

# DISMINUCIÓN SUSTANCIAL DEL USO DE MAZAS EN LAS OPERACIONES DE EQUIPOS DE TORRE

Francisco Rivas, Cesar Gutierrez y Jorge Cannizzo  
Petrobras Argentina S.A.

[francisco.rivas@petrobras.com](mailto:francisco.rivas@petrobras.com)   [jorge.cannizzo@petrobras.com](mailto:jorge.cannizzo@petrobras.com)   [cesar.gutierrez@petrobras.com](mailto:cesar.gutierrez@petrobras.com)

## 1) SINOPSIS

El análisis de estadísticas de accidentes e incidentes personales determinó que gran porcentaje de lesiones en manos y partes del cuerpo se debía a la utilización de herramientas convencionales de golpe, variando su impacto en cuanto a gravedad y potencialidad.

Respondiendo a la necesidad de mejora de aspectos preventivos, se tomó la decisión de aplicar acciones tendientes a evitar lesiones, sobreesfuerzos y daños a las instalaciones. El proyecto se instaló en primera instancia en los equipos de torre, ya que sus trabajadores son considerados como los usuarios con más alto grado de exposición, con la intención de trasladarlo luego a otras secciones pertenecientes al Yacimiento Puesto Hernández.

Definidos el problema y la necesidad se convocó a las diferentes Empresas de equipos de torre con el objetivo de plantearles “Eliminar el uso de las mazas”. La primera respuesta fue “*La maza es imposible de reemplazar*”. Posteriormente se reafirmó la dirección deseada y se establecieron tiempos para las propuestas, invitando a romper paradigmas muy arraigados en la industria. Gráficamente se definió que el objetivo final era tener un cajón cerrado con un candado, en el que las mazas fueran consignadas, disponibles sólo para usos excepcionales.

Manteniendo firme el objetivo de eliminar y/o minimizar el uso de las mazas, se convocó nuevamente a la línea de las empresas contratistas, quienes participaron aportando datos y alternativas provenientes de diferentes propuestas. De esta manera se trabajó sobre cada propuesta, realizando un análisis de cada caso en cuanto a riesgos, requerimientos de la instalación y novedades operativas. Su inserción se plasmó en un proyecto piloto sobre el cual se fue avanzando y ajustándolo a las necesidades, al mismo tiempo que el personal se fue adaptando, capacitando y obteniendo experiencia.

Este proyecto desde su inicio contó con la participación de personal operativo involucrado, razón por la cual la gente de los equipos hizo propio dicho proyecto y su implementación fue llevada a cabo con un alto grado de compromiso.

Los beneficios del proyecto son disminución de los riesgos a partir de minimizar la exposición a golpes, sobreesfuerzos, movimientos y posiciones inadecuadas, incrementando el confort del trabajador y principalmente lograr involucrar a las personas que realizan la tarea incentivándolos a la mejora continua en su lugar de trabajo.

## 2) INTRODUCCIÓN

La implementación del proyecto se realizó en el Área Puesto Hernández del Activo Neuquina dentro de las Gerencias de Construcción de Pozos e Ingeniería de Operaciones, abarcando las

actividades desarrolladas dentro de equipos de torre de Workover y Pulling, extendida posteriormente a las operaciones de Rig Less y Perforación del mismo Activo.

Los antecedentes referidos a la accidentología en el Área de estudio, como muestra el grafico N° 1, hasta el año 2009 disminuía de forma considerable, luego esta accidentalidad muestra una estabilización que gráficamente se observa en una curva asíntota y dónde poder seguir mejorando en el proceso de disminución de accidentes, mejora continua, se hizo más complejo, lo que necesariamente llevó a profundizar el análisis de las causas de los accidentes y las acciones preventivas, focalizando este análisis en el factor humano y las metodologías de trabajo.

De este mismo análisis de accidentología pudimos detectar que la curva de accidentes con lesión en manos no acompañaba la tendencia de la curva de la accidentología, sino que en vez de decrecer, la misma se incrementaba, dando claras señales de la necesidad de rediseñar el foco de las acciones de prevención en función a la gama de causas básicas que iban marcando las pautas del análisis.

El grafico N° 2 muestra la evolución de la accidentología y la curva de accidentes con lesión en las manos.

