

UTILIZACIÓN DE CUPLAS 1" SH AR PARA REDUCIR PESCAS EN SARTAS GRADO D.

Federico Baieli, Sergio Boscaro (Tecpetrol S.A.)

Alejandro Ameglio, Félix Carrizo, Francisco Díaz (Tenaris Siderca Varillas de Bombeo)

Abstract

El presente trabajo hace referencia a la utilización de cuplas de diámetro reducido (SH) en las columnas de bombeo, lo cual limita la resistencia total de la sarta. Para el cálculo práctico de la disminución de dicha resistencia se han realizado diversos estudios, que coincidieron en la necesidad de aplicar determinados factores de depreciación en el cálculo de solicitaciones de las sargas.

A fin de reducir el número de pescas en cuplas por la disminución de resistencia previamente discutida, se presenta la alternativa de utilizar cuplas de Alta Resistencia en estos casos.

Se detalla, en el trabajo, la experiencia de campo llevada a cabo mostrando algunos casos prácticos e índices de intervenciones en el Yacimiento El Tordillo.

Introducción

Las altas solicitaciones de los materiales utilizados en sistemas de bombeo mecánico de los pozos pertenecientes al Yacimiento El Tordillo (operado por Tecpetrol S.A. y ubicado en la cuenca del Golfo San Jorge, provincia de Chubut), han hecho necesario implementar cambios en dichos materiales, en el criterio de reemplazo de los mismos así como también en los diseños de los sistemas.

El yacimiento posee un total de 771 pozos en producción, distribuidos por sistema de extracción según:

- 535 pozos con bbeo. mecánico (BM) (69% del total de pozos)
- 191 pozos con bbeo. electrosumergible (BES)
- 38 pozos con bbeo. cavidades progresivas (PCP)
- 7 pozos otros sistemas (surgencia natural, auto gas -lift)

Los pozos con bbeo. mecánico (BM) tienen una producción bruta promedio de 45 m³/d y una profundidad promedio de bomba de 2250 mts.. Es importante notar que existen pozos someros de 1800 mts. y pozos profundos de hasta 3100 mts..

El 80% de los pozos esta afectado a la recuperación secundaria por lo cual el yacimiento presenta características corrosivas y se limita la utilización de varillas de Alta Resistencia, observándose la siguiente distribución de sargas:

- Sargas Grado D: 97% aprox.
- Sargas Alta Resistencia: 3%

Desarrollo

Las altas solicitaciones de los materiales utilizados en sistemas de bombeo mecánico de los pozos pertenecientes al Yacimiento El Tordillo y las características corrosivas de éste, han hecho necesario implementar cambios en dichos materiales, en el criterio de reemplazo de los mismos así como también en los diseños de los sistemas.

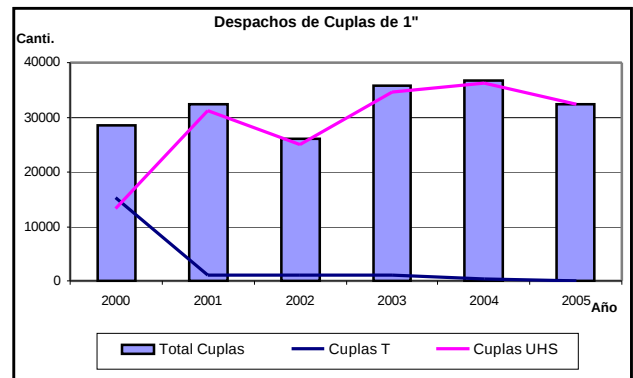
El presente trabajo busca describir y justificar la utilización de cuplas SH de 1" UHS en sargas grado D como medida para mitigar la disminución de la resistencia con la utilización de cuplas SH.

1 – Utilización de Cuplas

La cañería de producción estandar en el yacimiento es tubi ng de 2 7/8", donde, debido a su diámetro, no se pueden utilizar cuplas de 1" FS (Full Size) en las varillas de bombeo. Por esta razón es que se utilizan cuplas SH (Slim Hole o de diámetro reducido) que por su menor espesor de pared sufren una disminución en la resistencia.

Usualmente se asume que las cuplas proveen una resistencia igual o mayor a las varillas pero esto no se cumple para ciertas combinaciones de cuplas y varillas. En casos donde se utiliza cuplas de diámetro reducido suele ocurrir que el elemento limitante de la resistencia es la cupla.

Entre 1999 y 2000 se comenzó la sustitución de cuplas T SH por cuplas UHS SH para el tramo de 1", buscando aumentar la resistencia del mencionado elemento.



