma lenta, ayudando se de esta manera a bajar la herramienta a la profundidad deseada.

Una vez pasada la boca del pescado no deberá levantarse la tubería mientras no se llegue a la profundidad de corte.

Seleccionado el tramo a cortar, efectuar el ajuste con la flecha y localizar el cople inmediato superior levantando la tubería hasta apoyar los flejes con el cople, tensionar de 1 a 2 toneladas para romper los pernos de bronce (observe su indicador de peso), disparándose la camisa accionadora y quedando la herramienta en posición de corte.

Colocar el corta-tubo exterior a la profundidad deseada, a lo largo del tubo seleccionado para el corte, cuidando que la tubería quede colgada, en su peso, y procédase a efectuar el corte de la tubería, girando el aparejo a la derecha con una velocidad de 40-50 r.p.m. conservándose constante durante la operación, para observar el incremento que indica la terminación del corte.

Verificar el éxito de la operación, suspenda la-

rotación y levantar lentamente la tubería, si en el indicador de peso no se manifiesta tensión alguna en la longitud del tramo cortado, la operación ha sido satisfactoria y deberá continuarse sacando con cuidado, por el peso excedente -- (tubería recuperada) que vienen soportando las cuchillas de corte.

RECOMENDACIONES PRACTICAS.

Antes de introducir el corta-tubo exterior Mc.Cullough, deberá explorarse el exterior de la tubería para recuperar, programándose tubería lavadora con una longitud máxima de 130 m., y zapata. En algunos casos la tubería está atrapada con arena o cemento, entonces procedase a descubrir por tramos, despejando el espacio anular primeramente, con zapata lavadora y después cortando en longitudes que permita la complejidad del pescado.

Durante la operación debe verificarse la rotación principalmente al iniciar el corte, para observar si hay torsión excesiva que pueda dañar las cuchillas, recomendándose la iniciación lenta hasta mantenerla constante entre 40 - 50 r.p.m. de no cuidarse esta condición hay peligro de que ---

las cuchillas se rompan.

La longitud de la tubería lavadora siempre deberá ser MAYOR a la longitud de la tubería por recuperar.

CORTA TUBO EXTERIOR BOWEN

DESCRIPCION.

Esta herramienta es semejante al corta-tubo exterior anteriormente descrito, con algunas diferencias en su construcción y operación mismas que limitan su empleo.

DISEÑO.

Consta básicamente de las siguientes partes:

- a).- Substituto superior.
- b).- Cuerpo o tazón.
- c).- Guía.
- d).- Camisa de flejes.
- e).- Resorte.
- f).- Anillos de fricción.
- g).- Cuchillas (5 piezas)
- h).- Pernos de corte.

FUNCIONAMIENTO.

Deberá ser debidamente seleccionada la herramienu

ta considerándose las condiciones del estado mecánico del --
pozo y del pescado por recuperar, consultando las especifici -
caciones técnicas.

Para su armado y operación procédase en igual for
ma que al corta-tubo exterior anteriormente descrito, con --
las siguientes variantes.

El corta-tubo opera únicamente apoyándose en el -
cople por medio de los flejes, por lo que para su operación-
deberá bajarse a la profundidad deseada y levantarse al co -
ple inmediato superior que servirá de apoyo.

En esta posición, tense la tubería de 0.5 a 1-
tonelada para romper los pernos del anillo opresor de las cu
chillas (observese su indicador de peso) quedando en posi-
ción de corte.

Colocar la sarta en su peso a la profundidad de -
seada e inicie el corte con rotación derecha lentamente has-
ta alcanzar una velocidad de 40 a 50 r.p.m. verificando que-
la torsión no sea excesiva, conservar la velocidad constante
durante la operación hasta terminarla, determinándose al --

perderse la tensión aplicada.

Para verificar el corte levantar la tubería lentamente, observando salga libremente hasta la superficie, y recomendándose cuidado en el manejo de la tubería por el peso excedente sostenido por las cuchillas.

CORTA TUBO INTERIOR Mc. CULLOUGH

DESCRIPCION.

Se emplean para efectuar cortes de tubería y pueden operarse con tubería de producción, perforación, tubing o varillas de succión en rangos de 2", 2½" y 3" de diámetro aunque lo más común es para cortes en tubería de revestimiento con diámetro máximo de 10 3/4".

DISENO.

Su construcción es compacta y la distancia entre los puntos de apoyo y de corte es reducida, evitando movimientos del cuerpo que afecte a las cuchillas lográndose cortes efectivos.

Sus partes principales son:

- a).- Cuerpo.
- b).- Mandril.
- c).- Cuchillas.
- d).- Guía.

FUNCIONAMIENTO.

La sencillez de su mecanismo, permite operarse - fácilmente tanto en anclaje como en el corte, incluyéndose - su recuperación.

Selecciónese el corta-tubo interior adecuado, de acuerdo a las características de la tubería que se desee -- cortar, consultando las especificaciones.

Verifíquese las condiciones de operación de todas sus partes, especialmente las cuchillas y también el armado de la herramienta.

Cuando la operación va a efectuarse a una profundidad tal que permita disponer del peso necesario para el - corte, el corta-tubo interior se introduce únicamente con - tubería, caso contrario deberán incluirse en la sarta los - lastrabarrenas necesarios.

Conectado el corta-tubo interior en el extremo - de la sarta, se introduce lentamente con la precaución de - que no gire, colocándose el candado de la rotaria; una vez-

que se ha llegado a la profundidad deseada, se hace el ajuste con la flecha y se inicia el corte con rotación derecha, anclándose la herramienta.

La herramienta puede introducirse con las cuchillas retraídas o en posición de corte sin que llegue a dañar la tubería de revestimiento.

Con la herramienta anclada aplique peso gradualmente de 1 a 2 toneladas para abrir las cuchillas y continuar girando la tubería a la derecha lentamente hasta tener una velocidad constante de 40 a 50 r.p.m. verificando la torsión ocasionalmente hasta lograr el corte.

Al terminar la operación levántese lentamente evitando girarla, hasta liberar la herramienta y sáquese a la superficie.

RECOMENDACIONES PRACTICAS.

Cuando se trate de cortes en tubería de producción, para conocerse con base la profundidad exacta tómese un registro de punta libre y determinar el punto de corte.

Igualmente, en tubería de revestimiento tómesese un registro sónico de cementación o recúrrase al registro de la tubería para determinar el punto de corte.

Llénese el pozo de fluido de control para tener el nivel en la superficie y sirva de referencia, de perderse indicará el corte en la tubería aunque debe tomarse como referencia no como efectivo totalmente.

La comprobación complementaria se hará con circulación y tensionando la tubería con un arpón, debiendo registrarse únicamente el peso de la sarta por recuperar, habiéndose comprobado esta condición, continuar sacando tramo por tramo hasta la recuperación total.

MOLINOS Y ZAPATAS

GENERALIDADES.

Para obtener la máxima eficiencia de un molino, los cortes obtenidos deben ser expulsados del agujero mediante la circulación del fluido de control. Para remover esos cortes deberán seguirse las recomendaciones siguientes:

- a).- Usar un lodo con una viscosidad mínima de 60 cp, para levantar los cortes hasta la superficie. A veces es necesario un lodo más viscoso, sobre todo si la velocidad en el espacio anular es baja.
- b).- Mantener la velocidad máxima de circulación sin dañar la formación. Se recomienda una velocidad en el espacio anular mínima de 36 m. por minuto.
- c).- Inspeccionar los substitutos u otras herramientas auxiliares, asegurándose que sean del diámetro interior adecuado, debido a que las reducciones pueden ocasionar problemas de flujo. Cuando se emplean herramientas accionadas hidráulicamente esta pérdida de volumen puede afectarles seriamente.

- d).- Cuando la velocidad del lodo en el espacio anular es demasiado baja y no permite la ex pulsión de los cortes; se recomienda em - - plear canastas colectoras.
- e).- Usar herramientas de achique para remover - los cortes acumulados en el fondo del agujero. Es recomendable, cuando disminuye la mo lienda y los cortes no pueden ser removi -- dos.
- f).- Es recomendable la circulación inversa pe - ríodicamente para remover los cortes obteni dos."
- g).- Cuando se muele tubería lavadora, tuberías cortas o T.R. es necesario y particularmente en trabajos largos, cuando los cortes no están siendo removidos eficientemente, limpiar periódicamente desde el fondo del pescado por su parte interior con un molino - Junk Mill.
- h).- Cuando se operan molinos pilotos, los cortes a veces son demasiados grandes; este ti po de cortes se encuentran al moler tubería H-40, la relación de penetración puede mejor rarse disminuyendo el peso sobre la herra -- mienta y aumentando la velocidad de la mesa rotaria.

El tamaño ideal de los cortes es de alrededor de 1/32" de espesor y 3" de longitud. Cortes delgados junto -- con un rango de penetración muy bajo, significa que el peso debe aumentarse. Al moler la tubería P-110, los cortes se -- rán más finos que en otros grados de tubería.

VELOCIDAD Y PESO.

- a).- Los mejores resultados al moler se obtienen con velocidades de la mesa rotaria de alrededor de 100 r.p.m. Los molinos ahusados y zapatas lavadoras son la excepción a esta -- regla; usualmente debe operarse con velocidades de 75 r.p.m. o menor, dependiendo de la torsión encontrada.
- b).- El peso y velocidad óptimos aplicables a un molino piloto es determinado por cada trabajo en particular. Así mismo, las condicio-- nes pueden ser diferentes en un mismo pozo, por lo que se usarán velocidades y pesos -- distintos a diferentes profundidades. Se recomienda entre 100 y 150 r.p.m. y 1 a 3 -- tons. de peso.
- c).- Cuando un molino piloto se emplea para rebajar un colgador de liner o tubería de revestimiento, que ha sido perforada, dañada con

un arpón o colapsada debe operarse aproximadamente a 70 r.p.m. y 1 ton. o menor.