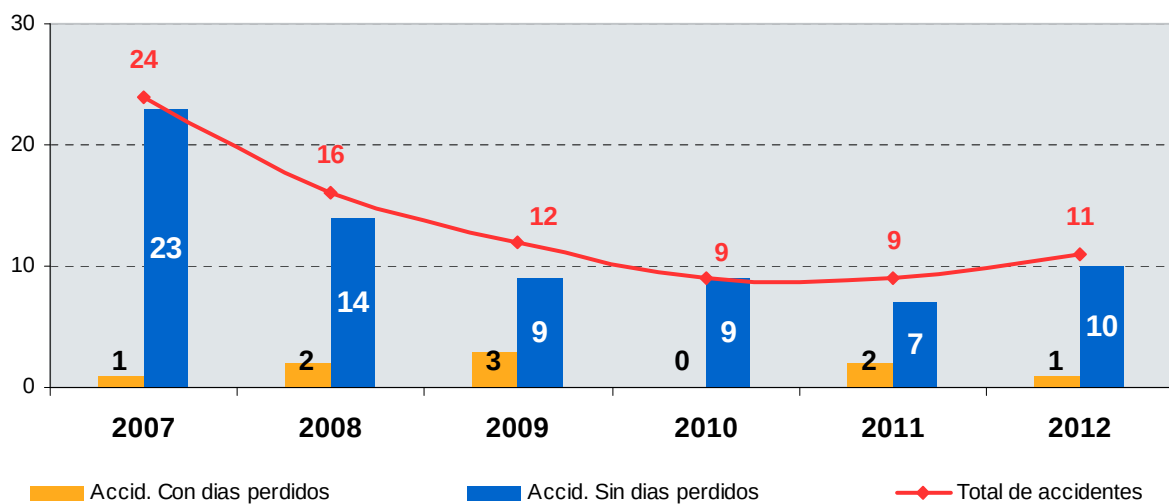


Grafico n° 1

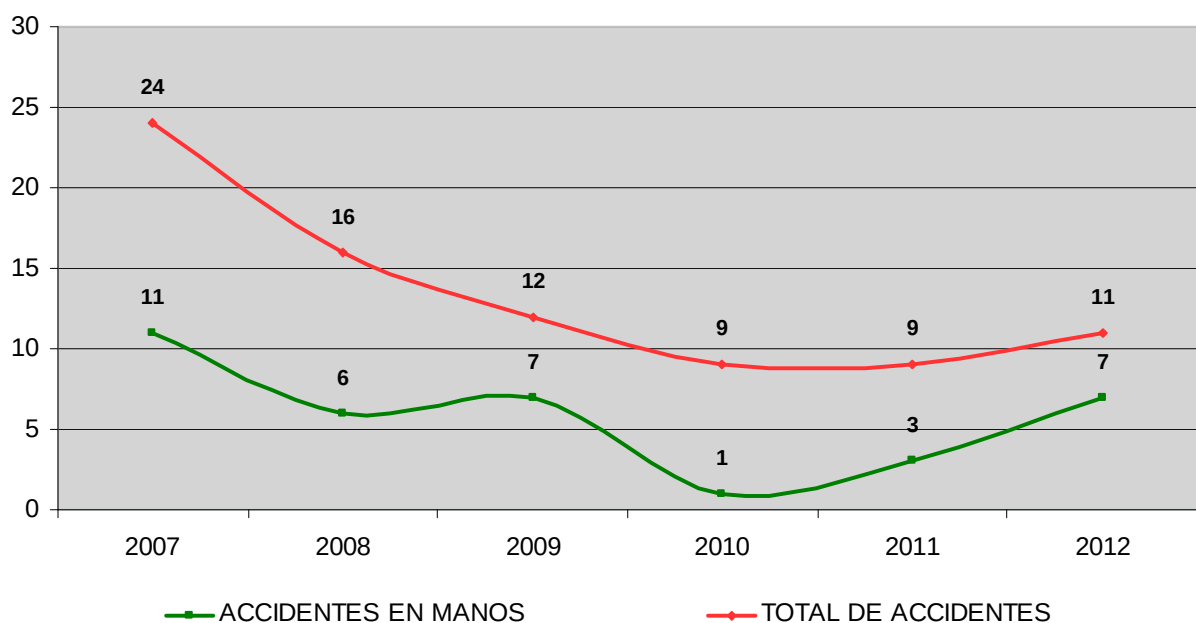


Grafico n° 2

En este mismo contexto pudimos observar que el elemento de mayor ponderación, siempre referido a la accidentalidad en el mismo periodo, ascendía a un 52% en la categoría de golpes y choques por objetos, con una incidencia del 84% en el uso de materiales y herramientas de trabajo. Estos valores conformaron la necesidad de generar una serie de acciones tendientes a mitigar la problemática. Entre ellas nació la necesidad de eliminar y/o minimizar el uso de las herramientas de golpe. Al principio la idea fue planteada, discutida y analizada internamente en Petrobras y luego esta discusión y análisis se hicieron extensivas a las empresas de servicios involucradas en las operaciones de equipos, que es donde frecuentemente se utilizaban herramientas de golpe y que en términos de accidentalidad representan el 66% del total para el periodo en estudio. En contraste el análisis de las tareas también es concordante con este resultado, habida cuenta de que en un total de 115 tareas que poseen Análisis de Riesgos aproximadamente el 30% contabilizan a la maza como la herramienta a utilizar y un 15% más la involucra herramienta de apoyo o alternativa.

Los accidentes evidenciaban en forma inmediata el daño a las personas, pero no estábamos considerando los factores o daños que se producen a partir de realizar repetidamente determinadas actividades vinculadas al uso de las herramientas de golpe. Así aparecen por ejemplo las enfermedades o lesiones músculo esqueléticas tales como: tendinitis a nivel de hombros, Contractura Muscular cervico-dorsal, Teno-sinovitis, Artritis o artrosis y con el tiempo estas lesiones llevan a la limitación de la movilidad de la muñeca y/o codo o la limitación de la movilidad del hombro que con el transcurso del tiempo condicionan la capacidad funcional de los miembros afectados.

Las primeras impresiones que se encontraron fueron negativas con respecto a la posibilidad de cambio y el comentario general que circuló *“Es imposible la eliminación de las herramientas de golpe y que las mazas necesariamente debían estar presentes y ser utilizadas en la operación”*

