

La Tecnología Dopeless® Aporta Seguridad y Cuidado del Medio Ambiente

Actis Goretta E., Codega D., Espinosa C., Zalazar G., Tenaris Siderca - Argentina.

Este paper fue preparado para presentarse en el "2do Congreso Latinoamericano y 4to Nacional de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente en la Industria de los Hidrocarburos" en Neuquén, Argentina del 26 al 30 de Agosto de 2013.

Resumen

Durante la preparación y acondicionamiento de tuberías de aislación (casing) y producción (tubing) previo a su instalación en pozos hidrocarburíferos, una serie de operaciones manuales deben ser realizadas. Estas tareas, que involucran limpieza de extremos y protectores de rosca para eliminar la grasa de almacenamiento, medición y calibrado de las tuberías, con su necesario manipuleo, son normalmente llevadas a cabo en la locación del pozo exponiendo operarios a fuentes de riesgo y descargando residuos contaminantes al medio ambiente.

Tenaris, en su afán por introducir nuevas tecnologías que hagan más segura, eficiente y limpia la operación de los yacimientos, ha desarrollado la Tecnología Dopeless® una solución totalmente seca, que reemplaza tanto la grasa de almacenamiento como de enrosque para las tuberías de producción.

Inicialmente desarrollada para satisfacer los estrictos requerimientos medioambientales en el Mar del Norte bajo el concepto de "cero descarga", este recubrimiento seco aplicado en las roscas pronto demostró tener otras ventajas operativas y de seguridad frente a la tradicional grasa de enrosque.

En el presente trabajo, se muestran los beneficios que ofrece esta tecnología enfocados en la Salud y Seguridad de los operarios y el impacto al Medio Ambiente. Para ello, se analizaron dos posibles escenarios donde pueden acondicionarse las tuberías previo a su utilización en el pozo:

- 1) preparación de tuberías en la locación del pozo.
- 2) preparación de tuberías en bases operativas especialmente diseñadas para realizar la tarea.

Se cuantificaron los riesgos y tiempos de exposición de cada una de las tareas involucradas y se analizó la estadística de incidentes.

Se midieron los residuos generados, tanto en locación como en base operativa.

Introducción

Cada vez más las operaciones en yacimientos de hidrocarburos requieren el uso de prácticas que minimicen los riesgos para la seguridad y salud de las personas y para el medio ambiente.

Las tuberías utilizadas en pozos hidrocarburíferos como casing y tubing tienen conexiones roscadas en sus extremos. Estas conexiones se fabrican por procesos de corte de viruta, ya sea en máquinas roscadoras o tornos. Estas conexiones deben ser protegidas de la corrosión ambiental desde que son fabricadas hasta que son preparadas para instalar en el pozo. Así mismo, el diseño de las conexiones requiere que se utilicen grasas especiales durante el enrosque de las mismas para dar lubricidad y proveerlas de cierta sellabilidad.

En este contexto Tenaris ha desarrollado la Tecnología Dopeless®, una solución completamente seca aplicada en las conexiones que reemplaza a las grasas de almacenaje y enrosque utilizada históricamente en la industria petrolera. Este recubrimiento cumple varios propósitos: protección contra la corrosión ambiental y lubricación durante el enrosque.

Breve descripción de la Tecnología Dopeless® (Dope-Free)

La tecnología Dopeless® (genéricamente denominada como tecnología Dope-Free) es un revestimiento seco y multifuncional, aplicado a las conexiones de casing y tubing a través de un proceso automatizado y controlado en un ambiente industrial, que reemplaza totalmente el uso de las grasas de almacenamiento y de enrosque utilizadas históricamente en las tuberías.¹

Ese recubrimiento cumple las funciones de protección contra la corrosión durante el almacenamiento de las tuberías en los almacenes y también de lubricante durante el enrosque de las tuberías en los equipos de perforación. El recubrimiento sobre las roscas permite múltiples apretados y desenrosques al igual que con el uso de grasa de enrosque.²

Esta solución fue desarrollada originalmente en el año 2003 debido a un requerimiento de una operadora para sus operaciones en el Mar del Norte con el concepto “cero descarga” cuyo objetivo principal fue preservar el medio ambiente.

Pronto el concepto demostró tener además de las ventajas ambientales, otras ventajas también en seguridad, operativas y de mejora de la productividad frente al uso convencional de grasas de enrosque, que permitió extender su uso a otras operadoras y establecerse definitivamente en el mercado para su uso en diferentes ambientes.^{3 4}



Fig 1: Pin y Box con tecnología Dopeless®



Fig 2: Protectores de rosca para conexiones con tecnología Dopeless®

Ventajas en Salud y Seguridad

En general las tuberías convencionales utilizan dos compuestos distintos para su almacenaje y su enrosque, y esto requiere hacer una limpieza de los extremos para remover la grasa de almacenaje y preparar la tubería para el enrosque. En la misma línea, la práctica API RP5C1 recomienda inspeccionar las tuberías y reemplazar la grasa periódicamente.⁵

La limpieza de las conexiones estándar requiere el manipuleo en bancales, ya sea en el equipo o en un almacén cerca de las operaciones.

De esta forma, los operarios están expuestos a riesgos de accidentes principalmente en manos al mover los tubulares, remover/colocar protectores, limpiar con agua a presión, secar las conexiones, aplicar grasa, sumado a los riesgos inherentes al contacto con solventes de limpieza, jabones, productos químicos y trabajar en áreas con movimiento de equipamiento pesado.

Durante estas tareas se confía la correcta utilización de todos los elementos de protección personal a los operarios.



Fig 3: Personal expuesto a riesgos de alta presión de agua, caídas, esfuerzos físicos, atrapamiento de manos, etc , registrados durante la tarea de limpieza de conexiones en equipo de perforación.