- d).- Nunca debe iniciarse a moler sobre el pescado. Embrague la mesa rotaria con el molino-suspendido aproximadamente 0.30 cm. arriba-del pescado, con una velocidad de 100 r.p.m. (menos para un molino ahusado), baje poco a poco hasta hacer contacto con el objeto - que va a molerse. A continuación aumente -- la velocidad y varíe el peso para mejorar - la penetración.
- e).- En las partes donde se está moliendo y particularmente donde la tubería es susceptible de sufrir daño, la molienda debe efectuarse con mucho cuidado, en un peso tan ligero como sea posible obtener la penetración apropiada. De otro modo, la T.R. puede romperse lo cual dificultaría la operación.
- f).- Para obtener mejores rangos de penetración-- es necesario mantener un peso constante sobre la herramienta. No permitir que la herramienta funcione en vacío, tampoco aumente peso permitiendo al malacate girar en -- grandes incrementos, sino que debe aumentar lentamente.
- g).- La revisión del molino nos dice mucho respecto al trabajo del mismo en el agujero. -

Si al revisarse se observa un desgaste uniforme puede asegurarse que la operación se está efectuando en forma satisfactoria. Por el contrario si las aletas del molino están ahusadas significa que se ha aplicado demasiado peso y la boca del pescado se ha ensanchado.

CORTANDO CON UN MOLINO SECCIONAL.

- a).- Cuando se emplea un molino seccional, es importante que el molino corte completamente por medio de la T.R., de manera que las hojas puedan estar firmemente ancladas sobre la T.R. El molino tipo K tiene un indicador que proporciona positivamente el momento en que el corte se ha realizado. Con esta herramienta hay una caída de presión de la bomba (varios cientos de libras) y un considerable aumento de velocidad en la carrera de la misma al concluirse el corte. Cuando se emplean herramientas sin este indicador, los operadores tienden a prolongar el período de corte para asegurar una operación satisfactoria la T.R. será rebajada interiormente conforme la operación avanza y una costra delgada de material quedará en el fondo del agujero.
- b).- Las dificultades en el corte pueden deberse

a las siguientes causas:

- La más común es debido a presión insuficiente en la herramienta. Es necesario un mínimo de 21 kg/cm^2 en el orificio del molino para mantener las hojas abiertas con el objeto de desprender la T.R.
- Excesiva turbulencia en el bombeo dentro de la tubería con la consecuente oscilación de la misma, puede originar daño al molino al tratar de operar en un intervalo considerable de T.R.
- Pérdida de circulación debido a materiales-pedazos de hules centradores u otras sustancias u objetos que pueden taponar el orificio de la herramienta, ocasionando que éste funcionara en forma deféctuosa, dilatando el corte.

MATERIALES SUELTOS.

- a).- En algunas ocasiones al conformar T.R. con un molino piloto u operar un molino seccional, se encuentra un anillo de acero suelto, que comienza a girar con el molino, lo cual ocasiona la disminución del rango de molienda. Generalmente, para superar esta anomalía es necesario rebajar suavemente con el-

molino debido a que la acción de rebajar --
tiende a romper el anillo y colocar las na-
vajás en posición de corte para iniciar a -
operar con ellas.

b).- Hules en el agujero pueden ocasionar proble-
mas en la molienda. A veces la operación --
puede mejorarse aumentando la presión de --
bombeo o bien deteniendo completamente el -
bombeo por cortos intervalos y rebajando --
con el molino. En otros casos es necesario-
sacar el molino y bajar con una barrena pa-
ra limpiar el pescado de dichos materiales.

c).- Si al moler con un molino piloto, tubería -
lavadora, T.R. o tubería corta se observa -
que de pronto deja de cortar y la torsión -
no aumenta, es señal de que el pescado está
suelto y está girando (verificar varias ve
ces de que el molino no esté trabajando en-
una junta) entonces es necesario bajar a -
pescar con un arpón o herramienta adecuada,

VIBRACION Y DESGASTE.

a).- No es recomendable correr percusores con un
molino, debido a que el peso no es controla-
do debidamente y la operación no puede ser-
conducida apropiadamente. También en algu-
nos casos, los percusores restringen el --

flujo de control de manera que los cortes - no son expulsados en su totalidad.

- b).- Nunca baje un molino sobre un pescado durante un largo período de tiempo debido a que puede quedar atrapado al formarse costras - en su alrededor. Levantar de vez en vez y - bajar lentamente con rotación ya que ello - originaría un aumento en la torsión y puede desgastar el molino.
- c).- A veces el material suelto puede molerse -- lentamente en el fondo del agujero.

ESTABILIZACION.

- a).- Deberán usarse suficientes lastrabarrenas y estabilizadores para permitir al molino bajar libre y alineado. Normalmente se coloca un estabilizador arriba de dos lastrabarrenas, el diámetro del estabilizador no debe sobrepasar el diámetro exterior del molino.

TAMANO DEL MOLINO.

- a).- Al usar un molino piloto, el diámetro exterior de las cuchillas debe ser de 1/4" aproximadamente mayor que la junta o cople del-

pescado por moler, el diámetro exterior del piloto debe ser similar a la tolerancia del diámetro interior del pescado.

RANGOS DE MOLIENDA.

Los rangos de molienda están determinados por muchos factores. El tipo y estabilidad del pescado, peso y velocidad a la cual el molino debe operarse, dureza del cemento detrás de la tubería, etc. Si la tubería esta corroída, el molino debe bajarse con poco peso y alta velocidad con objeto de prevenir el desgarré, ruptura o rajadura de la misma.

EL EFECTO DEL CEMENTO.

La cantidad y tipo de cemento detrás de la tubería tiene mucho que ver con el desarrollo de la operación, una tubería bien cementada puede molerse con altas velocidades y peso y viceversa, tuberías mal cementadas deberán molerse con velocidad moderada y poco peso.

FUNCIONAMIENTO BRUSCO.

a).- Cuando una herramienta, particularmente mo-

linos piloto o K-mill se introduce con dificultad o con movimientos bruscos, puede deberse a que la tubería no está bien cementada y se balancea. Esta situación puede mejorarse disminuyendo la velocidad de la mesaretaria.

- b).- Cualquier molino trabaja mejor si es introducido fácilmente; para eliminar los movimientos bruscos, disminuir la velocidad a 50 r.p.m. y reducir el peso a 1.5 ton. Continuar durante una o dos horas, aumentando el peso gradualmente. Si el molino opera con suavidad y el rango de penetración es bueno, continuar trabajando en esta forma. Si el molino comienza a saltar bruscamente de nuevo, disminuir la velocidad hasta que gire suavemente y continuar operando con esta velocidad.

EFFECTO DEL DISEÑO FLO-TEL.

- a).- El diseño FLO-TEL incorporado solamente en las herramientas SERVCO, proporciona indicación positiva cuando la herramienta se abre.
- b).- Las señales FLO-TEL cuando la herramienta abre, es un cambio en la presión; cuando la herramienta comienza a abrir. El flujo se realiza a través de un orificio aumenta-

a 3/4" de diámetro. Esto origina una caída de presión de aproximadamente 14 kg/cm^2 ; -- acompañada por el correspondiente incremento en las emboladas por minuto.

- c).- El diseño FLO-TEL está acondicionado para absorber una carrera de 1" del pistón, sin cambio apreciable en el rango de flujo. Este diseño es de gran ventaja cuando hay bombeo turbulento, debido a que la herramienta no puede estar abriendo y cerrándose.

EFFECTOS DEL LODO.

En términos generales, la viscosidad del lodo debe permanecer en 60 cp. o más, lo contrario afectaría la -- operación se recomienda una velocidad de flujo en el espacio anular de 36 m/min.

MOLINOS TIPO JUNK-MILL.

- a).- Usar un Junk Mill con un diámetro de aproximadamente 1/8" a 1/4" menor que el diámetro del agujero.
- b).- Usar como mínimo, la cantidad de lastraba -- rrenas que proporcionen 5 a 6 ton. de peso.

c).- Colocar un estabilizador directamente arriba del molino con el mismo O.D. de la cabeza del molino. Usar portabarrenas, teniendo el mismo O.D. del molino para proteger la tubería de revestimiento.

d).- El inicio de la operación debe hacerse como sigue:

Embragar la mesa rotaria con el molino suspendido apróximadamente 0.30 m., arriba del pescado, con una velocidad de 100 r.p.m., bajar poco a poco hasta hacer contacto con el objeto que va a molerse. A continuación aumentar la velocidad y variar el peso para mejorar la penetración.

e).- El diámetro exterior de la cabeza del molino deberá ser casi el mismo del diámetro exterior del cople de la tubería de revestimiento.

CHATARRA ESTACIONARIA.

a).- Usar un molino con un diámetro apróximadamente 1/8" a 1/4" menos que el diámetro del agujero.

- b).- Moler con 2 a 5 ton. de peso dependiendo de la resistencia del pescado que se está moliendo.
- c).- Levantar el molino 3.0 ó 4.5 m. después de haber molido .90 ó 1.50 m. de chatarra y repase el agujero.
- d).- Después de rimar el agujero colocar siempre el molino sobre el pescado mientras le aplique rotación y entonces aplicar peso y luego empezar la rotación.
- e).- Nunca dejar sobre el pescado sin peso y que gire libremente. Si por cualquier razón se desea detener la molienda levantar el molino lentamente.