Con el firme propósito de avanzar en el tema nos trazamos una estrategia: **involucrar al personal que realiza la tarea y hacer partícipes a los mandos medios** de las empresas de servicio, El objetivo ahora planteado era buscar alternativas al uso de herramientas de golpe de la forma que ellos estimaran más conveniente para lo cual se les pidió expresamente que no tuvieran limitaciones en cuanto a las propuestas e ideas (costos, problemas de importación, desconocimiento, falta de presupuesto, etc.)

Llegada la fecha de la siguiente reunión y organizada la misma, las empresas involucradas hicieron sus presentaciones a través de los mandos medios y personal operativo que ya habían sido inducidos en el tema, en esta ocasión nos encontramos con variadas alternativas de solución para cada situación. De estas alternativas se identificaron algunas de fácil aplicación y otras de las que si bien había una pista, para su correcta evaluación se debía seguir investigando para determinar su aplicabilidad.

Todas las propuestas se fueron analizando, las más simples se fueron implementando, hasta llegar a un total de once acciones tendientes a la *“Disminución sustancial del uso de mazas en las operaciones de equipos de torre”*, que son detallados en el desarrollo del presente trabajo.

### 3) DESARROLLO

#### **Acción N° 1: “Reemplazo de estacas por caballetes metálicos”**

Normalmente se utilizaban estacas clavadas sobre la superficie del suelo para colgar cadenas plásticas y delimitar los accesos, señalizar el camino del lugar donde se encuentra el equipo, fijar mantas oleofílicas, etc., siendo reemplazadas las estacas en primera instancia por parantes de pie y

luego por caballetes, que ofrecen mayor estabilidad y que son contruidos con material reciclado. Las fotos N° 1, 2, 3 y 4 muestran el tipo de Caballete y algunas de las situaciones de uso: Delimitación de áreas, Indicación de Caminos de acceso



Foto N° 1



Foto N° 2



Foto N° 3



Foto N° 4

Si bien el objetivo de eliminar las estacas se debió a disminuir el uso de las mazas, para evitar lesiones en las manos, proveniente de golpes, también estamos controlando peligros ergonómicos de sobreesfuerzos, posiciones inadecuadas, etc.

