



YPF

INCIDENTE SISTEMA DE DECOQUIZADO COMPLEJO INDUSTRIAL LUJAN DE CUYO

COLAPSO SISTEMA DE DECOQUIZADO COQUE II - JUNIO 2014

Ing. Armando Atencio

Ing. Mantenimiento CILC

armando.atencio@ypf.com

Ing. Ariel Santiago

Ing. Equipos Dinámicos CILC

ariel.santiago@ypf.com

REFCOMM
RIO DE JANEIRO

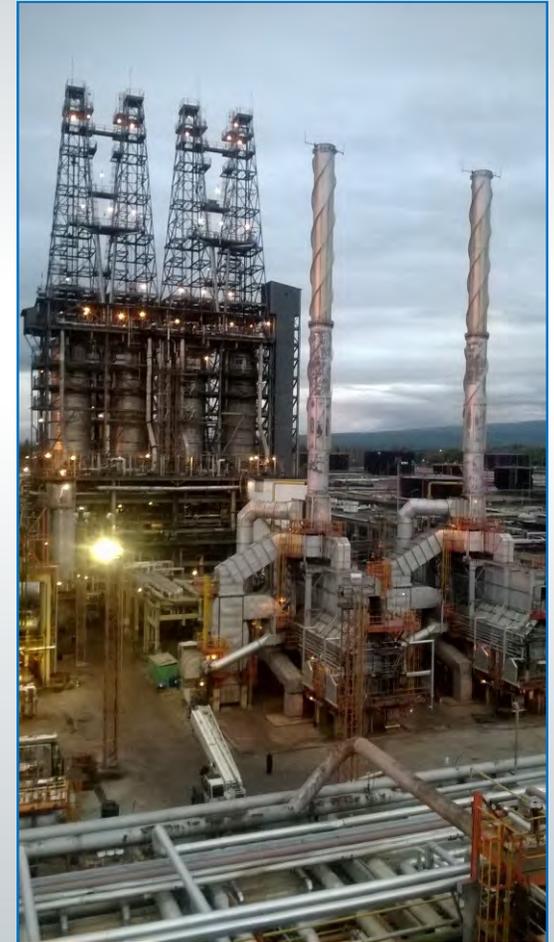
29 Sept - 3 Oct 2014

Coking
.com

- **Introducción**
- **Antecedentes**
- **Actualización y re funcionalización del Sistema de Decoquizado**
- **Descripción del incidente**
- **Cálculo Fuerza Máxima del Malacate (T)**
- **Verificación diseño original**
- **Verificación de la instalación al momento del incidente**
- **Nuevo diseño soporte polea corona**
- **Verificación del nuevo diseño**
- **Lecciones Aprendidas**

➤ Descripción Planta Coque II

- ✓ Licenciario: Foster Wheeler (diseño 1985; PES 1988)
- ✓ Capacidad: 2600 m³/día → Residuo de vacío.
- ✓ Composición: 2 Módulos, 4 Cámaras.
- ✓ Cámaras: P_{dis}: 3,5 - 4,6 kg/cm² ; T_{dis}: 474 °C; D_{int}: 5800 mm; H: 27541 mm; vacío min.: 7000 mm.
- ✓ Hornos: P_{dis} 56 kg/cm² ; T_{dis}: 502 °C ;
- ✓ Carbón: Tipo Esponja. HGI 85.



➤ **Salida de barra de decoquizado**

Incidente:

- En enero de 2011, durante el decoquizado de cámara D502, se produjo el escape de la barra por boca superior.
- Agua a alta velocidad y presión (envío bomba de corte 180 Kg/cm²) provocó destrozos en las instalaciones del deck.
- No hubo heridos.

Causas:

- Sistema de seguridad del Sistema de decoquizado fuera de servicio.
- Operación no adecuada del Sistema de decoquizado.

Daños en Instalaciones

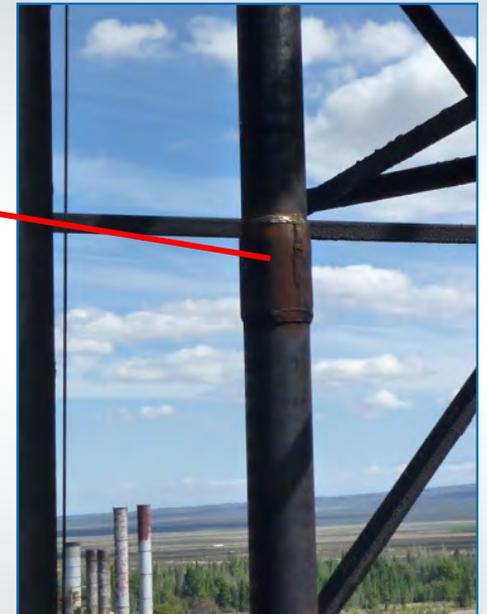


➤ **Pérdidas de agua**



En Cabezal de Rotación

En Barra decoquizado

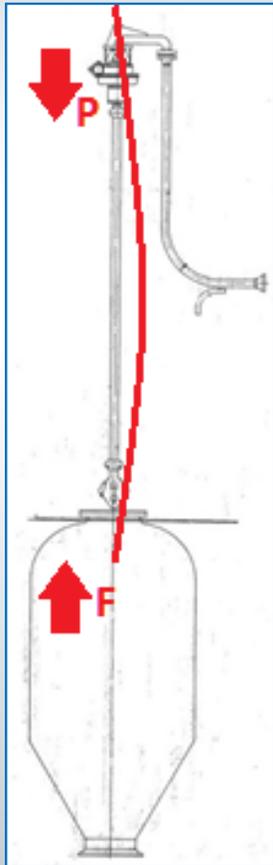


En Uniones Unibolt

Causas:

- Instalaciones obsoletas.