Las grasas derramadas en las playas de almacenamiento, provocan superficies resbaladizas que pueden incrementar el riesgo de accidentes. Cuando se emplean conexiones con grasa, los pisos resbaladizos son casi inevitables, dado que el proceso de limpieza suele llevarse a cabo con la ayuda de agua a presión, solventes y jabones que no tienen otro lugar donde acumularse más que en el piso.



Fig 4: Estado de la locación. (Izq.) Tuberías estándar luego de la remoción de la de grasa de almacenaje usando agua a presión. (Der.) Tuberías con conexiones Dopeless® no requieren limpieza.

Durante las operaciones de enrosque los excedentes de grasa exudan hacia el exterior y de esta manera pueden llegar al piso del equipo como se puede ver en la Figura 5. Ese excedente y la grasa que exuda hacia el interior también puede alcanzar la formación de interés produciendo un daño a la formación por grasa de enrosque.^{6 7 8 9 10}



Fig 5: Grasa exudada en conexiones de OCTG.

Al eliminar por completo la necesidad de aplicar y retirar los lubricantes, las conexiones Dopeless® permiten mantener las superficies de trabajo más limpias, secas y no resbaladizas. Al no liberarse ningún compuesto de rosca, grasa, aceite ni ningún otro aditivo durante la vida útil de la conexión se contribuye en la reducción de la probabilidad de accidentes.



Fig 6: Piso de trabajo sin residuos de grasa por el uso de tecnología Dopeless®

El uso de las tecnologías Dope-Free también requieren de menor cantidad de maniobras de tubos en almacén y equipo. Al izar, bajar o mover los tubos en una zona donde hay varios operarios, existe un riesgo elevado de incidentes y accidentes. Al reducir tanto las maniobras de tubos como la mano de obra, se mejora la seguridad del personal.

Statoil, la compañía operadora estatal Noruega, notó dichos beneficios cuando eligió la tecnología Dopeless® para el proyecto Snøhvit: “La reducción en la maniobra de tubos disminuye el potencial de lesiones por la eliminación de operaciones de manipuleo de casing. Se elimina la aplicación de grasa en la plataforma”.¹¹

De acuerdo a la especificación OHSAS 18001:2007 (Occupational Health and Safety Assessment Series, Sistemas de Gestión de Salud y Seguridad Laboral) se considera como prioridad al momento de tomar acciones para reducir los riesgos asociados a una tarea, la eliminación de dicha tarea.

“Al establecer los controles o considerar cambios en los controles existentes se debe considerar la reducción de los riesgos de acuerdo con la siguiente jerarquía:

- a) Eliminación;*
- b) Sustitución;*
- c) Controles de ingeniería*
- d) Señalización/advertencias y/o controles administrativos*
- e) Equipos de protección personal.”*

En esta línea, mediante la utilización de tecnologías Dope-Free las siguientes tareas, que se realizan para tuberías con conexiones con grasa, son eliminadas:

- movimentación del lote de tubulares a un bancal para limpieza
- limpieza de conexiones con agua a presión o con bandeja de lavado manual
- movimentación de cada tubo durante la limpieza
- movimentación del lote de tubos al área de despacho
- colección, transporte y tratado de efluentes productos de la limpieza
- limpieza de protectores de rosca
- aplicación manual de grasa de enrosque en equipo
- limpieza de grasa de enrosque a tuberías sobrantes de bajada
- aplicación de grasa de almacenamiento a tuberías sobrantes de bajada.

Se han realizado mediciones de los riesgos de seguridad para los dos posibles escenarios donde pueden acondicionarse las tuberías previo a su utilización en el pozo:

- 1) preparación de tuberías en la locación del pozo.
- 2) preparación de tuberías en bases operativas especialmente diseñadas para realizar la tarea.

De acuerdo al procedimiento de Tenaris PRD01422 “Hazards Identification and Risks Assessment” (Identificación de peligros y evaluación del riesgo)¹² para cada una de las tareas han sido identificadas las potenciales fuentes de riesgos.

A cada una de esas fuentes de riesgos se le asigna una serie de coeficiente que identifican la severidad, probabilidad de ocurrencia y la frecuencia de exposición a dicha fuente de riesgo, como se describe debajo:

- Severidad de lesión o enfermedad: entre 1 (baja severidad) a 4 (muy alta severidad)
- Probabilidad de ocurrencia de lesión o enfermedad: entre 1 (baja probabilidad) a 4 (muy alta probabilidad)
- Frecuencia de exposición a la fuente de riesgo: entre 0.5 (baja exposición) a 1 (muy alta exposición)

La evaluación del “coeficiente de riesgo residual” se realiza considerando las siguientes tablas:

Exposición: Muy rara vez (valor 0,5)

Probabilidad	4	2	4	6	8
	3	2	3	5	6
	2	1	2	3	4
	1	1	1	2	2
		1	2	3	4
		Severidad			

Exposición: Ocasional (valor 0,75)

Probabilidad	4	3	6	9	12
	3	2	5	7	9
	2	2	3	5	6
	1	1	2	2	3
		1	2	3	4
		Severidad			

Exposición: Frecuente (valor 0,9)

Probabilidad	4	4	7	11	14
	3	3	5	8	11
	2	2	4	5	7
	1	1	2	3	4
		1	2	3	4
		Severidad			

Exposición: Constante (valor 1)

Probabilidad	4	4	8	12	16
	3	3	6	9	12
	2	2	4	6	8
	1	1	2	3	4
		1	2	3	4
		Severidad			

Fig 7: Tablas para la determinación del coeficiente de riesgo residual

Los riesgos evaluados con 6 o mayor son considerados significativos y un plan de acción se debe definir e implementar para minimizarlo. Los riesgos con coeficientes iguales o menores a 5 son considerados aceptables aunque siempre es preferible tratar de disminuirlos o eliminarlos.

Adicionalmente, es importante destacar que la eliminación de operaciones permite mitigar el riesgo de lesiones derivadas de conductas inseguras.