**Acción N°2:** “Reemplazo de estacas en punto fijo de la vía de escape del piso de enganche”

Lo común era fijar al suelo el soporte de las riendas de la vía de escape del piso de enganche” (pirosalva) mediante estacas de gran porte que eran clavadas inclinadas al suelo mediante el uso de mazas, siendo reemplazado el sistema por el uso de un dado de hormigón que cumple la función de anclaje fijando los cables del sistema al nivel del suelo. La fotos N° 7 y 8 muestran los detalles.

Estos dados de hormigón antes de ser implementados fueron sometidos a testeos de fuerza con el objeto de comprobar que cumplieran la función de forma adecuada. Las fotos 5 y 6 muestran los testeos realizados.



Foto N° 5





Foto N° 6

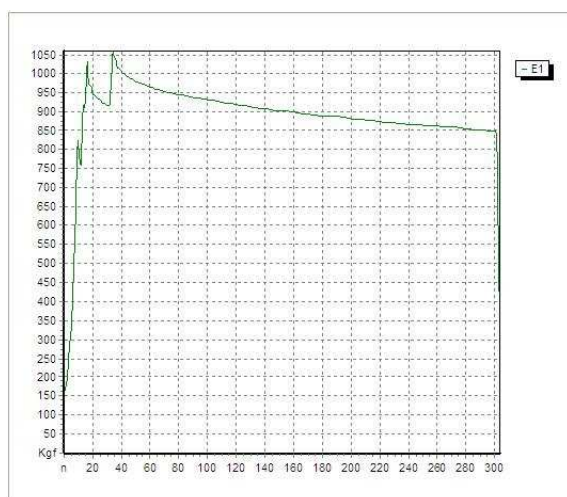


Foto N° 7



Foto N° 8

Previo a ser implementados durante la etapa de análisis, es cuando se realizan los testeos de los dados de hormigón, el gráfico siguiente muestra el resultado del testeo. En este se puede observar que el valor de tensión y prueba excede a la necesidad para un cuerpo en movimiento, tal es el caso del uso de una persona que desliza desde altura por la vía de escape.



(Carta registro de ensayo con equipo de testeo)

**Acción N° 3:** “Implementación de llave hidráulica en el montaje de la BOP y ajuste de espárragos”

Normalmente esta actividad de montaje se realizaba mediante el ajuste de espárragos con llaves de golpe, utilizando mazas de hasta 10 kg, esta sistemática fue reemplazada por la utilización de una llave energizada tipo hidráulica, en este caso los equipos adquiridos son Hytorc. Las fotos N° 9 y 10 muestran los detalles del sistema hidráulico.



Foto N° 9



Foto N° 10

La implementación de esta herramienta además de evitar el uso de las mazas, controla peligros ergonómicos como sobre esfuerzos, posiciones inadecuadas y asegura un montaje más seguro en lo que a torque respecta.

Características técnicas del sistema y llave hidráulica Hytorc:

Corresponde a una maquina de torque hidráulico, con cabezal plano de inserto hexagonal para tuercas de 1-13/16" de entrecaras paralelas, con sistema anti relajación (anti back-lash) con liberación manual a palanca, con capacidad de torque de hasta 1670 FT.LBS, con acoplador giratorio de 360° x 180°.

Es accionado por una bomba hidráulica de motor neumático (aire 7 Bar - 2 m3/mm), válvula direccional de despresurización automática de 4 salidas simultáneas (avance y retracción de hasta 10 KPSI), control a distancia por botonera neumática, flexibles, tanque de aceite y calentamiento del aire de escape, manómetro hidráulico de 0 - 10 KPSI. La bomba tiene un peso de 27 kg, requiere alimentación de aire por manguera de 3/4" de diámetro como mínimo.

**Acción N° 4:** "Implementación de la llave Scorpion para el desenrosque de tubulares"

Los equipos cuentan con una llave hidráulica con un torque máximo de 4600ft Lbs, por lo que normalmente era necesario utilizar la maza para golpear las cuplas, lo que ayudaba a realizar el primer afloje utilizando llaves stilson como complemento, para luego continuar el desenrosque utilizando la llave hidráulica. La llave Scorpion es una llave hidráulica de mayor torque, y su utilidad se resume a realizar el primer afloje para luego continuar el desenrosque con la pinza hidráulica tradicional. De esta manera se evitó el uso de las mazas y llaves stilson en el desenrosque de tubulares. Las fotos N°11 y 12 muestran detalles de la herramienta.