➤ **Deformaciones en barra de decoquizado**

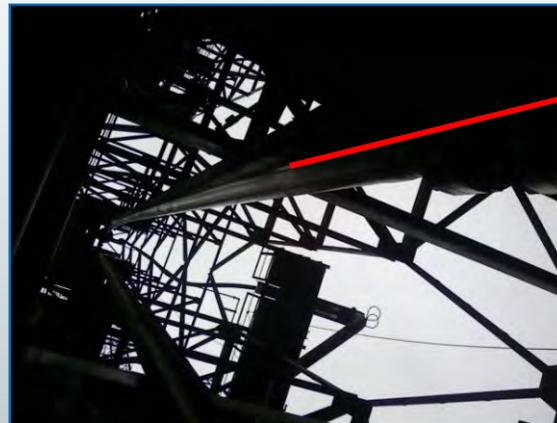


Incidente:

- Deformación Plástica de las barras de decoquizado.

Causas:

- Apoyo del Conjunto de Decoquizado Completo en tapa superior cuando la barra está fuera de la cámara, generando deformaciones por Esfuerzo de Pandeo:
 - ✓ Peso del Conjunto de Decoquizado Completo "P".
 - ✓ Fuerza por Dilatación de la Cámara en Servicio "F".



Barra Deformada Plásticamente

➤ **Corte de cables del Sistema de decoquizado**



Mecanismos de falla ocurridos:

- ✓ Fractura por fatiga.
- ✓ Desgaste adhesivo.
- ✓ Desgaste abrasivo.
- ✓ **Indentación o entallamiento.**
- ✓ Doblado.

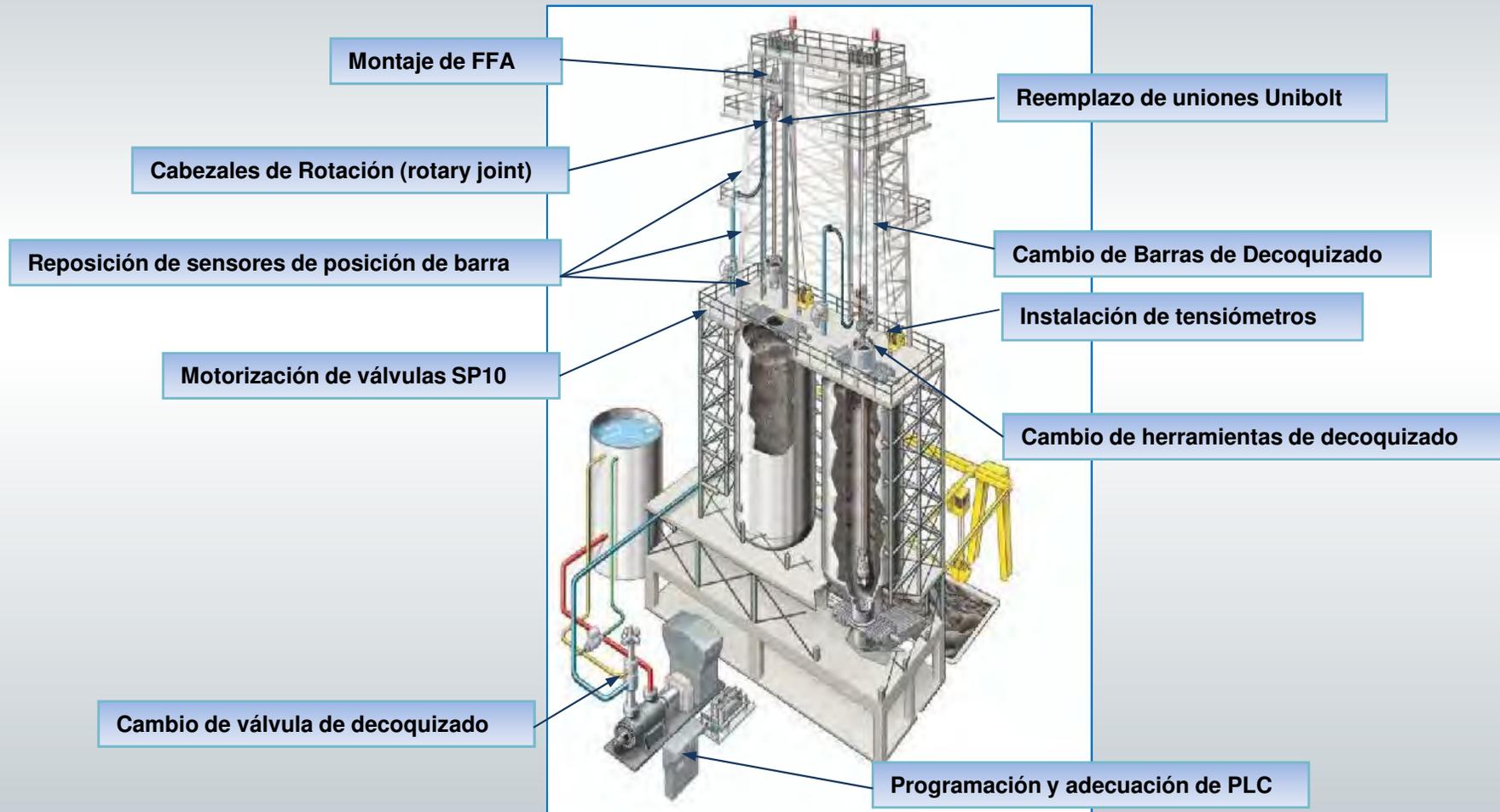
Incidente:

Fallo intempestivo por rotura del Cable Cámara D504:

- ✓ Durante la operación de perforado, se atasca la barra en el interior de la cámara por derrumbe de carbón.
- ✓ Al continuar con el desenrolle del cable, éste se afloja y se aloja entre la polea y la platina.
- ✓ Luego al tensarse nuevamente, se produce la rotura por cizallamiento y por fragilización del cable.

Causas:

- ✓ Operación incorrecta del Sistema por el personal.
- ✓ Escaso mantenimiento e inspección.



✓ Montaje de Válvula de decoquizado**✓ Actualización de Válvulas SP10****✓ Actualización de Cabezal de Rotación**

Actualización y Refuncionalización del Sistema de Decoquizado (cont.)

- ✓ Refuncionalización de Mecanismos de enganche
- ✓ Montaje de Sensores inductivos



- ✓ Cambio de Herramientas de corte/perforado
- ✓ Cambio de Barras de decoquizado



La última etapa en las modificaciones programadas para el Sistema de Decoquizado de la planta COQUE II, fue la instalación de:

- **Sistemas Free Fall Arrestor (FFA).**
- **Tensiómetros.**

Para ello hubo que realizar una serie de **Modificaciones en las Instalaciones existentes:**

➤ Instalación FFA

Para la instalación de los Sistemas FFA, fue necesario realizar una serie de cambios y adecuaciones:

✓ Adecuación de estructuras



✓ Cambio de poleas



✓ Cambio de crucetas



✓ **Instalación de Tensiómetros**

Para la instalación de los tensiómetros, fue necesario realizar una serie de modificaciones:

✓ **Refuerzo en estructura deck**



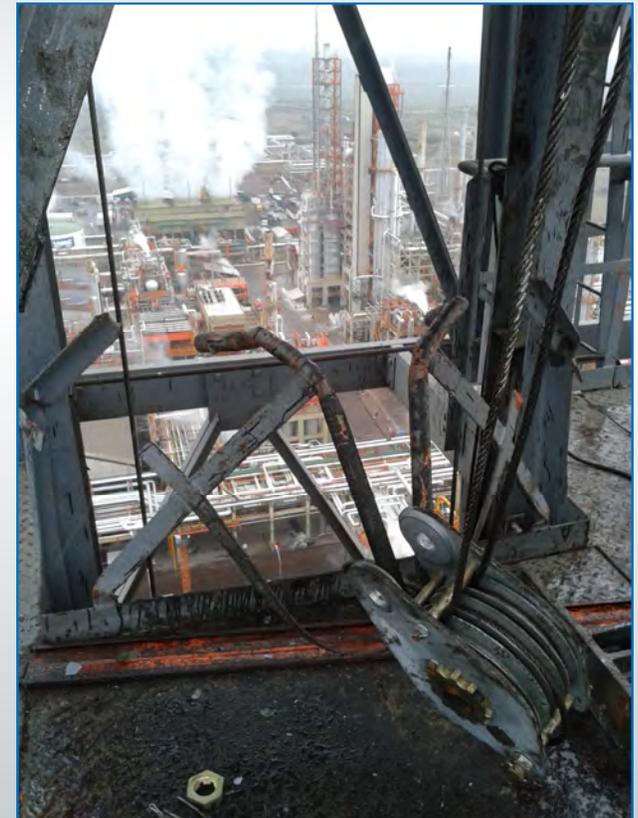
✓ **Nuevo PLC y cableado**



✓ **Modificación en posición de polea guía**



- El día jueves 19 de Junio de 2014, durante la operación de corte de carbón de la cámara D503, se produce el atascamiento de la barra.
- El operador al detectar esta situación, realiza una maniobra para desatorar la barra: aplica máxima tensión al cable por medio del malacate, combinado con impactos sucesivos.
- Se produce así la caída libre del sistema de Decoquizado dentro de la cámara.