OPERACION.

- Verificar la profundidad interior. Empezar la molienda con 2.5 ton. de peso con 80 a 100 r.p.m. con la bomba a presión normal.
- Cuando se piense que la chatarra puede ser triturada golpearla dos o tres veces.
- Después de 0.30 m. de avance, levantar el -

molino 4.5 ó 6.0 m. arriba del fondo y reducir la presión de bomba (dependiendo de -- las condiciones del agujero) aproximadamente dos minutos. Esto permite que la chata - rra suelta se vaya al fondo del agujero.

- Reconocer el fondo nuevamente, y reiniciar la perforación con 2 a 6 ton. de peso y 100 125 r.p.m. de presión de bomba normal.

LOS MOLINOS TIPO JUNK-MILL SE UTILIZAN PARA MOLER.

Barrenas	Tubería de perforación.	
Conos de Bna.	Lastrabarrenas	Herramientas <u>solta</u> doras.
Empacadores	Martillos	Herramienta <u>desvia</u> dora de pozos.
Probadores	Substitutos	T.R. (colapsada)
Escariadores	Colgadores	Cabezas de dispa-- ros.
Cuñas	Tubería lavadora	Cemento
Achicadores	Calibradores	Chatarra

MOLINO TIPO ECONOMILL

Este molino, muele rápidamente empacadores, ce -

mentadores, tapones puente, etc., en el interior de tuberías de revestimiento, y particularmente se usa para remover rápidamente el cemento.

Para asegurar, el corte apropiado, remover y enfriar, con circulación directa en cada refuerzo y por el centro del molino. Los ribetes estabilizadores están colocados inmediatamente arriba de los refuerzos están revestidas con carburo de tungsteno. Esta provisto de conexiones estándar. No se requiere añadir substitutos.

O.D.	CONEXION	SUPERIOR
3½" a 4 3/8"	2 3/8" API	Regular, Piñón.
4½" a 5 3/8"	2 7/8" API	Regular, Piñón.
5½" a 6 3/8"	3½" API	Regular, Piñón.
6½" a 7 3/8"	3½" API	Regular, Piñón.
7½" a 8 3/8"	4½" API	Regular, Piñón.

MOLINO TIPO CONICO (TAPER MILL).

El Taper Mill es usado para rimar parcialmente tubería de revestimiento colapsada para ensanchar las restricciones a través de las tuberías de revestimiento.

ENSANCHAMIENTO DE T.R. COLAPSADA.

- a).- Determinar el diámetro aproximado con un sello de impresión o barrena que pase a través del tramo colapsado, no usar el Taper Mill si el colapso ha sobrepasado del eje de la tubería.
- b).- Usar un Taper Mill con un diámetro de aproximadamente 1/4" mayor que el diámetro interior de la sección colapsada y moler el intervalo colapsado por etapas. En otras palabras, si el colapso es grande, usar diferentes tamaños de molinos para volver a la tubería de su diámetro original. Esto reducirá cualquier tendencia a desviarse.
- c).- Empezar la molienda a una velocidad de 50 r.p.m.
- d).- El peso de molienda estará determinada por-

la rotación observada. En la mayoría de los casos, el peso de molienda es de aproximadamente de 1.0 a 1.5 ton.

- e).- En colapsos grandes, la porción inferior -- del intervalo colapsado puede actuar como - grieta el taper mill, en este caso, puede - cortar a través de la porción superior del - intervalo colapsado y deflectarse en el in - terior de la formación, por la sección inferior del casing dañado. En algunos casos exremos, es mejor correr un estabilizador -- combinado con un junk mill, usando poco pe - so a una velocidad de 150 r.p.m. para moler afuera de la porción colapsada y entrar a - la porción que no está dañada.

MOLINOS ESPECIALES.

COMBINACION JUNK-PILOTO.

Algunas veces se usa, para moler tubería y pequeñas cantidades de chatarra alojadas en la tubería de reves - timiento o en la tubería corta. De aquí que, si la chatarra está de cualquier manera, es mejor primero bajar con junk - mill para moler la chatarra y luego bajar con un molino pi - loto para moler la tubería.

MOLINO TIPO SKIRTED MILL

Principalmente usado para moler tubería deformada donde es más ventajoso contener el pescado dentro de la guía mientras es molido. Es también usado para evitar daño a la tubería de revestimiento donde la chatarra está depositada. Este molino debe operarse con un rango de peso de -- 2.5 ton. a 6 ton. La velocidad de rotaria debe variar de 60 a 100 r.p.m. varios lastrabarrenas deben correrse arriba de la herramienta para obtener mejores resultados.

MOLINO TIPO "K"

Este molino es nuevo tipo que reemplaza al molino de sección. El molino "K" muele rápidamente una sección mayor de tubería de revestimiento con un solo juego de cuchillas. Es simple en diseño y fácil de operar.

El molino "K" está siendo usado en la terminación de trabajos de molienda de tubería de revestimiento -- opuesta a la zona productora. Este uso elimina la necesidad de parches y se elimina el problema de correr probadores a través de la camisa. También se utiliza para cortar tubería, para trabajos de disparo y molienda de liners.

ZAPATAS.

Es una herramienta universal usada para cortar, moler y/o lavar sobre:

Tubería de Perforación.	Empacadores
Lastrabarreras	Martillos
Estabilizadores	Substitutos
Barrenas	Corta-tubos
Escariadores.	

La zapata tipo "A" es una herramienta robusta, diseñada para trabajos difíciles. El diseño con perforaciones permite que la pared de la zapata sea revestida con Servcoloy esto elimina el problema de desgaste de los botones revestidos de carburo evitando exponer un anillo de acero donde el carburo es más necesario. La zapata tipo "A" es usada para diversos trabajos, tales como lavado, corte de escariadores barrenas y estabilizadores. En muchos casos se usan para moler substitutos a un diámetro pequeño para ayudar a la operación de pesca.

SELECCION.

Deberá considerarse, las dimensiones, espesor de

pared y conexiones de la zapata.

ESPESOR DE PARED.

Debido a la temperatura requerida para la aplicación apropiada de los materiales de corte, es mejor mantener un espesor de pared mínimo de 3/8", en la cabeza o en el área revestida de la zapata.

Esto asegura la resistencia adecuada para prevenir desgarramiento y ofrece suficiente espesor de pared para mantener el carburo necesario para terminar la operación de lavado y molienda.

Para permitir la circulación y reducir la torsión es necesario espacio libre adecuado en los diámetros del espacio anular para la zapata. Es recomendable que la cabeza de corte de la zapata sea revestida 1/16" menos que el diámetro interior de la tubería lavadora. Esto permite el uso de calibradores interiores y exteriores en la cabeza de la zapata, la cual ajustará al pescado para que pase entre la tubería lavadora sin interferencia.

Donde las condiciones lo permiten, estos espa --

cios deberán ser ampliados, manteniendo el espesor de pared mínimo de 3/8"

CONEXIONES.

Debido a las diferentes conexiones de la tubería lavadora es necesario especificar el diámetro, el peso y la conexión de la tubería lavadora deseada. Cuando se soliciten zapatas, es necesario anotar los siguientes datos:

- a).- Diámetro exterior del cuerpo de la zapata.
- b).- Diámetro interior del cuerpo de la zapata.
- c).- Longitud
- d).- Tipo de rosca, peso y diámetro exterior de la tubería lavadora.
- e).- Diámetro exterior revestido.
- f).- Diámetro interior revestido.
- g).- Tipo de zapata.

OPERACION.

El peso y la velocidad usadas, son determinadas por la torsión encontrada. Los mejores son obtenidos usualmente, con velocidades de rotaria que varían de 50 a 100 --

r.p.m. y pesos de 1 a 3 ton. No se requiere de un peso excesivo, rebasarlo a menudo dá como resultado que la zapata se rompa especialmente aquellas que tienen la pared delgada.

La velocidad de la bomba y la viscosidad del lodo deberán ser los apropiados para mantener circulación por el espacio anular.

RECOMENDACIONES PRACTICAS.

Eliminar los recortes tan pronto como se generan. Para asegurar una eficiente limpieza de fondo y evitar que el molino re-muela los restos de metal, usar lodo con una viscosidad mínima de 80 segundos Marsh y una velocidad anular mínima de 36 m/min.

Cuando los recortes tengan la forma de escamas de pescado, disminuir el peso y aumentar la velocidad de rotación. Cuando la velocidad de molienda es lenta y los recortes tienen forma de cabellos se debe aumentar el peso sobre el molino. Tratar que los recortes tengan un espesor de 1/32 de pulgada y una longitud de 3 pulgadas.

Cuando se muela tubería (tubería lavadora, tube

ría de revestimiento, etc.) limpiar periódicamente el interior del pescado con un molino. Esto evitará que los recortes formen un nido de pájaro en el fondo de la tubería.

Nunca principiar a moler con el molino apoyado en el pescado. Iniciar la rotación arriba del pescado y después bajar al pescado con el molino ya girando, y agregando peso gradualmente.

Al moler tubería corroída, usar poco peso para obtener una velocidad adecuada de molienda. Esto evitará -- que la T.R. se triture.

Para obtener la mejor velocidad de molienda, man tener constante y el peso sobre el molino. No usar la técni ca de cargar peso y esperar. Procurar que el peso se alimen te en forma constante.

La forma de desgaste del molino indicará su comportamiento. Un desgaste parejo indica un molido eficiente. Un desgaste cónico indica que la cima del pescado está de formada por un peso excesivo.