A continuación se presentan los resultados del análisis comparativo de los riesgos residuales a los que se encuentran expuestos los operarios en tareas de preparación y corrida (running) de tubería estándar (con grasa) vs tubería con tecnología Dopeless® en equipo:

Análisis de Riesgo Residual:

Preparación y corrida (running) de tubería en equipo:

Tarea	Riesgo	Descripción	Probabilidad	Severidad	Frecuencia	Riesgo resultante	Probabilidad	Severidad	Frecuencia	Riesgo resultante
ACONDICIONAMIENTO y RUNNING DE TUBERÍA EN RIG			Standard (with DOPE)				DOPELESS® TECHNOLOGY			
Posicionamiento de tubulares en bancales	Atrapamiento	atrapamiento de personas (operador de rig ready o asistente de manipulador) contra caballetes o tubulares ya dispuestos sobre los mismos	1	4	0.75	3	1	4	0.75	3
	Caída de tubulares / lesión	caída de tubulares con manipulador por desniveles en el suelo, operar a velocidad inapropiada, etc.	1	4	0.75	3	1	4	0.75	3
Remoción del Protector	Caída de objetos / lesión	Uso de herramientas, riesgo de lesión en manos o pies por caída de objetos	1	1	0.75	1	1	1	0.75	1
	Interferencia con vehículos en movimiento	Actividades que están siendo realizadas en proximidades de vías de circulación vehicular	1	4	0.75	3	1	4	0.75	3
	Herramientas de mano	Riesgo de lesiones generales de manos/cuerpo debido al uso de herramientas manuales	1	1	0.75	1	1	1	0.75	1
	Movimiento de material	Atrapamiento de dedos o manos entre tubos cuando son movidos. Esfuerzo excesivo y riesgo de lesiones musculares	2	3	1	6	2	3	1	6
Calibrado y medición de tubería	Golpes / Lesiones	Al manipular herramienta de calibre	1	1	1	1	1	1	1	1
Remoción de grasa de almacenamiento en conexiones (pin & box)	Resbalones y caídas	Resbalones y caídas debido a suelo sucio con grasa, o presencia de agua/hielo	2	2	1	4	-	-	-	-
	Movimiento de material	Atrapamiento de dedos o manos entre tubos cuando son movidos. Esfuerzo excesivo y riesgo de lesiones musculares	2	3	1	6	-	-	-	-
	Lesión en ojos	Grasa en contacto con los ojos	1	2	0.9	2	-	-	-	-
	Interferencia con vehículos en movimiento	Actividades que están siendo realizadas en proximidades de vías de circulación vehicular	1	4	0.75	3	-	-	-	-
	Sistemas bajo presión	Riesgo de falla de líneas/equipos bajo presión	2	2	0.75	3	-	-	-	-
	Herramientas de mano	Riesgo de lesiones generales de manos/cuerpo debido al uso de herramientas manuales	1	1	0.75	1	-	-	-	-
Inspección de conexiones	Resbalones y caídas	Resbalones y caídas debido a suelo sucio con grasa, o presencia de agua/hielo	2	2	1	4	2	2	1	4
	Movimiento de material	Atrapamiento de dedos o manos entre tubos cuando son movidos. Esfuerzo excesivo y riesgo de lesiones musculares	2	3	1	6	2	3	1	6
	Interferencia con vehículos en movimiento	Actividades que están siendo realizadas en proximidades de vías de circulación vehicular	1	4	0.75	3	1	4	0.75	3
	Herramientas de mano	Riesgo de lesiones generales de manos/cuerpo debido al uso de herramientas manuales	1	1	0.75	1	1	1	0.75	1
Aplicación de la grasa de enrosque en conexiones	Resbalones y caídas	Resbalones y caídas debido a suelo sucio con grasa, o presencia de agua/hielo	2	2	1	4	-	-	-	-
	Lesión en ojos	Grasa en contacto con los ojos	1	2	1	2	-	-	-	-
	Tareas superpuestas	Actividades que están siendo realizadas en un espacio reducido	1	3	1	3	-	-	-	-
	Movimiento de material	Riesgo de lesión por el izaje del tubo	1	4	1	4	-	-	-	-
	Herramientas de mano	Riesgo de lesiones generales de manos/cuerpo debido al uso de herramientas manuales	1	1	0.75	1	-	-	-	-
	Resbalones y caídas	Resbalones y caídas debido a suelo sucio con grasa, o presencia de agua/hielo	2	2	1	4	1	2	1	2
Enrosque de la conexión	Movimiento de material	Atrapamiento de dedos o manos entre tubos cuando son movidos. Esfuerzo excesivo y riesgo de lesiones musculares	2	3	1	6	2	3	0.75	5
	Tareas superpuestas	Actividades que están siendo realizadas en un espacio reducido	1	3	1	3	1	3	0.75	2
	Equipos en movimiento	Riesgo de lesión por movimiento de herramientas pesadas (llave hidráulica/elevadores)	1	4	1	4	1	4	0.75	3
	Herramientas de mano	Riesgo de lesiones generales de manos/cuerpo debido al uso de herramientas manuales	1	1	0.75	1	1	1	0.75	1
Reapriete de conexiones (en caso de enrosque incorrecto)	Resbalones y caídas	Resbalones y caídas debido a suelo sucio con grasa, o presencia de agua/hielo	2	2	1	4	1	2	1	2
	Movimiento de material	Atrapamiento de dedos o manos entre tubos cuando son movidos. Esfuerzo excesivo y riesgo de lesiones musculares	-	3	1	6	2	3	0.75	5
	Tareas superpuestas	Actividades que están siendo realizadas en un espacio reducido	-	3	1	3	1	3	0.75	2
	Equipos en movimiento	Riesgo de lesión por movimiento de herramientas pesadas (llave hidráulica/elevadores)	1	4	1	4	1	4	0.75	3
	Herramientas de mano	Riesgo de lesiones generales de manos/cuerpo debido al uso de herramientas manuales	1	1	0.75	1	1	1	0.75	1

Tabla 1: Análisis de riesgo residual durante preparación y corrida (running) de tubería en equipo.