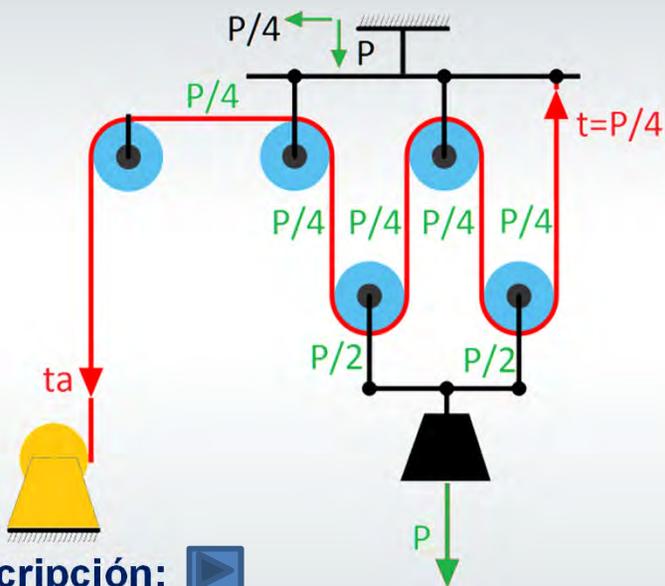
- Al revisar la causa del incidente, se detecta que el mismo se produjo por rotura de los bulones y placa soporte de polea corona.
- Realizando un posterior control de los Sistemas de Izaje de las restantes cámaras, se constató una deformación plástica tanto en bulones como en platinas de Poleas Coronas de las Cámaras D501 y D502.



Deformación Plástica de Platina y bulones



✓ **Diseño original (Operación Normal)**



Descripción: ▶

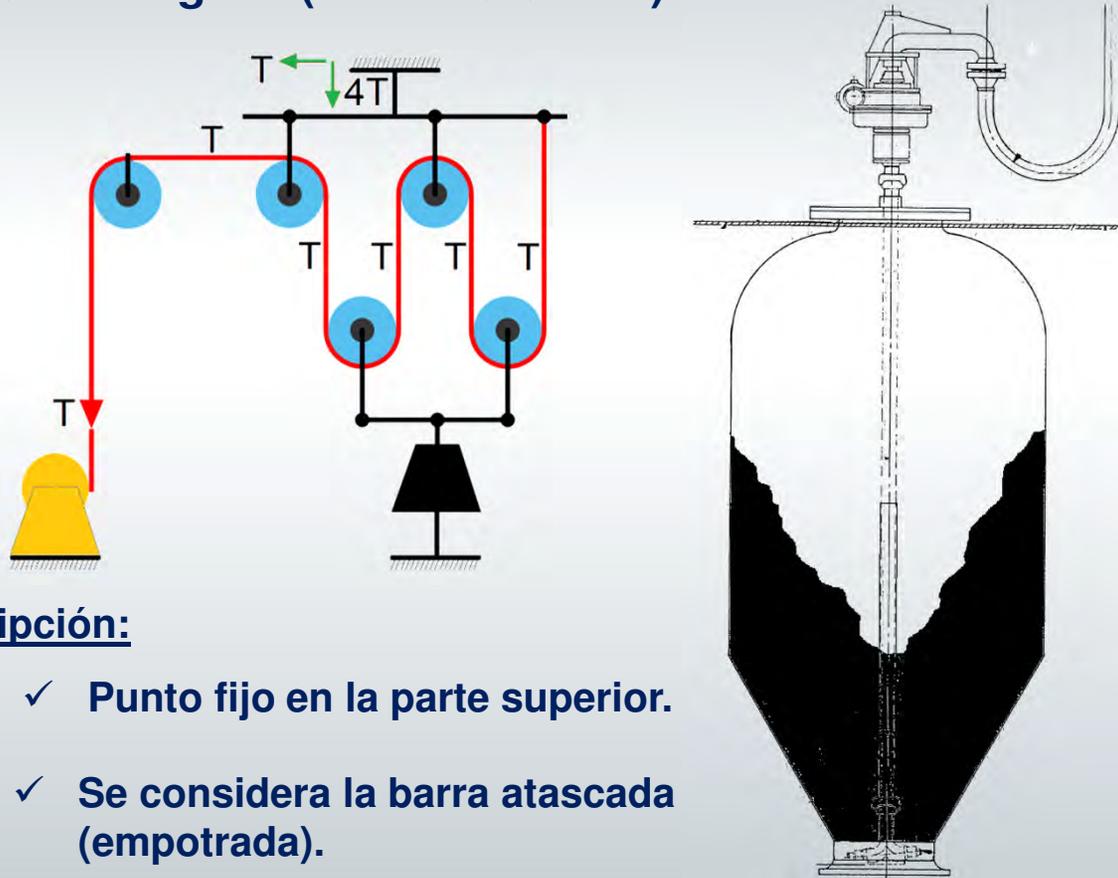
- ✓ Sistema de Poleas 4:1
- ✓ 2 poleas corona.
- ✓ 2 poleas viajera.
- ✓ 1 polea líder.
- ✓ 1 polea guía.