RECOMENDACIONES PARA EL OPERADOR

TIPO DE MOLINO.	VELOCIDAD r.p.m.	PESO Ton.	VISC. cp	OBSERVACIONES
Junk-Mill	100	2 - 5	60	Golpear el molino de vez en cuando.
Pilot-Mill	125	3 - 5	60	Variar el peso - hasta encontrar la mejor velocidad de corte.
Molino Cónico	50-80	1 - 2	60	Comenzar con poco peso y velocidad.
Molino Convencional.	60-125	1.5- 4	60	Detener el movimiento, bajar lentamente sobre el pescado 5 a 7.5 ton. de peso para verificar el corte.
Zapata Molino	50-100	1 - 2	60	Levantar de vez en cuando y circular.
Molino Seccional (6 cuchillas)	100-150	2 - 4	60	No moler más --- aprisa que pueden removerse los cortes.

CANASTA DE CIRCULACION INVERSA BOWEN

DESCRIPCION.

Esta herramienta se utiliza para recuperar toda clase de objetos pequeños que se acumulen en el fondo del pozo, tales como: conos y baleros de barrenas, cuñas rotas, trozos de cable, pedazos de herramientas manuales, etc.

DISEÑO.

Esta herramienta está diseñada para utilizar -- al principio de la circulación inversa, el fluido circula -- en forma de jet hacia afuera y hacia abajo contra el fondo del pozo en el que es desviado en forma tal, que dirige todos los objetos hacia el interior de la canasta.

Consta básicamente de las siguientes partes:

- a).- Un substituto superior
- b).- Un cilindro
- c).- Un pescafierros (core-catcher)
- d).- Una zapata.

e).- Un conjunto de válvula.

f).- Una esfera de acero.

La circulación inversa se obtiene debido a la --
construcción del cilindro; con la esfera de acero colocada -
en el asiento de la válvula, el fluido circulante se dirige-
alrededor de la válvula, a través de los pasos interiores --
del cilindro, y se expulsa hacia abajo en forma de jet con -
tra el fondo del pozo de modo tal que fluye en corriente con
tinua y entra en el cilindro, pasa por el mismo y sale por _
las lumbreras del extremo superior del cilindro.

Estas herramientas se fabrican en dos tipos:

- Estándar.- Para pescar conos de barrenas pe--
queñas.
- W7R.- Para recuperar conos de barrenas -
W7R y otras mayores.

FUNCIONAMIENTO

UTILIZANDO ZAPATA FRESADORA.

Revisar que la canasta esté debidamente armada -
y que todas sus partes se encuentren en buen estado.

Conectar la canasta a la sarta y bajar la T.P.- hasta 2 ó 3 metros arriba del fondo; instalar la flecha y circular para limpiar la canasta, moderar el bombeo y bajar dando rotación lentamente hasta tocar el fondo e incrementar la velocidad de bombeo para limpiarla.

Desconectar la flecha, soltar la esfera de acero (canica) dentro de la T.P. conectar la flecha nuevamente y continuar bombeando a una velocidad moderada hasta que llegue la canica a su asiento (1.5 min. por cada 300 m. -- aproximadamente).

Una vez que la canica llegó a su asiento, aumentar al máximo el bombeo, cargar de 1 a 2 toneladas de peso y con 60 r.p.m. cortar el núcleo según la longitud del barril de la canasta.

Al terminar de cortar el núcleo, parar la bomba y levantar la sarta para que se corte la base del núcleo -- con el pescafierros (core-catcher).

Sacar la tubería y extraer el objeto recuperado quitando la zapata fresadora.

EMPLEANDO ZAPATA DENTADA.

Esta se programará cuando las condiciones del objeto por recuperar, se encuentre atrapado en el fondo por material asentado o acuñado, se opera en igual forma que -- cuando se trata con la zapata fresadora.

RECOMENDACIONES PRACTICAS.

Revisar que el diámetro interior de las juntas de tubería y combinaciones sean lo suficientemente grande - para el paso de la esfera de acero (canica).

No soltar la canica en el interior de la tubería de producción, mientras la canasta no haya llegado al - fondo y limpiando éste con circulación directa.

Mídase la longitud del barril y tómese como referencia.

DESCRIPCION.

Esta herramienta se utiliza para captar los residuos de materiales en operaciones de molienda de herra --

mientas construidas de fierro, tales como: tapones mecánicos, empacadores permanentes, tuberías, etc., así como también para limpiar el fondo de los pozos de chatarra o residuos. pedacería de cables, etc.

Se colocan inmediatamente arriba de la barrenadora o molino que se utiliza para efectuar propiamente la operación de molienda.

DISENO.

Las canastas constan de las siguientes partes principales:

- a).- Mandril
- b).- Cilindro.

El cilindro está conectado al mandril mediante una doble caja, cuenta con un orificio de drenaje en la parte inferior del cilindro para efectuar la limpieza de la misma.

La chatarra cae dentro del barril, por efecto de la pérdida de velocidad anular del fluido de circulación, debido al diseño de la parte superior de la canasta en don-

de hay un espacio entre el mandril y el cilindro.

FUNCIONAMIENTO.

PARA LIMPIAR EL FONDO DEL POZO DE CHATARRA.

Introducir la canasta colectora con tubería de producción hasta 2 ó 3 m. arriba del fondo. Circular con la bomba a una presión promedio de 105 a 140 kg/cm². Dar rotación moderada de 30 a 40 r.p.m. y bajar hasta 1 m. aproximadamente del fondo del pozo. Continuar con rotación y circulación el tiempo que se estime necesario para limpiar el pozo.

Suspender la circulación y la rotación, levantar, esperar un tiempo razonable para que se lleve a cabo el asentamiento de la chatarra que haya quedado en suspensión, bajando nuevamente para verificar el fondo limpio.

Sacar las canastas, revisar su contenido, vaciar y lavarlas y de ser necesario volver a bajarlas repitiendo las operaciones anotadas en los puntos anteriores.

PARA LIMPIAR LA T.R. Y EL FONDO DEL POZO.

Introducir barrena o molino, canasta colectora-

y escariador con la tubería de producción hasta 2 ó 3 m. --- arriba del fondo. Circulando con poca rotación bajar a medio metro del fondo. Continuar con rotación y circulación el --- tiempo que se considere conveniente para limpiar éste. Suspender la rotación y la circulación y sacar el aparejo.

Desconectar la canasta, revisar su contenido, vaciela y lávela y de ser necesario volver a bajar el aparejo descrito repitiendo las operaciones anotadas en los dos puntos anteriores.

PARA EFECTUAR MOLIENDAS DE TAPONES DE CEMENTO O MECANICOS, - EMPACADORES Y/O TUBERIAS.

Meter barrena o molino, canasta colectora, las - trabarrenas con la tubería de producción hasta llegar a 2 ó 3 m. arriba del pescado o tapón.

Circular con rotación lenta, bajar hasta tocar-- la boca del pescado y operar su herramienta para moler.

Una vez efectuada la molienda, circular el tiempo que se estime necesario para efectuar la limpieza del - - fondo, suspenda la circulación y la rotación y sacar el apa-

rejo.

Desconectar la canasta, revisar su contenido, -- vaciarla, lavarla y de ser necesario volver a bajar el mis - mo aparejo descrito, repitiendo las operaciones anotadas en los tres puntos anteriores.

RECOMENDACIONES PRACTICAS.

Es indispensable efectuar una limpieza perfecta del cilindro de la canasta antes de meterla al pozo, pues -- de no procederse así, se correrá el riesgo de introducirla - conteniendo chatarra, producto de la recuperación efectuada en operaciones anteriores, lo que daría motivo a cometer -- errores de apreciación, y aún de programación, en la molien - da que se esté llevando a cabo.

CANASTA MAGNETICA K & G

DESCRIPCION.

Esta herramienta se utiliza para recuperar pequeños objetos metálicos que no son perforables y que se acumulan en el fondo del pozo, tales como: conos de barrena de diámetros pequeños, pedazos de metal de llaves manuales, etc.

Esta canasta se puede bajar al pozo tanto con cable como con tubería.

DISEÑO.

Consta de las siguientes partes principales.

- a).- Cuerpo.
- b).- Camisa no magnética.
- c).- Imán permanente.

Este pescante es una herramienta sólida y compacta, los elementos magnéticos están hechos de aleación especial tratada para que todas las líneas de fuerza magnéti-

cas concurren a un solo polo.

FUNCIONAMIENTO.

Meter la herramienta con la tubería de pro - - -
ducción hasta 2 ó 3 m. arriba del fondo, estableciendo cir -
culación a alta velocidad para limpiar el fondo del pozo. --
Suspender la circulación, bajar lentamente hasta detectar --
el fondo del pozo, y entonces cargar de peso de 0.5 a 1 tone
lada.

Sacar la herramienta a la superficie, desconec -
tarla y observar la recuperación obtenida. En caso necesario
y si lo estima así conveniente pueden hacerse los viajes pro
gramados para recuperar la totalidad del pescado.

RECOMENDACIONES PRACTICAS.

Revisar que la canasta este bien armada, comple -
tamente limpia y que cada una de sus partes estén en buen --
estado.

Cuando utilice la herramienta guardarla en su --
caja de madera para proteger al máximo el imán.

CANASTA DE FONDO BOWEN TIPO " ITCO "

DESCRIPCION.

Se utiliza para recuperar toda clase de objetos pequeños que se acumulan en el fondo del pozo, tales como: - conos o baleros de barrenas, cuñas rotas, trozos de cable, - herramientas manuales, etc., también sirve para tomar nú -- cleos.