Preparación de tubos sobrantes del equipo:

Tarea	Riesgo	Descripción	Probabilidad	Severidad	Frecuencia	Riesgo resultante	Probabilidad	Severidad	Frecuencia	Riesgo resultante
PREPARACIÓN DE TUBOS SOBRANTES			Standard (with DOPE)				DOPELESS® TECHNOLOGY			
Reaplicación de grasa de almacenamiento (pin & box)	Resbalones y caídas	Resbalones y caídas debido a suelo sucio con grasa, o presencia de agua/hielo	2	2	1	4	-	-	-	-
	Movimiento de material	Atrapamiento de dedos o manos entre tubos cuando son movidos. Esfuerzo excesivo y riesgo de lesiones musculares	2	3	1	6	-	-	-	-
	Lesión en ojos	Grasa en contacto con los ojos	1	2	1	2	-	-	-	-
	Interferencia con vehículos en movimiento	Actividades que están siendo realizadas en proximidades de vías de circulación vehicular	1	4	0.8	3	-	-	-	-
	Herramientas de mano	Riesgo de lesiones generales de manos/cuerpo debido al uso de herramientas manuales	1	1	0.8	1	-	-	-	-
Colocación de protectores	Caída de objetos / lesión	Uso de herramientas, riesgo de lesión en manos o pies por caída de objetos	2	2	0.8	3	2	2	0.8	3
	Interferencia con vehículos en movimiento	Actividades que están siendo realizadas en proximidades de vías de circulación vehicular	1	4	0.8	3	1	4	0.8	3
	Herramientas de mano	Riesgo de lesiones generales de manos/cuerpo debido al uso de herramientas manuales	1	1	0.8	1	1	1	0.8	1
	Movimiento de material	Atrapamiento de dedos o manos entre tubos cuando son movidos. Esfuerzo excesivo y riesgo de lesiones musculares	2	3	1	6	2	3	1	6

Tabla 2: Análisis de riesgos residuales durante preparación de tubos sobrantes del equipo

Preparación de tuberías en Base de servicios (Rig Ready):

Tarea	Riesgo	Descripción	Probabilidad	Severidad	Frecuencia	Riesgo resultante	Probabilidad	Severidad	Frecuencia	Riesgo resultante
ACONDICIONAMIENTO de TUBERÍA en ALMACÉN (RIG READY)			Standard (con Grasa)				DOPELESS® TECHNOLOGY			
Traslado y posicionamiento de tubulares en bancales	Atrapamiento	Atrapamiento de personas (operador de rig ready o asistente de manipulador) contra caballetes o tubulares, ya dispuestos sobre los mismos.	1	4	0.8	3	1	4	0.8	3
	Caída de tubulares / lesión	Caída de tubulares con manipulador por desniveles en el suelo, operar a velocidad inapropiada, etc.	1	4	0.8	3	1	4	0.8	3
Remoción del Protector	Caída de objetos / lesión	Uso de herramientas, riesgo de lesión en manos o pies por caída de objetos	1	1	0.8	1	1	1	0.8	1
	Interferencia con vehículos en movimiento	Actividades que están siendo realizadas en proximidades de vías de circulación vehicular	1	4	0.8	3	1	4	0.8	3
	Herramientas de mano	Riesgo de lesiones generales de manos/cuerpo debido al uso de herramientas manuales	1	1	0.8	1	1	1	0.8	1
	Movimiento de material	Atrapamiento de dedos o manos entre tubos cuando son movidos. Esfuerzo excesivo y riesgo de lesiones musculares	2	3	1	6	2	3	1	6
Calibrado y medición de tubería	Golpes / Lesiones	Al manipular herramienta de calibre	1	1	1	1	1	1	1	1
Remoción de grasa de almacenamiento en conexiones y Protectores (pin & box)	Resbalones y caídas	Resbalones y caídas debido a suelo sucio con grasa, o presencia de agua/hielo	2	2	1	4	-	-	-	-
	Movimiento de material	Atrapamiento de dedos o manos entre tubos cuando son movidos. Esfuerzo excesivo y riesgo de lesiones musculares	2	3	1	6	-	-	-	-
	Lesión en ojos	Grasa en contacto con los ojos	1	2	0.9	2	-	-	-	-
	Interferencia con vehículos en movimiento	Actividades que están siendo realizadas en proximidades de vías de circulación vehicular	1	4	0.8	3	-	-	-	-
Inspección de conexiones	Herramientas de mano	Riesgo de lesiones generales de manos/cuerpo debido al uso de herramientas manuales	1	1	0.8	1	-	-	-	-
	Resbalones y caídas	Resbalones y caídas debido a suelo sucio con grasa, o presencia de agua/hielo	2	2	1	4	2	2	1	4
	Movimiento de material	Atrapamiento de dedos o manos entre tubos cuando son movidos. Esfuerzo excesivo y riesgo de lesiones musculares	2	3	1	6	2	3	1	6
	Interferencia con vehículos en movimiento	Actividades que están siendo realizadas en proximidades de vías de circulación vehicular	1	4	0.8	3	1	4	0.8	3
Aplicación de Cera de Rig Ready (Pin)	Herramientas de mano	Riesgo de lesiones generales de manos/cuerpo debido al uso de herramientas manuales	1	1	0.8	1	1	1	0.8	1
	Movimiento de material	Atrapamiento de dedos o manos entre tubos cuando son movidos. Esfuerzo excesivo y riesgo de lesiones musculares	2	3	1	6	-	-	-	-
	Lesión en ojos	Cera en contacto con los ojos	1	2	0.9	2	-	-	-	-
	Interferencia con vehículos en movimiento	Actividades que están siendo realizadas en proximidades de vías de circulación vehicular	1	4	0.8	3	-	-	-	-
Colocación de protectores	Caída de objetos / lesión	Uso de herramientas, riesgo de lesión en manos o pies por caída de objetos	1	1	0.8	1	1	1	0.8	1
	Interferencia con vehículos en movimiento	Actividades que están siendo realizadas en proximidades de vías de circulación vehicular	1	4	0.8	3	1	4	0.8	3
	Herramientas de mano	Riesgo de lesiones generales de manos/cuerpo debido al uso de herramientas manuales	1	2	0.8	2	1	1	0.8	1
	Movimiento de material	Atrapamiento de dedos o manos entre tubos cuando son movidos. Esfuerzo excesivo y riesgo de lesiones musculares	2	3	1	6	2	3	1	6
Disposición de residuos especiales (agua con grasa/detergente, trapos, guantes)	Resbalones y caídas	Resbalones y caídas debido a suelo sucio con grasa, o presencia de agua/hielo	2	2	1	4	-	-	-	-
	Sobreesfuerzo / Lesiones	Sobreesfuerzo durante el movimiento/trasvase de carros de lavado	2	2	1	4	-	-	-	-
	Interferencia con vehículos en movimiento	Actividades que están siendo realizadas en proximidades de vías de circulación vehicular	1	4	0.8	3	-	-	-	-
	Agentes químicos	Contacto con sustancias químicas (detergentes, grasa)	1	2	1	2	-	-	-	-