✓ **Peso del sistema de decoquizado**

Cabezal de rotación:	1719 Kg
Cruceta:	364 Kg
Cable 5/8" 6x 36 + AT	217 Kg
Herramienta:	374 Kg
Barra llena 6" OD:	2658 Kg
Manguerote lleno:	559 Kg
Polea Corona:	55 Kg
Peso Total:	P= 5946 kg

- **Tensión línea estática: $t = P/4 = 1487 \text{ Kg}$**
- **Eficiencia API 9B: $\eta = 0,84$ (N = 4 ; S = 6)**
- **Tensión línea movimiento: $t_a = t/\eta = 1770 \text{ kg}$**

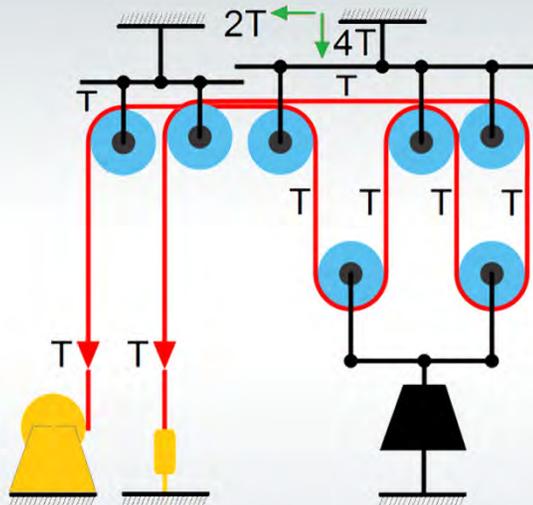
✓ **Diseño original (Barra atascada)**



Descripción:

- ✓ **Punto fijo en la parte superior.**
- ✓ **Se considera la barra atascada (empotrada).**

✓ **Instalación en el momento del incidente**

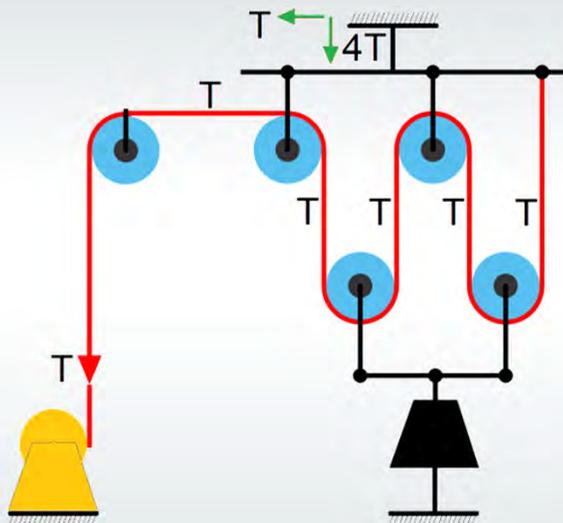


Descripción:

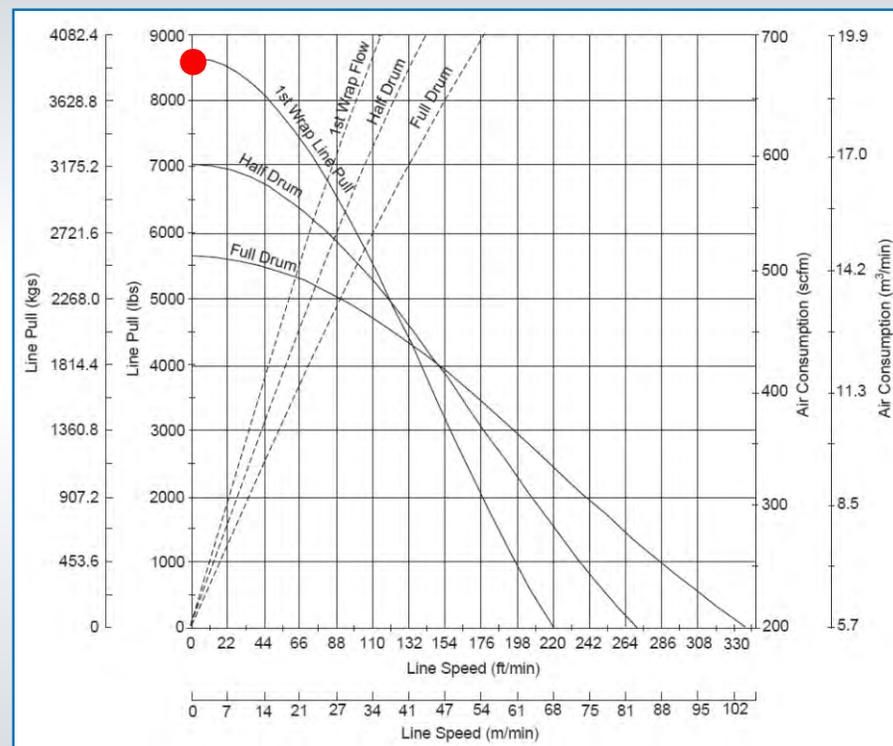
- ✓ **Montaje de FFA y tensiómetros durante el último paro planta.**
- ✓ **Instrumentación y lógica de PLC no instalados.**
- ✓ **3 Poleas coronas, 2 poleas viajeras, 2 poleas líder y 2 poleas guías.**

Cálculo Fuerza Máxima del Malacate (T)