Foto N° 11



Foto N° 12

#### Datos técnicos de la herramienta:

Llaves de ajuste que tienen un rango de entre 8600 ft lbs para la función de apriete o ajuste y 7200 ft lbs para desapriete o desajuste. En el caso de nuestra aplicación los diámetros varían entre 2 3/8" y 10" para cañería convencional en el caso de los portamechas hasta 6 3/4". Estas herramientas se encuentran también en rangos de diámetro exterior de 1" a 48" y los pares de 3000 a 250.000 ft lbs. Cabe destacar que una pinza hidráulica típica de los servicios está en el orden de 4600ft lbs

En la aplicación asociada a equipos esta llave funciona energizada con la misma fuente hidráulica del equipo, pero puede ser provista con una fuente de alimentación (motor eléctrico o de gas / diesel) hace que la escorpión una unidad completamente independiente. Origen USA

#### **Acción n° 5: “Implementación de Unión Dresser”**



Normalmente el acople del caño lateral era por medio de bridas y espárragos siendo ajustados utilizando llaves de golpe y mazas, lo que fue reemplazado por una unión Weco de 6" con cámara neumática, utilizando aire para presurizarla a 120psi.

Además de controlar los peligros de golpes en manos por el uso de mazas, peligros ergonómicos, también se ha reducido el riesgo de caída por trabajo en altura, en un lugar de difícil acceso y con probabilidad de resbalones y caídas.

Las fotos N° 13 y 14 muestran detalles de la Unión y la ubicación de donde es instalada.



Foto N° 13



Foto N° 14

#### Datos técnicos de la Unión:

Aplicación a cañerías de acero, RFV o PRFV con cámara de elastómero presurizada con nitrógeno o aire. El ajuste puede también ser de la unión dresser convencional que No sólo facilitan la colocación y alineación de los equipos y sus respectivas juntas, sino que compensan también variaciones de longitud y anula los peligrosos momentos flexores.

Origen: Argentina

#### **Acción n° 6: “Implementación de Safety hammer para uniones dobles”**

El Safety Hammers (martillo de seguridad) es una herramienta neumática de torque para uniones de golpe, siendo utilizadas en todas las líneas de alta presión, incluidas las utilizadas por las compañías de bombeo.

Este dispositivo reemplaza el uso de mazas de 5 kg, eliminando la posibilidad de golpes y sobreesfuerzos.

Las fotos N° 15, 16 y 17 muestran detalles.



Foto N° 15

Foto N° 16



Foto N° 17

#### Datos técnicos de la herramienta:

Se constituye por un conjunto formado por dos partes principales: Adaptador de aleación de acero de alta resistencia y un martillo neumático. El adaptador de acero se puede cambiar según sea necesario para adaptarse a diferentes usos. Para que el martillo funcione adecuadamente el fabricante (Weir SPM) recomienda 29 SCFM por martillo y con una presión de 90 psi y ½ " en el Tamaño de la manguera de suministro de aire. Disponible en 2 ", 1502, 3" 1502 4 "200/206, y de 4" 602/1002.

#### **Acción n° 7: “Implementación de uniones rápidas”**

Esta acción tiene e reemplazan las uniones de golpe por uniones rápida de alta presión en el árbol de ensayo de los equipos, este dispositivo no requiere golpe al instalarlo, quedando eliminado el uso de las mazas, sólo es necesario utilizar una llave medialuna.

Las fotos N°18, 19, 20, 21 y 22 muestran detalles de las distintas posiciones en las que se las utiliza.