DISENO.

Se compone de las siguientes partes principales:

- a).- Substituto superior
- b).- Cilindro
- c).- Pescafierros superior (core-catcher)
- d).- Pescafierros inferior (core-catcher)
- e).- Zapata.

Como accesorios tiene los siguientes:

- a).- Insertos de imán.
- b).- Zapata de dedos.

c).- Zapatas fresadoras.

Tipo "A" de material convencional.

Tipo "B" de material duro.

Los dos pescafierros están construidos sin remaches, por lo que son fáciles de reacondicionar en el sitio en donde se utilicen.

Los dedos del pescafierros superior, se extienden solo la mitad del trayecto al centro, y sirven para que brar el núcleo cuando se levanta la tubería de aparejo.

El interior tiene alternados dedos largos y cortos que se extienden casi hasta el centro para formar una canasta tupida que retiene el núcleo o pequeños fierros que se encuentran en el fondo del pozo.

Como ambos pescafierros giran libremente dentro de la zapata, los dedos no se rompen.

SELLO DE IMPRESION

DESCRIPCION.

El sello de impresión o sello de plomo, es un ci lindro de plomo obtenido del vaciado de plomo fundido en un molde, con un diámetro y una altura determinada y adherido a un tramo corto de tubería de producción.

Este sello, que generalmente es acondicionado - en el salvamento de herramientas especiales, puede ser reno vado cuantas veces sea necesario, ya sea limando sus aspere zas o volviendo a fundirlo, inclusive para ampliar o redu - cir su diámetro.

DISEÑO.

El fundido de las barras de plomo permitirá -- transformar en líquido, para así vaciarlo en el molde y - obtener el sello de plomo de las características requeri -- das, siendo éstas la altura y el diámetro del sello.

El tramo corto de tubería de producción que se - utiliza para sujeción del sello de plomo, puede ser de un-

diámetro nominal dependiendo de la tubería de revestimiento en que se vaya a operar, o del agujero.

Con el fin de limpiar la superficie en donde se va a tomar la impresión, se le pueden acondicionar dos orificios de circulación en el tubo de ajuste, inmediatamente-arriba del sello de plomo.

A continuación anotar el diámetro exterior y la altura del block de impresión, recomendable para su utilización en las operaciones.

FUNCIONAMIENTO.

En algunas ocasiones, durante la intervención - de los pozos se tienen problemas mecánicos tales como colapsos o roturas de tubería de revestimiento; o que se queden-dentro del pozo el empacador, herramienta y/o tubería.

Dentro de los trabajos desarrollados para la solución de los problemas, es necesario utilizar el sello de-plomo con el fin de obtener información de las condiciones-en que se tienen el problema y elaborar la programación más adecuada a seguir.

La introducción del sello de plomo al pozo, debe hacerse evitando movimientos bruscos de la tubería para no rayarla o golpearla. Una vez que se bajó aproximadamente a un metro arriba de la parte superior del pesacado o problema mecánico deberá circular para limpiar la superficie a registrar.

Inmediatamente después de haber circulado y en una sola ocasión, bajar la tubería hasta la profundidad donde se va a operar el sello a la vez que se aplique un peso que pueda variar de 2 a 4 toneladas y se obtendrá la impresión.

De igual manera, al sacar la tubería con el sello de plomo evitar los movimientos bruscos para que no se altere la impresión tomada y sea efectivo el programa de trabajo a seguir para la solución del problema.

RECOMENDACIONES PRACTICAS.

Debe verificar que el sello de plomo sea de las medidas requeridas así como su cara frontal o espejo y su contorno lateral sean dos superficies completamente lisas--

o limpias.

Que el tramo corto de tubería de producción tenga los dos orificios en la cercanía del sello que permita -- la circulación y enfriamiento durante las operaciones.

Operar el sello de plomo una sola ocasión.

Si por la profundidad somera del problema requiere de mayor peso en la sarta, incluir lastrabarrenas.

ROLADOR PARA TUBERIA DE REVESTIMIENTO

DESCRIPCION.

Durante la intervención en un pozo se puede presentar un problema mecánico consistente en el colapso o rotura de la tubería de revestimiento, ocasionando con ello que no se logre bajar de esa profundidad y continuar con los trabajos programados.

Para solucionar este problema mecánico es necesario utilizar una herramienta de forma cónica o ahusada a la cual se le denomina rolador de tubería de revestimiento.

DISEÑO.

Son varias las herramientas de este tipo que han sido diseñadas para conformar las tuberías de revestimiento, pero todas ellas se componen básicamente de:

- a).- Cuerpo cónico con orificios para circulación.
- b).- Rodillos cónicos
- c).- Pernos o baleros.

En base a que en un mismo diámetro de tubería - de revestimiento se tienen una diversidad de grados, es decir, variable diámetro interior (drift), se han fabricado los rodillos específicamente para cada uno de esos diferentes diámetros, con el fin de operar más adecuadamente.

Así mismo, el cuerpo del rolator cuenta con un orificio central o lateral en su extremo inferior para obtener la circulación hasta su base y coadyuvar con ello a limpiar exteriormente el rolator, evitando la acumulación de - las partículas de acero de la tubería de revestimiento o de cualquier otro material a su alrededor.

FUNCIONAMIENTO.

Después de evaluado el daño en la T.R. con ba - rras de peso, calibradores, sellos de plomo, etc., se se -- leccionará.

Estacionar la sarta de 3 a 4 m. arriba de la -- sarta dañada que se pretende conformar, instalar la flecha - y establecer circulación.

PARA ELIMINAR LEVES DEFORMACIONES.

Bajar la sarta lentamente con rotación de 30 -- 40 r.p.m. hasta detectar la parte afectada e iniciar a conformar la tubería de revestimiento manteniendo el peso propio de la sarta y observando el indicador de peso, en caso necesario aplicar peso 0.5 a 1.0 toneladas, hasta comprobar el paso de la herramienta, bajándose un tramo abajo de la parte conformada.

Repasar la parte afectada subiendo y bajando la sarta comprobando el paso libre de la herramienta, suspender la circulación y sacar a la superficie.

PARA ELIMINAR COLAPSOS.

Iniciar la operación en igual forma a la anterior, aplicando peso progresivamente hasta 3 ó 4 toneladas, verificando periódicamente el avance, levantando la sarta.

Continuar operando hasta comprobar el paso libre de la herramienta hacia arriba y hacia abajo, suspender la circulación y sacar a la superficie.

cuando el colapso es de magnitud considerable -- es recomendable iniciar la conformación de la tubería de revestimiento con un molino cónico y posteriormente con el rolador adecuado. No utilizar el rolador cuando el colapso sobrepase del centro de la tubería de revestimiento.

RECOMENDACIONES PRACTICAS.

Para la selección del rolador para tubería de revestimiento, verificar el peso de la tubería por conformar, para programar los rôles de la medida adecuada.

CAPITULO V

MANTENIMIENTO A POZOS GEOTERMICOS

MANTENIMIENTO A POZOS GEOTERMICOS

De acuerdo a las experiencias que se han tenido en el campo de Cerro Prieto, B.C. a partir del primer pozo perforado; la inspección, reparación y trabajos de mantenimiento fue una necesidad ya que el número de pozos se incrementaron.

Se deben enfatizar las causas que inicialmente originaron los daños que más tarde serían reparados. En la tabla 1 se dan a conocer algunos de estos casos, los cuales son del tipo constructivo, debido a diversos problemas presentados durante las etapas de perforación y sobre todo el más frecuente se debió a fallas durante las cementaciones, las cuales provocaron problemas en las tuberías de revestimiento. Las condiciones térmicas asociadas a los acuíferos existentes en ese campo, los cuales ocasionaron choques o impactos térmicos que los dañaron, otro aspecto importante es el diseño de la capacidad de las tuberías empleadas, esto es basados en las recomendaciones dadas por el A.P.I. en donde no se contemplan las extremas temperaturas que en cualquier momento, las afectan con la consiguiente declinación de la capacidad mecánica.

FACTORES QUE OCASIONAN ANOMALIAS EN LOS POZOS GEOTERMICOS DE CERRO PRIETO

TEMPERATURA :-----TEMPERATURA DE FONDO 300 °C

COLUMNA LITOLÓGICA :-----ACUIFERO DE AGUA DULCE 497 M.

CONSTRUCCION DEL POZO :-----LA TUBERIA DE REVESTIMIENTO ES USADA
COMO DE PRODUCCION AUNADO A LA PEGA-
DURA DE LA MISMA Y CANALIZACION DEL
CEMENTO .

T.R. CAPACIDAD
MECANICA :-----CAPACIDAD LIMITADA A LA TENSION, COMPRESION Y ESFUERZOS DE COLAPSO CAUSADO
POR ESFUERZOS TERMICOS .

DESARROLLO DE POZOS :-----CUANDO LOS POZOS SE CALIENTAN RAPIDAMENTE SE CREA UN CHOQUE TERMICO QUE
AFECTA A LA T.R.

TIEMPO :-----LA CORROSION SE DETECTA CUANDO SE
REPARA EL POZO, LA T.R. MUESTRA SEVEROS
DAÑOS Y EL CEMENTO SE HACE POLVORIENTO CON EL TIEMPO.

TABLA I

Si el inicio y el desarrollo de un pozo geotérmico no se efectúa con las precauciones apropiadas, entonces el lodo o agua fácilmente pueden originar colapsos y dañar seriamente la tubería de revestimiento.