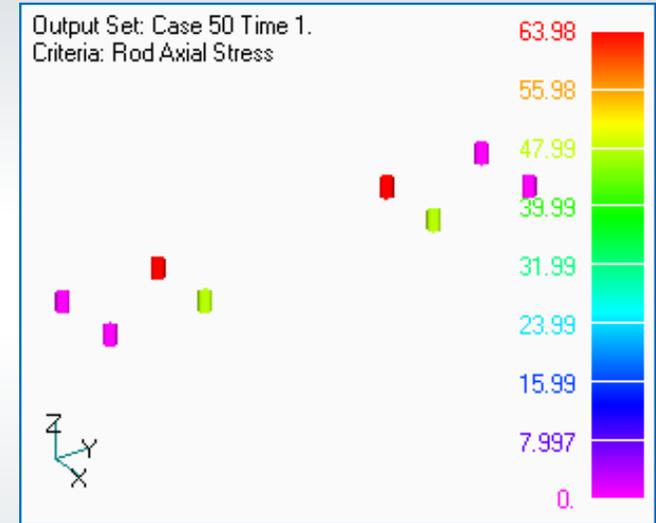
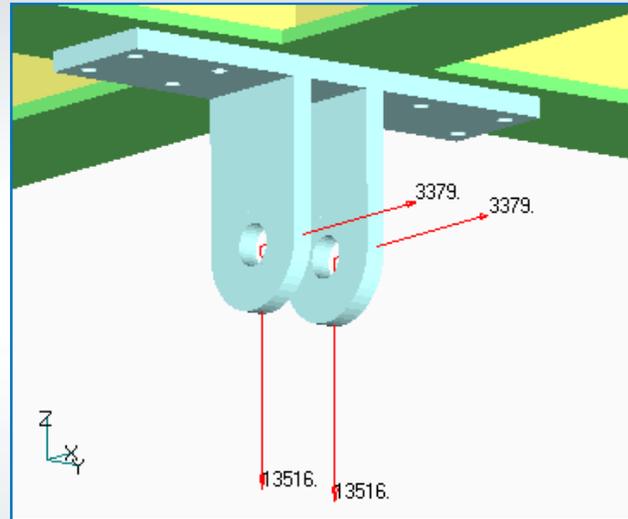
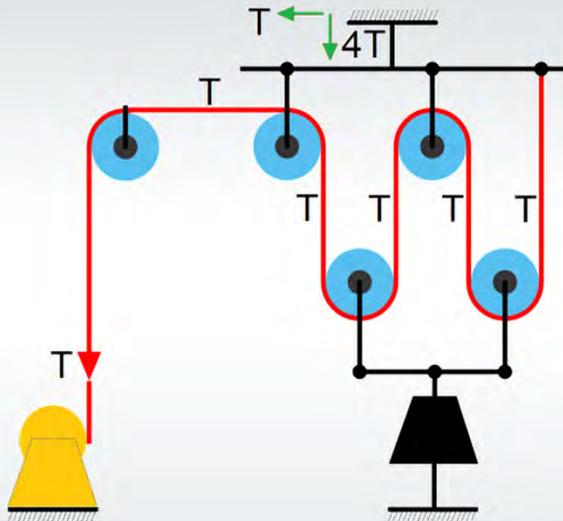
✓ Cálculo Fuerza Máxima del Malacate (T)



- ✓ **Fuerza Max. Malacate (6,3 Bar) 3810 kgf**
- ✓ **Ajuste por presión aire a 7,45 Bar + 695 kgf
4505 Kgf**
- ✓ **Coeficiente por atascamiento (1,5) x 1.5**
- **Fuerza Máxima del Malacate (T) 6758 Kgf**

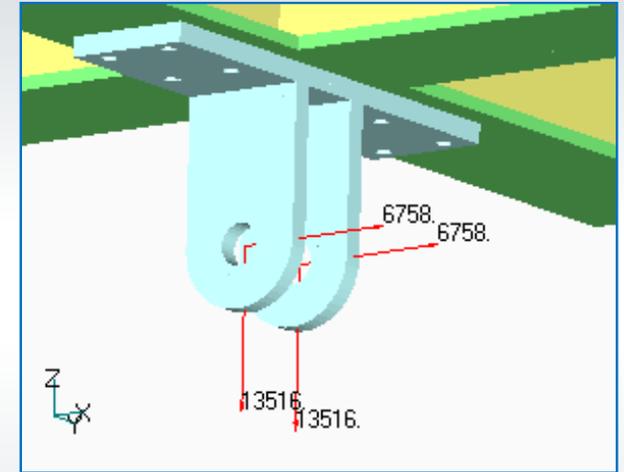
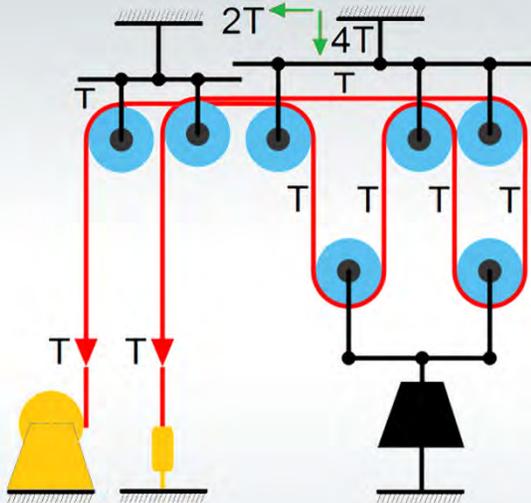