Foto N° 18



Foto N° 19



Foto N° 20



Foto N° 21



Foto N° 22



### Datos técnicos del dispositivo:

Las uniones dobles fig. BWN ADITA son autoalineables a pesar de cañerías con curvaturas y por su sistema de empaque soportan presiones de hasta 5000 PSI aun cuando estén cerradas tan solo por la mano. Intercambiables con Weco FMC

### **Acción N° 8:** “Implementación de sistema para aflojar cabeza de pozo”

El sistema esta compuesto por:

- a) Base con corredera, orejas y abrazadera en la parte inferior que hacen de trabas sobre las conexiones laterales de la cabeza del pozo.
- b) Tapa superior que cubre la cabeza del pozo, consta de abertura para las orejas de la tapa y una saliente para recibir golpes.
- c) Herramienta neumático (Safety Hammer), que se instala sobre la cabeza de pozo y con el percutor neumático golpea la saliente de la tapa superior.

La base y la tapa superior del sistema fue construido manualmente en base a la necesidad de poder utilizar como elemento de percusión el Safety Hammer, evitando de esta manera el uso de las mazas.

Las fotos 22, 23, 24 y 25 muestran detalles.

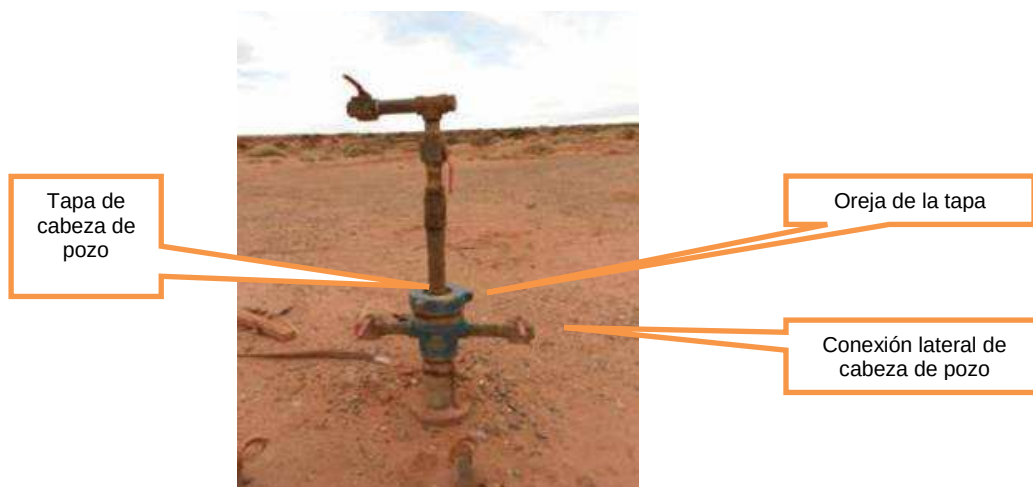


Foto N° 22



Foto N° 23

Foto N° 24



Foto N° 25

#### 4) CONCLUSIONES

Como conclusión general luego de haber evaluado e implementado las acciones enumeradas en el desarrollo y de haber revisado su evolución, podemos decir que:

- Mediante la adecuada utilización de las mejoras implementadas, se disminuye sustancialmente el uso de las herramientas de golpe y los riesgos asociados a esas actividades en los equipos de torre.
- La utilización de la llave Hytorc (Llave de torque) y los safety hammer (martillo de seguridad) se reducen tiempos de exposición y generan excelentes condiciones de trabajo en cuanto a:
  - a) Seguridad y Salud, disminución de la probabilidad de accidente y enfermedad profesional
  - b) Calidad, ajuste preciso y cuidado de la instalación
  - c) Tiempo, reducción de tiempos en maniobras

Como conclusiones específicas, podemos decir que:

Las acciones fueron tratadas e implementadas mediante el compromiso de todo el personal operativo de las Empresas, contribuyendo a que el uso de las mismas sea eficiente y tomado como parte normal del trabajo diario. Cabe destacar que algunas de estas acciones son producto de adecuaciones que el personal fue evolucionando hasta tener una herramienta útil en base a las necesidades.

Se pudo evaluar el proyecto y se ha observado que las acciones de mejora han sido implementadas en todas las Áreas operativas del Activo Neuquina. Por otro lado Empresas que no trabajan dentro de Áreas de Petrobras se interesaron solicitando información técnica y experiencia en la implementación.

#### 5) BIBLIOGRAFÍA

[www.supplypetrolero.com.ar](http://www.supplypetrolero.com.ar)

[www.weirolandgas.com](http://www.weirolandgas.com)

[www.scorpion.net](http://www.scorpion.net)

[www.liat.com.ar](http://www.liat.com.ar)