Al transcurrir el tiempo, fue frecuente detectar daños por corrosión originados dentro y fuera de las tuberías de los pozos. La solución de este problema ha requerido los máximos costos por reparación en el campo. Algunas veces el problema ocurrió después de 2 y 5 años de concluido el pozo. Las series de elementos mecánicos que se utilizaron para la inspección y limpieza de incrustaciones fueron muy variados como se describirán en otro capítulo posterior. Estas operaciones fueron efectuadas sin ninguna protección y con muchos riesgos para el personal y el equipo en pozos vivos, esto es fluyendo y de acuerdo a las operaciones programadas. Algunos de estos elementos tienen sistemas de enfriamiento para proteger los hules y empaques de los preventores y desviadores, desde luego para emplear estos accesorios, la subestructura del equipo deberá tener las dimensiones adecuadas, como es el caso del equipo de perforación utilizado el cual también necesita la torre de enfriamiento, y en éste caso, esto es más necesario durante las operaciones y un equipo de bombeo capaz de controlar cualesquier tipo de presión de po-

zo, que en el caso de este campo el rango es de 90 kg/cm^2 -- (1250 lb/pg^2) en la cabeza de los pozos. A través del tiempo un mantenimiento y reparación referido a los elementos -- de anclaje y del árbol geotérmico se ha detallado en la figura No.2, donde se observan las modificaciones que han sufrido los árboles en el campo y el problema más frecuente con el tiempo fue la sal, gas y corrosión electrolítica. El diseño del árbol de la etapa uno a la cuarta, contempla a algu nos aspectos como son el soporte de la tubería de producción por el crecimiento, reducción o eliminación de las vibraciones que provoquen cavidades y daños a los elementos mecáni cos del árbol y sobre todo, eliminación de las válvulas que se hayan utilizado durante la perforación y producción donde se pueden provocar fugas.

MODIFICACIONES A LOS ARBOLES GEOTERMICOS
EN EL CAMPO GEOTERMICO DE CERRO PRIETO

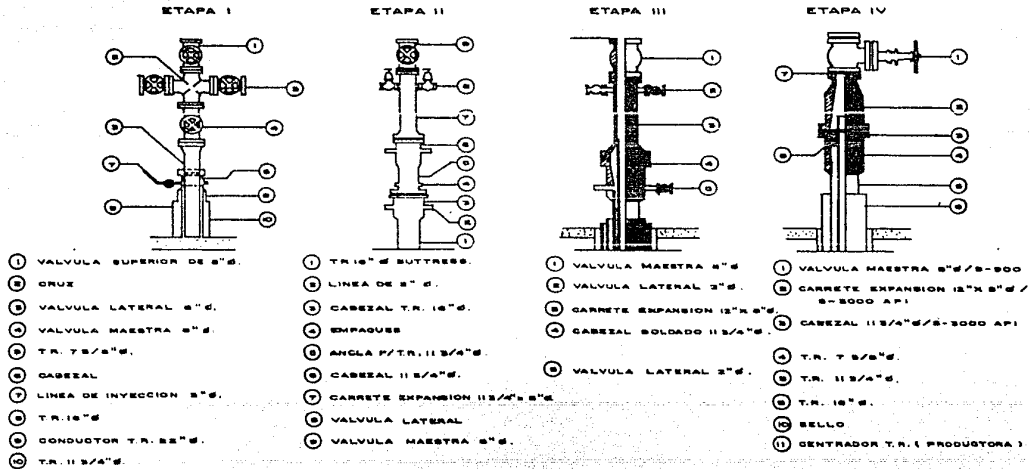


TABLA No. 2

MANTENIMIENTO DE POZOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES

MANTENIMIENTO DE POZOS.

Esta actividad está destinada a mantener los pozos en las mejores condiciones de trabajo posibles, durante su vida útil y comprende desde la válvula maestra hasta el fondo, incluyendo carrete de expansión, tubería de anclaje, tubería de producción y tuberías cortas.

CRITERIOS DE MANTENIMIENTO.

Válvula maestra, carrete y cabezal (figura 1).-

Es necesaria una revisión periódica en estos elementos, visual y radiográfica con el objeto de verificar el estado en que se encuentra el cuerpo y la soldadura del cabezal y el carrete con la tubería de revestimiento. Así mismo, es importante revisar periódicamente la operabilidad de la válvula maestra, ya que de ella depende en gran parte la seguridad del pozo.

ARBOL DE VALVULAS GEOTERMICO

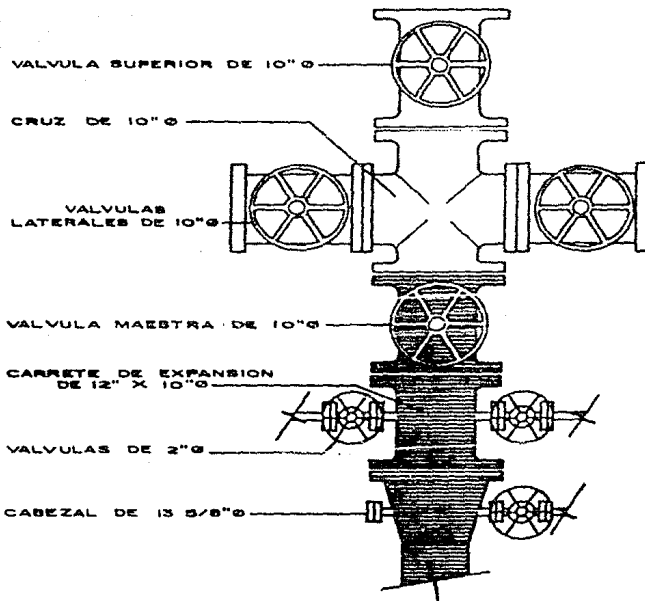


FIG. 1

TUBERIAS DE PRODUCCION.

Si se observan cambios en la presión y temperatura superficial de un pozo, será necesario programar su revisión.

Antes de iniciar esta revisión es necesario conocer con detalle los datos siguientes:

DISEÑO Y PERFORACION DEL POZO
ANTECEDENTES OPERACIONALES
CONDICIONES PREVALECIENTES

Los problemas que se pueden presentar en las tuberías son los siguientes:

INCRUSTACIONES EN LAS TUBERIAS DE PRODUCCION
FALLAS DE LOS ACCESORIOS DE FLOTACION
ROTURAS O AGRIETAMIENTOS

Cuando se inicia la incrustación de un pozo, se detecta en su disminución de producción de flujo y esto será comprobado mediante calibración.

ALTERNATIVAS PARA LIMPIAR LAS INCRUSTACIONES.

CON EL POZO SIN FLUIR.

Dependiendo de las características particulares de cada pozo, se deberá seleccionar el método para abrir la presión, tratando de evitar los cambios bruscos de temperatura. Simultáneamente se procederá a correr registros de calibración, temperatura y presión.

Con el análisis de estos resultados se define la magnitud de las incrustaciones y el programa de limpieza.

El equipo recomendado para efectuar estas intervenciones es el equipo de perforación rotatoria.

CON EL POZO FLUYENDO.

La desincrustación de una tubería de producción bajo esta condición es posible realizarla teniendo presente los riesgos de un pozo fluyendo. El equipo utilizado es rotatorio, con la variante de que se requiere en la cabeza del pozo, un sistema de desviador de flujo, que permita operar las herramientas de perforación con el pozo bajo presión.

Las presiones y flujos que se deben mantener en la cabeza -- del pozo deberán ser las más bajas posibles.

COLAPSOS Y FRACTURAS EN LAS TUBERIAS DE PRODUCCION.

Es uno de los problemas más graves que se pueden presentar en un pozo geotérmico y su origen está relacionado en forma directa con los siguientes factores:

DISEÑOS DE TUBERIA DE REVESTIMIENTO PROBLEMAS DURANTE LA PERFORACION.

Problemas durante la corrida de las tuberías de - ademe y las de producción:

TIPOS DE CEMENTO Y CEMENTACIONES
AGRESIVIDAD DE LOS FLUIDOS GEOTERMICOS
PROBLEMAS DURANTE LA PERFORACION (PA-
TAS DE PERRO, OJOS DE LLAVE).
ZONAS DE PERDIDA NO OBTURADAS SATIS --
FACTORIAMENTE.

ALTERNATIVAS PARA LA SOLUCION DE ESTOS PROBLEMAS:

COLAPSOS.

La operación consiste en tratar de restablecer el diámetro original de la tubería, con las herramientas especiales de perforación. Como se detalló en los casos del pozo M-3 de Cerro Prieto y el Az-43 de Azufres, Mich., en el capítulo I.

Cuando el colapso es total y dependiendo del número de ellos, se deberá considerar su programa de rehabilitación para continuar como pozo productor o abandono del mismo.

FRACTURAS.

En el caso que éstas sean longitudinales, se emplea el mismo método anterior. Si la fractura está dentro de la anterior tubería de ademe, es posible continuar explotando el pozo sin necesidad de colocar una nueva tubería de producción, cuando la fractura está fuera del ademe, será necesario considerar el uso de una nueva tubería porque existe el riesgo de que cuando el pozo esté en producción, el flujo avance por fuera de las tuberías hasta la superficie.

Cuando la fractura está en la parte de la tubería ranurada frente al estrato productor, es posible continuar explotando el pozo, con el debido cuidado en su operación.

CORROSION EN LAS TUBERIAS DE PRODUCCION.

Se puede presentar en las tuberías de producción en la parte interna y externa de las tuberías. Las causas se atribuyen a ataques químicos y electrolíticos, asociándolos también con una alta concentración de sulfuro de hidrógeno y agua salada a elevada temperatura. Estos pueden originar desprendimientos totales en secciones en la columna de la tubería de ademe.