✓ Verificación de bulones (según NE/NASTRA V.8.4)



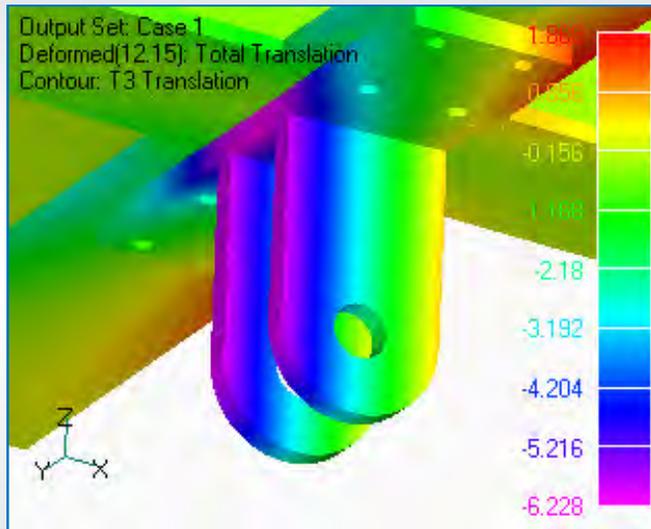
- ✓ Ramas horizontales : $1T \rightarrow$ Fuerza Horizontal = $1 \times 6758 \text{ kgf} = 6758 \text{ Kgf}$
- ✓ Ramas verticales : $4T \rightarrow$ Fuerza Vertical = $4 \times 6758 \text{ kgf} = 27030 \text{ kgf}$
- ✓ Cantidad de bulones = 8 de $\text{Ø}3/4'' = 19.05 \text{ mm}$ (Area neta = 285 mm^2)
- ✓ Material ASTM A-325 \rightarrow Tensión de fluencia = $92 \text{ Ksi} = 64.7 \text{ kgf/mm}^2$
Tensión de rotura = $120 \text{ ksi} = 84.4 \text{ kgf/mm}^2$

Se grafican las tensiones combinadas de Von Mises: $63,98 \text{ Kgf/mm}^2 < 64,7 \text{ Kgf/mm}^2 \rightarrow$ **OK VERIFICA**

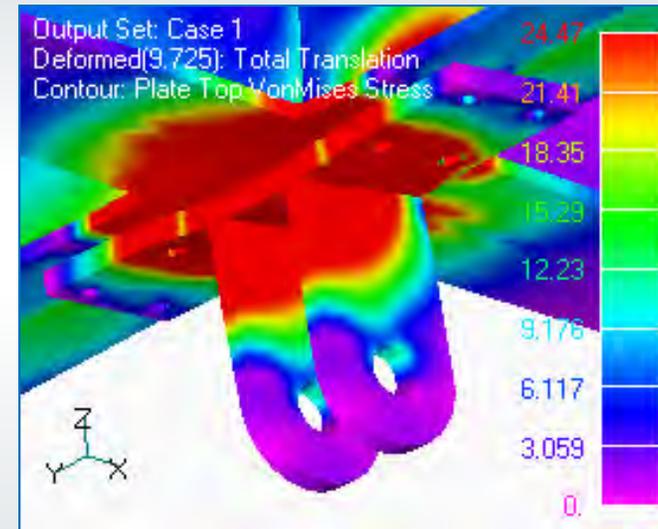


- ✓ Ramas horizontales : $2T \rightarrow$ Fuerza Horizontal = $2 \times 6758 \text{ kgf} = 13516 \text{ Kgf}$
- ✓ Ramas verticales : $4T \rightarrow$ Fuerza Vertical = $4 \times 6758 \text{ kgf} = 27030 \text{ kgf}$
- ✓ Cantidad de tornillos = 8 de $\text{Ø}^{3/4}$ = 19.05 mm (Area neta = 285 mm²)
- ✓ Material ASTM-A449 \rightarrow Tensión de fluencia = 92 Ksi = 64.7 kgf/mm²
Tensión de rotura = 120 ksi = 84.4 kgf/mm²