Tabla 3: Análisis de riesgos residuales durante preparación de tuberías en Base de servicios (Rig Ready)

Como se puede apreciar en las Tablas 1, 2 y 3, el nivel de riesgo residual asociado a las tareas de acondicionamiento de tubería y corrida de tuberías en equipo de perforación (Tabla 1), acondicionamiento de tuberías sobrantes de la operación (Tabla 2) y preparación de tubería en almacén para el servicio de preparación de tubería en base - Rig Ready (Tabla 3) utilizando tuberías estándar con grasa, es siempre mayor en nivel de riesgo y cantidad que los relacionados a operaciones con tuberías Dopeless®.

La eliminación de las tareas por el uso de tuberías Dopeless® descritas en el análisis de las Tablas 1, 2 y 3 da como resultado la eliminación de 28 riesgos asociados a dichas tareas a los que estarían expuestos los operarios.

Este resultado está, como mencionado anteriormente, alineado con las recomendaciones de OHSAS 18001:2007.

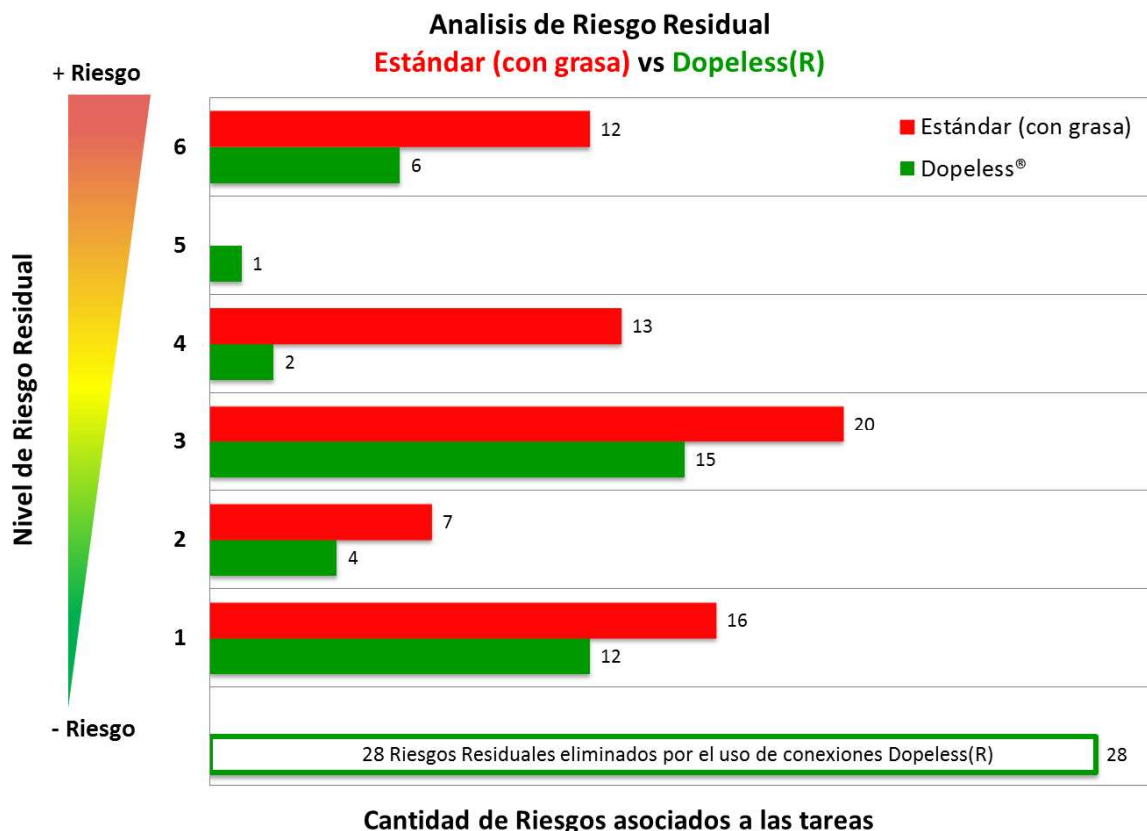


Fig 8: Comparativa de riesgos residuales asociados a tareas con conexiones estándar y Dopeless®.

Estadísticas de Accidentes:

A continuación se presenta la estadística de accidentes personales ocurridos en la base de servicios de Tenaris en Neuquén entre 2010-2013.

Se resumen los accidentes ocurridos tanto en operaciones realizadas en campo (equipos de perforación) y en base operativa de Tenaris Neuquén.