2 –Cálculo de Solicitación

Se adoptó en el yacimiento diseños de sarta bajo la norma API RP11L que establece como tensión admisible máxima para varillas Grado C, K y D (Grados API) lo siguiente:

$$S_{adm} = (T_{rot} / 4 + 0,5625 \times S_{min}) \times Fs$$

A su vez se utiliza la solicitud de Goodman establecida por las modificaciones realizadas por A. Hardy para comparar niveles de carga, la cual se calcula según:

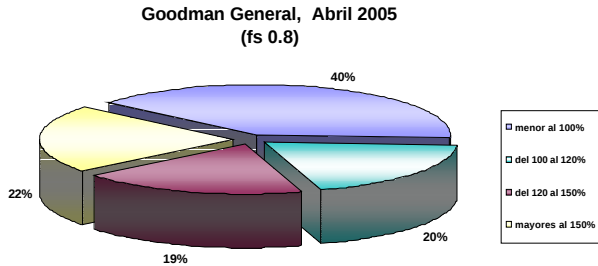
$$\% \text{Goodman} = \frac{S_{m\acute{a}x}}{S_{adm}} \times \frac{S_{m\acute{a}x}}{S_{m\acute{a}x}} \times 100$$

*Nota:	S_{adm}	=	Tensión admisible
	T_{rot}	=	Tensión Máxima Admisible (UTS)
	S_{min}	=	Tensión mínima
	S_{max}	=	Tensión máxima
	Fs	=	Factor de Servicio

Se observa que uno de los factores que afectan la tensión admisible es el factor de servicio (Fs) el cual pondera la

agresividad que supone el pozo para el material. Dicho factor no se debería relacionar al tipo de cupla utilizado en la sarta. A su vez, se establece que la vida útil de servicio del material debería ser de 10 millones de ciclos siempre y cuando el % de carga no supere el 100% Goodman.

En otros trabajos desarrollados por personal del Yacimiento se ha observado que gran parte de los pozos traba jan por encima del 150% de Goodman de solicitud:



*Nota: Se considera Fs=0,8 para el entorno que presenta el yacimiento
Sólo se considera Bombeo Mecánico.

3 - Factores de Depreciación

El departamento de equipamiento de LTV Energy Products desarrolló un estudio para determinar factores de depreciación para prevenir la utilización de cuplas en aplicaciones donde se supere la resistencia aceptable.

Se desarrolló un cálculo teórico de los factores de depreciación según clásicos factores ingenieriles de concentración de tensiones asociados a formas, condiciones de superficie, materiales, etc. Para el análisis final se consideró que la intensificación de tensiones esta relacionada por equivalencias de áreas.

Para calcular los factores de depreciación se multiplica la relación de resistencia de los materiales de las cuplas con respecto a la de los materiales de las varillas por la relación entre las áreas efectivas de trabajo de los mismos materiales.

Diam.	Cupla API SH con vb API			Cupla API SH Con vb AR	Cupla API FS Con vb AR
	D	C	K		
5/8"	0.7647	0.9724	-	0.6311	-
3/4"	0.8546	-	-	0.7053	0.9404
7/8"	0.6896	0.8770	0.9271	0.5691	0.8545
1"	0.8926	-	-	0.7366	-

Tabla 1 – Factores de Depreciación (LTV Energy Products Company)

4 – Solicitud de Goodman Efectiva

En una aplicación donde se conocen las cargas máximas y mínimas en el cuerpo de las varillas, las tensiones se calculan al relacionar estos valores con la sección del cuerpo de la varilla.

Las tensiones en el cuerpo de las varillas luego son divididos por el factor de depreciación correspondiente y llevados al Diagrama de Goodman Modificado para verificar si las cuplas estan sobrecargadas.

Para realizar el cálculo analítico, se puede calcular la tensión admisible según:

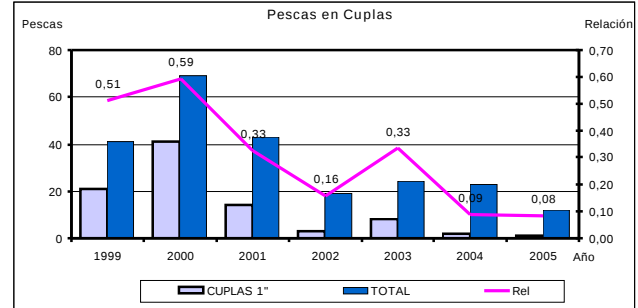
$$S_{adm} = (T_{rot} / 4 \times FD + 0,5625 \times S_{min}) \times Fs$$

(*Nota: FD = Factor de Depreciación)

Para luego calcular la solicitud de Goodman con el cálculo estandar.

5 - Indice de pescas

Se analizaron las pescas de cuplas sólo para sistemas de producción por Bombeo Mecánico, observándose una considerable disminución en la cantidad de pescas de cuplas de 1" desde la utilización de cuplas UHS en lugar de cuplas T.