En estos casos, la rehabilitación de pozos es posible, con la introducción de una nueva tubería de producción dentro de la concéntrica, siempre y cuando no se haya perdido la verticalidad respecto a la anterior.

Otra alternativa de reparación, cuando el caso lo requiera, es introducir, colgar y cementar una sección de tubería de revestimiento cubriendo la parte más dañada.

INCRUSTACION DE ZONA PRODUCTORA.

Cuando se presenta incrustación de la tubería ranu rada a tal grado que el caudal disminuya a valores no comerciales, se recomiendan disparos en la tubería en esa zona u otra previamente seleccionada, siempre y cuando las condicio nes y características del pozo lo permitan.

DESCONTROL DE POZOS.

Cuando se opera un pozo deberá tenerse presente la posibilidad de un descontrol, se pueden presentar en:

ALGUN ELEMENTO DEL ARBOL DE VALVULAS
LAS TUBERIAS DE REVESTIMIENTO DEL POZO

DESCONTROL DEL POZO POR DANOS EN EL ARBOL DE VALVULAS.

Los factores que originan este tipo de problemas - están relacionados con la calidad, capacidad y diseño de los materiales, válvulas, conexiones de la cabeza del pozo, así como mantenimiento al árbol de válvulas inadecuado y opera -

ciones incorrectas.

Otros factores tan importantes como los mencionados, son el incremento de producción y el arrastre de sólidos aunados al flujo, que pueden erosionar las válvulas del cabezal del pozo.

La solución de este tipo de problemas es la de efectuar una serie de operaciones con el pozo fluyendo.

DESCONTROL POR DAÑOS EN LAS TUBERIAS DEL POZO.

Este tipo de problemas tiene más probabilidades de ocurrir cuando se tiene únicamente una tubería de ademe, una de anclaje y otra de producción, si se fractura o colapsa la de ademe, el flujo puede avanzar por fuera de la tubería de revestimiento.

Uno de los procedimientos recomendables a seguir es el siguiente:

- 1) DESCARGAR VERTICALMENTE EL POZO
- 2) INSTALAR LINEAS DE DESCARGA LATERAL Y TUBERIA DE INYECCION PARA ALTA PRESION.

- 3) DERIVAR EL FLUJO A LAS DESCARGAS LATERALES.
- 4) INSTALAR PREVENTORES CON SELLOS Y ELEMENTOS PARA ALTA TEMPERATURA Y SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.
- 5) INTRODUCIR UNA TUBERIA DE DIAMETRO ADECUADO, CON JUNTAS INTEGRALES CON DIAMETRO EXTERIOR IGUAL A LA TUBERIA. DE PREFERENCIA HASTA EL FONDO DEL POZO, BOMBLEAR LODO Y DESPUES CEMENTO ACELERADO PARA TAPONAR.

MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES SUPERFICIALES.

El mantenimiento en un campo geotérmico en explotación, comprende básicamente aquellos trabajos tendientes a conservar en buen estado de funcionamiento los elementos mecánicos de superficie.

El sistema que permite manejar el fluido geotérmico y conducir los fluidos a sus destinos finales, se encuentra expuesto a múltiples y variados problemas que repercuten en el deterioro de la función para la que han sido diseñados. Los principales son: incrustación, corrosión, erosión, medio ambiente húmedo y salino, temperatura, presión, esfuerzos, reacciones, asentamientos diferenciales del terreno, drenaje y filtraciones.

A continuación se mencionan los principales elementos de superficie haciendo una breve descripción de su función, problema y mantenimiento.

ARBOL DE VALVULAS DEL POZO (figura 1)

Controla el flujo a la salida del pozo, por medio de un conjunto de válvulas, que regulan la descarga de fluido a separadores, silenciadores y ductos.

La concentración de los componentes químicos de los fluidos y los elevados rangos de presión y temperatura, pueden provocar fallas de las empaquetaduras y grasas lubricantes, ocasionando con esto fugas, corrosión, incrustaciones y dificultad de operación en las válvulas, lo que ocasiona esfuerzos excesivos al operarlas, pudiendo causar roturas y deformaciones en las partes de las válvulas. Cuando se presente arrastre de sólidos, se puede provocar erosión en los elementos mecánicos, desgastándolas y presentándose fugas.

Para el mantenimiento del árbol de válvulas, se recomienda limpieza y pintura para alta temperatura, limpieza y lubricación permanente en la parte expuesta del vástago, lubricación para alta temperatura, ajuste al estopero y - -

ARBOL DE VALVULAS GEOTERMICO

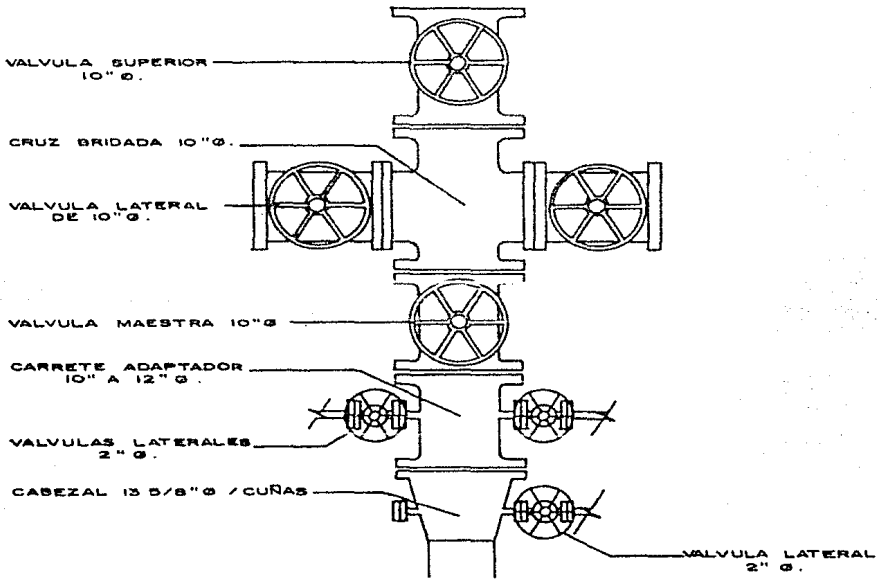


FIG. 1

reposición de empaque; son convenientes las operaciones de apertura y cierre de válvulas en forma periódica con objeto de romper espesores delgados de incrustación.

Cuando por razones de operación y seguridad algún elemento del árbol tiene que sustituirse o reemplazarse, es preferible el cambio de la parte dañada del árbol, o del árbol completo sin incluir la válvula maestra, para proceder al mantenimiento de esas partes en taller, tomando en cuenta las recomendaciones para despresurización del pozo.

INTERCONEXION POZO - SEPARADOR.

Cuando se tiene el sistema de separación en plata forma, está conectado el árbol de válvulas con el separador con la entrada de mezcla al mismo y debe permitir la suficiente flexibilidad para absorber movimientos diferenciales entre el separador y el árbol de válvulas.

Los problemas más comunes de esta sección son: -- Las erosiones y las consecuentes fugas que se presentan generalmente en los cambios de dirección. Una de las soluciones a este problema es instalar una conexión en forma de "T" en lugar del codo de 90°.

SISTEMA DE PROTECCION DEL EQUIPO.

Los discos de ruptura, la válvula de seguridad o alivio y la válvula esférica, constituyen el sistema de protección contra alta presión en el separador y el arrastre de agua en el vapor.

La acción del medio ambiente salino y húmedo origina corrosión en la parte exterior del disco de ruptura, ocasionando posibles fugas o rupturas abajo de las presiones de diseño. En la válvula esférica se presentan problemas de impermeabilidad por incrustación en el espacio entre el globo y la guía, también deformación, rotura y desgaste de ésta última e inmovilidad del globo por rotura de la canastilla centradora del mismo. Como actividad de mantenimiento, se recomienda para los discos de rompimiento su inspección y reemplazo periódico y protección contra la humedad, con materiales impermeables, sugiriéndose que sean dos con diferente presión de ruptura, colocando una válvula de corte en el rango más bajo, inspección ocular y prueba hidrostática, tan frecuente como sea posible. Dado lo importante de su buen funcionamiento, también es conveniente destaparla y repararla en caso necesario. Conservar en buen estado el aislamiento térmico.

SEPARADOR (figura 2)

Su función consiste en separar las fases para su posterior conducción. Los principales problemas en este equipo son, la erosión por arrastre de sólidos y la incrustación. Se recomienda revisión, desincrustación y limpieza en forma periódica, por los accesos instalados para tal efecto, revisión y verificación de las tomas de presión y del indicador de nivel; conservación en buen estado del aislamiento térmico del cuerpo metálico del separador, pintura anticorrosiva y esmalte a estructura metálica, tornillería y partes expuestas.

VALVULAS DE CORTE.

Se requieren para efectuar maniobras de cambios de dirección de flujos en tuberías conductoras. Los problemas en estas válvulas son similares a los mencionados en el caso del árbol de válvulas del pozo. Cabe mencionar que el problema de incrustaciones no se presenta en el caso de vapor separado. Se recomienda un mantenimiento similar al del árbol de válvulas del pozo.

TUBERIAS CONDUCTORAS DE MEZCLA, VAPOR Y AGUA.