Accidentes personales en yacimiento y base operativa Tenaris Neuquén entre 2010-2013		
Descripción	En yacimiento	En base operativa
Accidentes con pérdida de días (Acc. CPD).	0	1
Accidentes sin pérdida de días (Acc. SPD).	1	1
Días perdidos total.	0	60
Horas hombre trabajadas en el año (HHT)	2382	4508
Accidentes en manos	0	2
Accidentes vehiculares	0	NC
Kilómetros recorridos en el año (Km/año)	14,870	N/C
	Accidentes Personales: 1	Accidentes Personales: 2

Tabla 4 - Estadística de accidentes durante preparación de tuberías en yacimiento y en base operativa Neuquén Tenaris durante 2010-2013.

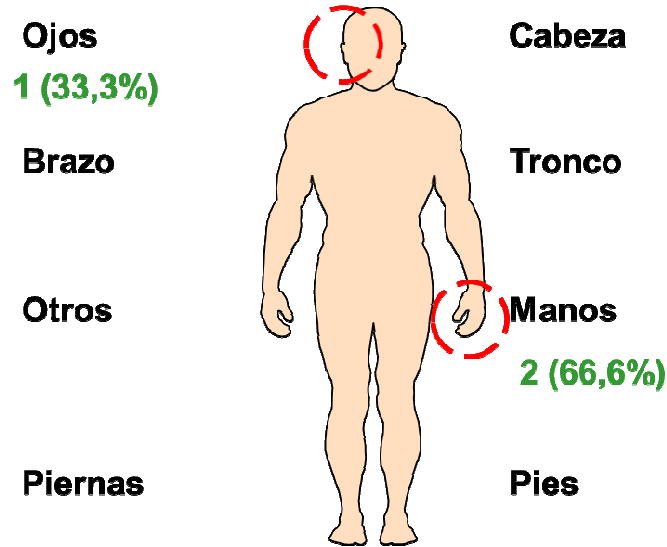


Fig 9: Representación de estadística de accidentes – Yacimiento y Base operativa Neuquén.

Acumulado 2010-2013	Golpe por/con	Pisadas sobre/ entre	Aprisionamiento	Choques con	Proyecciones	Resbalones	Aplastamiento	Sobreesfuerzos	Total
Traslado y posicionamiento de tubulares sobre bancales con Manipulador telescópico.									0
Retiro de protectores y calibrado de tubulares.									0
Lavado de roscas.			1		1				2
Traslado, movimiento y manipulación de tubulares sobre bancales.			1						1
Colocación de cera y protector de rosca.									0
Total	0	0	2	0	1	0	0	0	3

Tabla 5 : Detalle de estadística de accidentes registrados durante preparación de tuberías para servicio rig-ready

A continuación, en la Tabla 6 se detallan las causas y consecuencias de los accidentes registrados.

Fecha	Sitio	Lesión	Descripción
10/03/10	Base operativa Neuquén	Fractura 3° falange dedo anular mano izquierdo.	Mientras el operador se encontraba realizando el movimiento de tubulares sobre bancal para proceder al lavado de las roscas, se produce el aprisionamiento de su mano izq. entre las cuplas de los tubulares de 9 5/8.
06/04/10	Yacimiento	Úlcera de córnea paracentral	Finalizado el lavado de rosca de tubular de 7, el siente una molestia en su ojo izquierdo.
06/04/13	Base operativa Neuquén	Traumatismo dedo índice mano izquierdo.	Mientras el operador se encontraba realizando movimiento de tubulares de 4 ½ sobre bancal, al intentar detener la marcha de un tubular se produce el aprisionamiento de su mano izq. entre 2 tubulares.

Tabla 6 : Descripción de accidentes ocurridos, causas y lesiones

Como se puede ver en las estadísticas anteriores, los accidentes ocurridos estuvieron asociados a las tareas de limpieza de las conexiones. En particular, los accidentes fueron debidos al aprisionamiento de las manos. Se destaca que aun teniendo instalaciones especialmente preparadas y personal entrenado y con experiencia no se pudieron eliminar los accidentes. De esta estadística se puede inferir que la solución ideal para eliminar este tipo de accidentes sería eliminar por completo la tarea.

Ventajas para el Medio Ambiente

La premisa para el desarrollo de Tecnología Dopeless® fue la protección del Medio Ambiente de áreas sensibles como es el Mar del Norte. Las grasas de almacenaje y, especialmente, la grasa de enrosque contienen componentes altamente tóxicos y contaminantes como metales pesados y diversos hidrocarburos pesados¹³. Las grasas ecológicas tienen ciertas limitaciones en cuanto a sus propiedades anti engrane para tubos hechos de aleaciones resistentes a la corrosión usadas en tuberías de completación¹⁴.

El Mar de Barents es una zona clave de desarrollo para la pesca de Noruega. El gobierno de ese país estableció una reglamentación de cero descarga de contaminantes para todas las compañías de E&P que trabajan en pozos offshore de modo de proteger la industria pesquera local y disminuir el riesgo de dañar el medio ambiente y las poblaciones cercanas

Un informe elaborado por Det Norske Veritas (DNV) reveló que, al momento, no se conoce otra manera mejor de reducir el impacto ambiental de las operaciones de bajada de casing y tubing más que la eliminación total de los compuestos de rosca. Dichos hallazgos certifican que la tecnología Dopeless® no genera ninguna descarga, lo cual elimina la necesidad de solicitar permisos de descarga que habitualmente deben conseguir los operadores para sus operaciones.



Fig 10: El proyecto de Snøhvit de Statoil se desarrolló bajo estrictas pautas ambientales establecidas por el gobierno de Noruega¹⁵

La tecnología Dopeless® de Tenaris elimina problemas ambientales relacionados con la grasa como, por ejemplo, la contaminación del agua. También disminuyen los costos de eliminación de desechos asociados con la preparación y corrida de casing y tubing convencionales.¹⁶

Así mismo, durante la limpieza de las conexiones se utilizan jabones y solventes que pueden contaminar el ambiente. Adicionalmente, para la limpieza se utilizan grandes cantidades de agua dulce. Y estos efluentes deben ser tratados y/o contenidos de manera de evitar la contaminación del suelo.