*Nota: Sólo se considera Bombeo Mecánico.

Se verifica en el diagrama que la relación entre pescas de cuplas de 1" y el total de pescas de cuplas ha disminuido en los años.

Debido a que la incorporación de cuplas en el circuito fue paulatina y al desgaste de éstas en el pozo, no se pudo determinar con exactitud las cantidades de pescas según el grado de acero.

6 – Descripción de las Cuplas UHS

Las cuplas UHS (Ultra High Strength) poseen propiedades mecánicas más elevadas que las cuplas API. Se producen en aceros AISI 1530 Mod. y 8630 Mod.

Cumple dimensionalmente con la norma API de modo que son compatibles con todas las varillas.

Dimensiones cupla 1" UHS SH	
Largo	4 pulg.
Diam. Externo	2 3/16 pulg.
Diam. Rosca	1 pulg.
Config.	Doble Box

El proceso de fabricación es el mismo que de las cuplas API. Se fabrican a partir de tubos de acero sin costura inspeccionados por corrientes inducidas. Consta de 6 pasos:

1. **Corte:** los tubos se cortan en manguitos utilizando una sierra sin fin y se controlan con calibres diferenciales el largo y con escuadra la perpendicularidad.
2. **Mecanizado y roscado:** se realiza en tornos de control numérico (CNC) garantizando la planitud de las caras de contacto y la perpendicularidad del eje de roscado. Se controla con calibres diferenciales y digitales. El roscado se realiza por laminación sin corte de viruta (las fibras del material acompañan los filetes de rosca).
3. **Control no destructivo:** se controla que no existan discontinuidades o fisuras longitudinales.
4. **Marcación:** se marca tipo de cupla, fabricante, colada y fecha de fabricación.

5. **Fosfatizado:** tratamiento termo-químico superficial antifricción de las roscas para evitar el engrane durante el montaje de la conexión.
6. **Embalado:** se verifican los procesos anteriores y se embala para el despacho identificando el tipo de cupla y las cantidades.

La dureza de estas cuplas varía entre 64 y 68 HRa. A fin de obtener estas mayores propiedades mecánicas se realiza un revenido a menor temperatura a continuación del templado de la materia prima (tubos de acero sin costura).

7 - Criterios de reemplazo/descarte de cuplas

El criterio general es de no utilizar cuplas inspeccionadas en el circuito de forma que al encontrar cuplas desgastadas se cambian por nuevas. Toda varilla que se baje al pozo como inspeccionada se baja con cuplas nuevas.

A pesar de que por el momento no se inspeccionan ni se recuperan cuplas, se está analizando la posibilidad previo paso por una inspección muy estricta.

8 - Otras mejoras implementadas en el Yacimiento

Además de la utilización de cuplas UHS en casos de diámetro reducido, también se implementaron otras mejoras en el yacimiento:

- Pin seco: no se lubrican las uniones a fin de obtener un desplazamiento circunferencial más homogéneo en las uniones.
- Varillas 7/8" pin 1": el pin de mayor tamaño incrementa su resistencia.
- Varillas Condición 1 (Inspeccionadas): cada tramo se arma utilizando el 50% de varillas nuevas y el restante de varillas inspeccionadas, las cuales se instalan en la mitad inferior de cada tramo de la sarta, de manera que las varillas más solicitadas sean las nuevas.
- Capacitación a personal involucrado en todo el circuito de las varillas (almacén, pulling, inspección, transporte, supervisión, etc.).
- Utilización de varillas Grado D (AISI 4142M) con elevadas cargas.

9 - Casos Prácticos

Se detallan dos ejemplos:

- S-2062
- S-913

Para cada ej. se detalla:

1. Historia de pescas en cuplas
2. Promedio de ciclos acumulados por tramo
3. Análisis de solicitud para varillas y cuplas
4. Velocidad de bombeo
5. Adjuntar DINA (diagrama de Goodman, carta)

Conclusiones

- Las condiciones de producción del yacimiento llevaron a la implementación de diversas mejoras para disminuir el índice de pescas.
- La sobreexigencia de los materiales requirió la utilización de elementos de mayor resistencia.
- Las varillas Grado D (4142M) probaron ser una alternativa eficaz al exceder los límites admisibles de carga nominal.
- Siendo las cuplas de diámetro reducido los elementos más exigidos de la sarta de varillas, su sustitución por cuplas de alta resistencia produjo una disminución en el número de pescas.
- A pesar de que es de esperar una mayor criticidad por corrosión en aceros de mayor grado no se han verificado grandes inconvenientes por este efecto para el acero AISI 8630 Mod.