Conducen el flujo geotérmico en sus diferentes fa-

ses a sus destinos finales, dentro del proceso de generación de energía eléctrica. La conducción de mezcla, como la de agua, presenta algunos problemas característicos como son: - formación de incrustaciones que disminuyen su capacidad y, - dependiendo del tipo de flujo, se pueden presentar problemas de desplazamientos que originan caídas de sus soportes. - En la conducción del vapor el único problema que se puede presentar es la corrosión de la parte interior de la tubería. En las tuberías de mezcla y agua se recomienda colocar registros para observación del grado de incrustación y efectuar la limpieza de las mismas, mecánica o hidráulicamente, así como limpieza y recubrimiento con pintura para elevada temperatura en la parte externa. En las tuberías de vapor, se recomienda instalar " purgas " de condensado suficientes y apropiadas.

AISLAMIENTO TERMICO DE TUBERIAS CONDUCTORAS.

Su función es la de evitar la pérdida de calor de fluido conducido por las tuberías. El problema observado es el deterioro de los materiales de aislamiento por el intemperismo.

Se recomienda la reposición o reparación de tramos deteriorados.

SOPORTERIA Y ESTRUCTURAS METALICAS.

Su función es el transmitir al terreno las cargas debidas al peso de las tuberías y los fluidos. Los principales problemas que se presentan son la corrosión y la deformación por sobreesfuerzos de los elementos y fallas en la cimentación.

Se recomienda, para su mantenimiento, recubrimiento anticorrosivos, reparación o reposición según sea el caso, e inspección periódica de los soportes deslizantes.

SISTEMA DE DRENAJE.

Desaloja el condensado y el agua permanente en el sistema de tuberías y en los recipientes a presión. Los problemas observados son de incrustación taponamiento y corrosión en el interior de los equipos y tuberías. Se recomienda la limpieza periódica de las purgas y lubricación de sus válvulas.

SILENCIADOR Y CANAL VERTEDOR (figura 2)

Atenúa el ruido provocado por la descarga de flui-

dos a la atmósfera y permite la medición del caudal del agua. Los principales problemas observados son la incrustación, la erosión y en el caso de silenciadores metálicos, la corrosión. Se recomienda la limpieza periódica de la cámara y el canal de agua.

CONTRAPOZO (figura 2).

Sirve de apoyo al árbol de válvulas, evita la presencia de aguas freáticas, evitando la corrosión. Los principales problemas observados son las filtraciones de lodos por grietas y fracturas, la degradación del concreto y la acumulación de agua pluvial. Debe inspeccionarse y limpiarse, sellando las grietas y fracturas.

INSTALACIONES SUPERFICIAES DE UN POZO GEOTERMICO

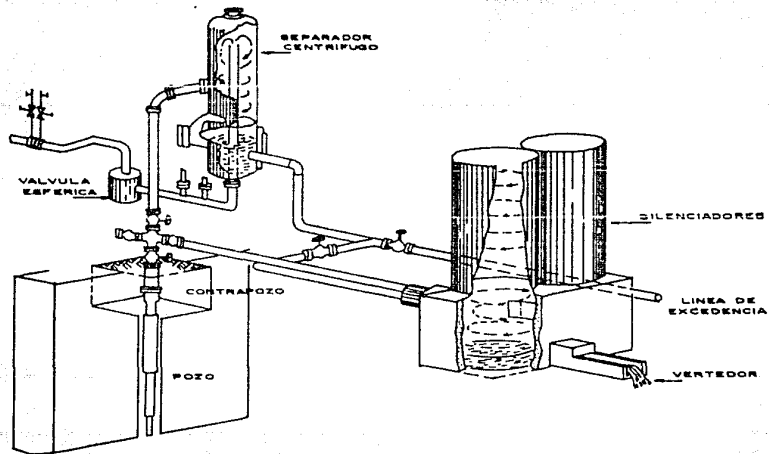


FIG. 2

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La presente obra, se ha elaborado con dos finalidades; la primera y más importante, es la de dar a conocer lo relevante en lo relacionado a experiencias de operaciones en campo, así como los procedimientos utilizados en las intervenciones en los pozos geotérmicos de México; la segunda va encaminada a que este trabajo, sea utilizado como un manual de campo en cuanto a consulta, por el personal de reparación y mantenimiento de pozos. La experiencia ha demostrado con el tiempo, los graves problemas que sufren los pozos durante la perforación y/o explotación por fallas de los diversos materiales empleados, como son: Tuberías de revestimiento, cementos especiales, herramientas, sartas, etc., lo que ha provocado severos descontroles y cuantiosas pérdidas económicas, además de los riesgos humanos que se implican en cuanto a las intervenciones. Todo lo anterior obliga a que los pozos sean continuamente reconocidos con todos los métodos existentes, desde el mecánico (calibradores, barras de peso, etc. hasta los sofisticados como registros eléctricos en sus modalidades, etc.,) para conocer sus condiciones mecánicas profundas y superficiales y es -- tar en condiciones de establecer los programas de manteni -

miento y reparación procedentes.

Actualmente en México y en otros países a nivel geotermia, se estudian, experimentan y desarrollan materiales nuevos, capaces de resistir las condiciones extremas -- de temperaturas, abrasión, ataque químico, incrustación, -- etc., que se dan en el medio geotérmico. siendo la reparación de pozos, un aspecto muy costoso y de enormes riesgos, se deberán hacer consideraciones muy detalladas para desarrollar los programas de reparación a seguir, interviniendo personal de amplia experiencia, que conozca de herramientas especiales y su operación.

BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I

CONDICIONES Y COMPORTAMIENTOS QUE ORIGINAN REPARACIONES.

- 1o. SANDIA NATIONAL LABORATORIES, PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOTHERMAL DRILLING AND COMPLETION TECHNOLOGY / JANUARY 22-25 / 1986.
- 2o. DEPARTAMENT OF ENERGY, SALTON SEA SCIENTIFIC DRILLING PROGRAM MONITOR / DECEMBER 7-10 / 1985.
- 3o. DOMINGUEZ AGUIRRE BERNARDO, PERFORACION PROFUNDA EN POZOS DE EXPLORACION Y EXPLOTACION DE CERRO PRIETO / 1979.
- 4o. DOMINGUEZ AGUIRRE BERNARDO, VITAL BLANCO FRANCISCO, REPARACION Y CONTROL DE POZOS GEOTERMICOS EN CERRO PRIETO, B.C. / MAYO 1975.
- 5o. VITAL BLANCO FRANCISCO, REPORTE INTERNO C.F.E. DEL POZO M-45 / SEPTIEMBRE 1976.
- 6o. DOMINGUEZ AGUIRRE BERNARDO, VITAL BLANCO FRANCISCO, GEOTHERMAL WELL MAINTENANCE AND REPAIR IN CERRO PRIETO / 1978.
- 7o. DOMINGUEZ AGUIRRE BERNARDO Y BERMEJO DE LA MORA FRAN-

CISCO, METODO ACTUAL PARA LA APERTURA E INICIO DE EX
PLOTACION DE POZOS EN EL CAMPO GEOTERMICO DE CERRO -
PRIETO, BAJA CALIFORNIA.

CAPITULO II

INSTALACIONES SUPERFICIALES Y ACCESORIOS DE UN POZO

- 1o. C.F.E. - OLADE, III SEMINARIO SOBRE DESARROLLO Y EX-
PLOTACION GEOTERMICA / OCTUBRE 1980.
- 2o. C.F.E, CURSO DE PERFORACION Y PRODUCCION / JUNIO --
1985.
- 3o. BYRON-JACKSON, CURSO DE CAPACITACION HUGHES INSTALA-
CIONES SUPERFICIALES / ABRIL 1983.
- 4o. F.I.P. / LANZAGORTA, MANUAL DE ACCESORIOS PARA ARBOL
GEOTERMICO / MAYO 1986.
- 5o. A.P.I., SPECIFICATION FOR WELLHEAD EQUIPMENT / DECEM
BER 1981.
- 6o. W.K.M. GEOTHERMAL VALVES PURPOSES / 1983.
- 7o. C.F.E. ESPECIFICACION DE ACCESORIOS DEL ARBOL GEO --
TERMICO / OCTUBRE 1986.

CAPITULO III

DIAGNOSTICO DEL ESTADO MECANICO DE UN POZO Y PROGRAMA DE REPARACION

- 1o. C.F.E. MANUAL DE INTERVENCION A POZOS DESCONTROLADOS/
EN REVISION 1986.
- 2o. RIVERA G. HECTOR, COMO PROTEGER TUBERIAS DE ADEME / -
PETROLEO INTERAMERICANO / 1962.
- 3o. C.F.E. CURSO DE PERFORACION Y PRODUCCION / CERRO - -
PRIETO, B.C. 1983.
- 4o. C.F.E. MANUAL DE INTERVENCION A POZOS DESCONTROLADOS/
EN REVISION 1986..

CAPITULO IV

HERRAMIENTAS Y SU OPERACION PARA INTERVENCION EN POZOS.

- 1o. PEMEX, MANUAL DE HERRAMIENTAS ESPECIALES / JULIO - -
1974.
- 2o. BOWEN, INSTRUCTION MANUALS / NOVEMBER - 1985.

CAPITULO V

MANTENIMIENTO A POZOS GEOTERMICOS.

- 1o. DOMINGUEZ AGUIRRE BERNARDO, VITAL BLANCO FRANCISCO,
GEOTHERMAL WELL MAINTENANCE AND REPAIR IN CERRO PRIETO / 1978.
- 2o. SERAFIN LOPEZ RIOS, SEPARADORES DE VAPOR Y HUMEDAD /-
GERENCIA DE PROYECTOS GEOTERMoeLECTRICOS C.F.E.
- 3o. STEPHEN PYE, DRILLING COMPLETING AND MAINTAINING - -
GEOTHERMAL WELLS IN BACA, NEW MEXICO / UNION OIL COM-
PANY OF CALIFORNIA.