Es importante destacar que la limpieza cuando se utilizan conexiones estándar con grasa se debe realizar tanto en las conexiones como en los protectores de rosca.



Fig 11: (Izq.) Contaminación de suelo con restos de grasa por lavado de roscas estándar. (Der.) Casing con conexiones con Tecnología Dopeless® sin contaminación alguna de suelo.



Fig 12: Contaminación de suelo con restos de grasa por lavado de roscas estándar.



Fig 13: Los protectores Dopeless® luego de removidos de las conexiones están listos para ser reusados o reciclados.

A continuación se presentan en detalle los consumos de agua dulce y solventes/jabones para la limpieza de conexiones estándar (con grasa) tanto en yacimiento como en base operativa.

Caso	OD Tubería [pulg]	Método lavado	Consumo de Agua dulce para Lavado [lts/extremo]		Detergente [lts/extremo]	Cant. Tubos preparados	Consumo Total Detergente [lts]	Consumo Total Agua Dulce [lts]
			En bancales	En piso de trabajo				
Preparación en yacimiento - operadora #1	9 5/8	Hidrolavadora en bancales y piso de trabajo	3.75	3.75	NO	14	-	210
	5 1/2	Hidrolavadora en bancales y piso de trabajo	2.5	2.5	NO	100	-	1000
Preparación en yacimiento - operadora #2	4 1/2	Hidrolavadora en bancales	7.14	0	NO	340	-	4855
Preparación en Base operativa (considerando una jornada de 8 hs con 4 operarios)	9 5/8	Batea de lavado	2	0	0.105	50	11	200
	5 1/2	Batea de lavado	0.79	0	0.06	100	12	158
	4 1/2	Batea de lavado	0.55	0	0.04	110	9	121

Tabla 7: Consumo de agua dulce y detergente utilizados para limpieza de conexiones estándar.

El proceso de limpieza generalmente causa un ambiente de trabajo húmedo con restos de grasa y agua sobre un área extendida, y origina volúmenes de agua conteniendo esa grasa de almacenamiento eliminada de las conexiones. Esos contaminantes necesitan ser recolectados y tratados como residuos contaminantes tanto en operaciones offshore como en equipos de tierra.

En la Tabla 8 se muestra las cantidades aproximadas de grasa de almacenamiento y/o enrosque a ser removida durante la limpieza por cada conexión:

Diámetro externo	Cantidades aproximadas de grasa utilizada por conexión	Cantidad aproximada de grasa de almacenamiento (sg: 0,985)	Cantidad aproximada de grasa de enrosque API modificada (sg: 1,85)
(pulgadas)	(cm3)	(gramos)	(gramos)
24	144	142	266
22	132	130	244
20	120	118	222
18 5/8	112	110	207
18	108	106	200
16	96	95	178
14	84	83	155
13 5/8	82	81	151
13 3/8	80	79	148
11 3/4	71	69	130
10 3/4	65	64	119
10 3/8	62	61	115
9 7/8	59	58	110
9 5/8	58	57	107
8 5/8	52	51	96
7 5/8	46	45	85
7	42	41	78
6 5/8	40	39	74
6	36	35	67
5 1/2	33	33	61
5	30	30	56
4 1/2	27	27	50
4	24	24	44
3 1/2	21	21	39
2 7/8	17	17	32
2 3/8	14	14	26

Tabla 8: Cantidades aproximadas de grasa de almacenamiento y/o enrosque a ser removida durante la limpieza por conexión.

Esto es asumiendo una cantidad de grasa de almacenamiento de acuerdo a los estándares de la industria, que la grasa de almacenamiento es removida sólo una vez, y que la grasa de enrosque es aplicada sólo una vez antes del comienzo de la operación. En operaciones donde la columna debe ser retirada del pozo, inspeccionada, acondicionada y vuelta a bajar, estas consideraciones se ven multiplicadas.

A continuación en la Tabla 9 se ha estimado el consumo aproximado de agua dulce para limpieza, la cantidad de grasa a ser removida y el volumen de agua contaminada con dicha grasa para 3 pozos de las cuencas Neuquina, del Golfo San Jorge y Norte.

OD	Longitud	Cantidad de tubos	Consumo aprox. de agua dulce para limpieza por conexión	Volumen de grasa de almacenaje por conexión	Cantidad de grasa de almacenaje por conexión	Consumo total aprox. de agua dulce para limpieza en yacimiento	Cantidad aprox. de grasa de almacenaje removida	Volumen aprox. de agua contaminada a ser tratada
(pulgadas)	(metros)	(-)	(litros)	(cm3)	(gramos)	(litros)	(kg)	(litros)
Pozo de Gas convencional Cuenca Neuquina								
9 5/8"	350	25	3,75	58	57	188	2,9	190
7"	2200	157	2,95	42	41	927	12,9	940
5"	800	57	2,35	30	30	269	3,4	272
2 7/8"	2900	322	1,70	14	14	1096	9,0	1105
						2479	28,2	2507
Pozo de Petróleo convencional Cuenca Golfo San Jorge								
9 5/8"	450	32	3,75	58	57	241	3,7	245
5"	2400	171	2,35	30	30	806	10,3	816
2 7/8"	2400	267	1,70	14	14	907	7,5	914
						1953	21,4	1975
Pozo de Gas convencional Cuenca Norte								
20"	175	13	6,89	120	118	172	3,0	175
13 3/8"	900	64	4,89	80	79	629	10,2	639
9 5/8"	3800	271	3,75	58	57	2036	30,9	2067
7"	900	64	2,95	42	41	379	5,3	385
						3216	49,3	3266

Tabla 9: Estimación de consumos de agua dulce, grasa de almacenamiento a ser removida y volumen de agua contaminada a ser tratada para 3 pozos de las cuencas Neuquina, Golfo San Jorge y Norte.

Con la utilización de tuberías con conexiones Dopeless® todos estos consumos de agua dulce, grasa a ser removida y volumen de agua contaminada a ser tratada se eliminan completamente. Es decir que para el pozo de la cuenca Neuquina mostrado en la Tabla 9, se evitarán usar alrededor de 2500 litros de agua dulce, y tratar esos 2500 litros de efluente de agua contaminada con los 28 kg de grasa de almacenamiento removida. Se asume la no utilización de solventes, detergentes o ningún otro tipo de agentes para limpieza.

Estos beneficios ambientales, se suman a los beneficios en Salud y Seguridad de los operarios al no estar expuestos a los riesgos que implican las tareas asociadas a la limpieza como visto anteriormente.

Según Curtis et al (2003)¹⁷ existen actualmente regulaciones gubernamentales respecto del uso, disposición y límites de emisión de solventes aromáticos, como el tolueno y xileno usados para tratamientos de remoción de grasa dentro de tuberías (pickling) que están tornando cada vez más restrictivas. Con el uso de tuberías Dopeless® ese tratamiento no es necesario evitando totalmente su uso.

En la actualidad, Tenaris participa del programa Environmentally Friendly Drilling (EFD) liderado por el Houston Advanced Research Center (HARC), el objetivo del proyecto es identificar, desarrollar y probar tecnologías innovadoras que reduzcan el impacto ambiental de las actividades petroleras y gasíferas en zonas sensibles que aún no han sido abiertas al desarrollo. La tecnología Dopeless® ha sido adoptada en la cartera de productos recomendados por el HARC, en el marco de la iniciativa del programa.¹⁸

Conclusiones

El uso de las mejores prácticas para minimizar los riesgos para la seguridad y salud de las personas y para proteger el medio ambiente es cada vez más relevante en las operaciones en yacimientos de hidrocarburos.

La Tecnología Dopeless® fue diseñada y desarrollada originalmente para cumplir con un requisito medio ambiental muy exigente: eliminar las descargas de grasa al medio ambiente. Este objetivo fue alcanzado al reemplazar completamente a las grasas de almacenamiento y enrosque utilizadas en las conexiones de Casing y Tubing por un recubrimiento totalmente seco aplicado sobre las mismas en condiciones industriales controladas.

La eliminación de tareas asociadas al uso de grasas de almacenamiento y enrosque permite eliminar también los riesgos residuales asociados a dichas tareas, mejorando las condiciones de Salud y Seguridad de los operarios. La eliminación de la tarea es la primera acción recomendada para reducir los riesgos asociados a la misma de acuerdo a la especificación OHSAS 18001:2007.

El uso de esta tecnología permite el ahorro completo del agua dulce utilizada históricamente para la limpieza de las conexiones estándar (con grasa) de Casing y Tubing. Se evita además la generación y disposición de efluentes contaminados con grasa, solventes, etc.

Además de los beneficios en Salud, Seguridad y Medio Ambiente, existen otros beneficios operativos y de mejora de productividad asociados al uso de la tecnología Dopeless®.

Referencias

- ¹ Catálogo de tecnología Dopeless® - TSH / PC / Versión 04 / Julio 2012
- ² Castiñeiras T., Actis Goretti E., Merliahad M.- "Sharing experiences of the use of "Dope-Free" connections" – IPA, 2013.
- ³ Dopeless® Technology Case Studies (www.tenaris.com)
- ⁴ Matesanz M., Barbalace F., Vistoso V., Buzaglo D., Codega D., Caglieri A. – "Uso de Tecnología Dopeless® en pozos Tubingless de la Cuenca Neuquina" - IAPG ARPEL 2012
- ⁵ API 5C1 – "Recommended Practice for Care and Use of Casing and Tubing"
- ⁶ Funes A., Figini F.; Castiñeiras T., Benedetto F., De Franceschi E., "Estudio de Daño a la Formación por Pipe Dope" - IAPG ARPEL 2012.
- ⁷ De Franceschi, E., Castiñeiras, T., Benedetto, F., Funes A., Figini, F., and Economides, M.J.: "Formation Damage Caused by Thread Compound from Casing and Tubing," - SPE 163318 - 2012.
- ⁸ Mathis J., Actis Goretti E., Lopez Saubidet M., Castiñeiras T., Funes A., Figini F., Wang X., Economides M.J. – "Formation Damage Caused by Pipe Dope and Its Remediation" - SPE 164515 – 2012.
- ⁹ Funes A., Figini F., Castiñeiras T., Benedetto F., De Franceschi E., Economides M.J.: "'Dope-Free' Tubulars in Petroleum Well Completions" - SPE 165189 – 2013.
- ¹⁰ Funes A., Figini F., De Franceschi E., Actis Goretti E., Castiñeiras T., Wang X., Economides M.J. - "The Use of Dope-Free Tubulars in Petroleum Well Completions" - IPTC 5916 - 2013
- ¹¹ Statoil Well Informed Magazine, diciembre de 2004
- ¹² "Hazards Identification and Risks Assessment", Tenaris PRD01422.4.1
- ¹³ McDonald, H. "Thread Compounds + Environment = Change", JPT• July 1993
- ¹⁴ Castiñeiras, T.H., Aivalis, J.G. and Eiane, D.J.: "25 Cr Super Duplex liner Fitted with a Dope-free Connection in Statoil-Snøhvit Field", IADC World Drilling Conference, Rome, June 9-10 2005
- ¹⁵ Carcagno, G., Castiñeiras, T., Eiane, D.J.: "First Gas Field Developed Using Exclusively Dope-Free Casing and Tubing Connections – Statoil Snøhvit". Paper 105855, 2007
- ¹⁶ Cuantificación de beneficios operativos, productivos y de salud, seguridad y medio ambiente – Reporte de tecnología Dopeless®.
- ¹⁷ Improving Wellbore And Formation Cleaning Efficiencies With Environmental Solvents And Pickling Solutions - SPE 81138 – Curtis J.
- ¹⁸ First Movers in Eco-Drilling: Going 'Dope'-less®; Rigzone April 2012