✓ **Verificación de Platinas (según NE/NASTRA V.8.4)**

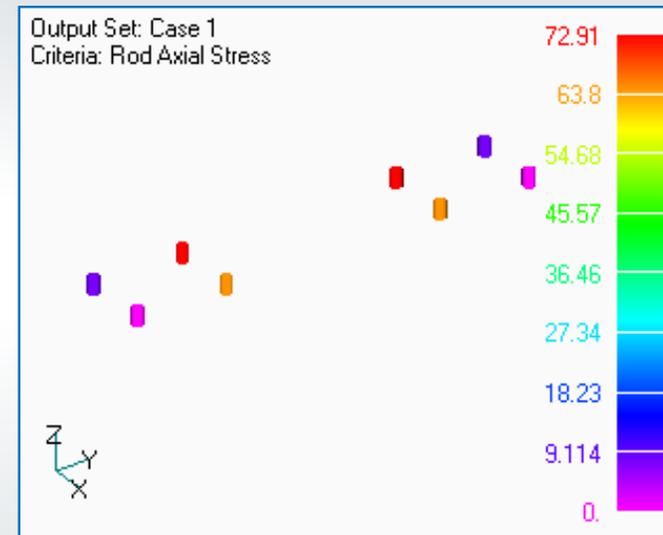
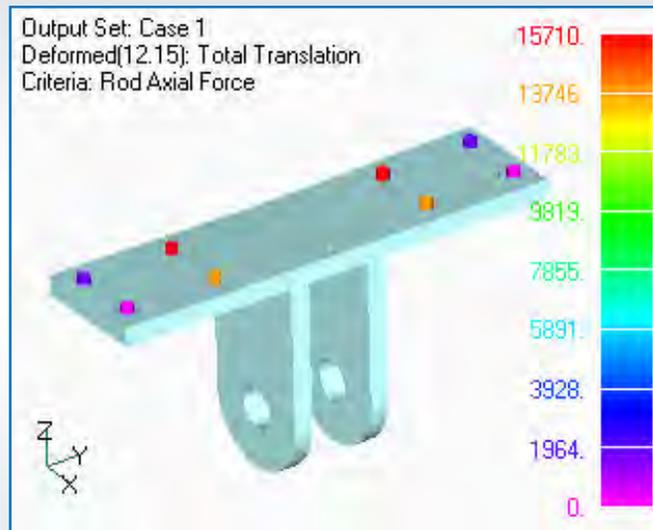


- Se observa un desplazamiento vertical de 6.22 mm.



- Se observa que la tensión combinada resultante en [kgf/mm²], alcanza el límite de fluencia en una zona generalizada del soporte y de la estructura.

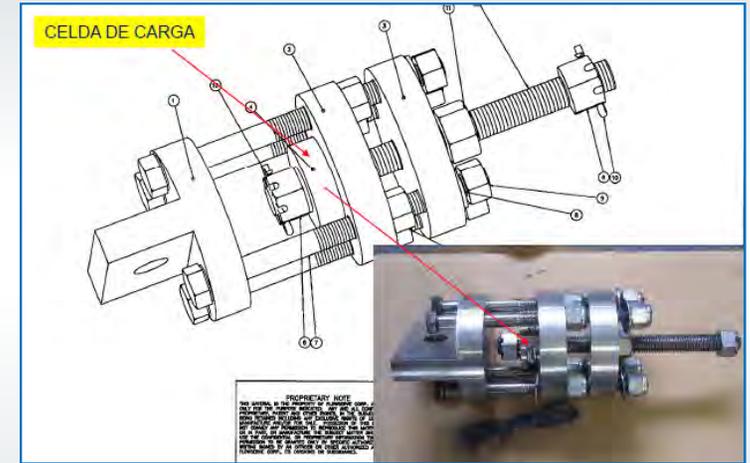
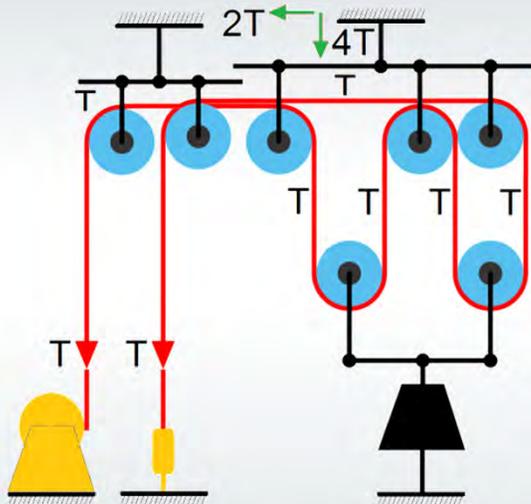
✓ Verificación de bulones



- ✓ $F_{m\acute{a}x} = 15710$ Kgf. Se observa gran diferencia en la distribución de los esfuerzos resultantes entre los bulones como consecuencia de la deformación de la chapa base del soporte.
- ✓ Tensión de tracción resultante máxima (basada en área neta) = 72.91 kgf / mm²
- ✓ Tensión de Fluencia = 64.7 Kgf / mm²

Se grafican las tensiones combinadas de Von Mises: 72.91 Kgf/mm² > $64,7$ Kgf/mm² → **NO VERIFICA**

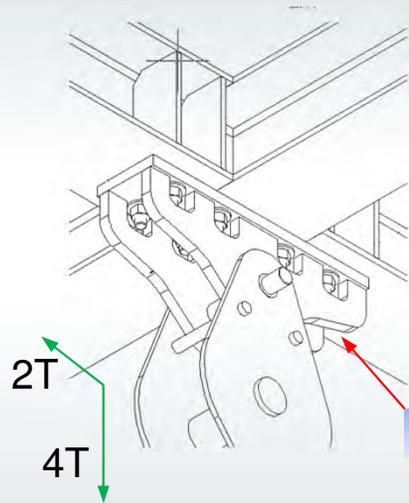
✓ **Verificación Tensiómetro**



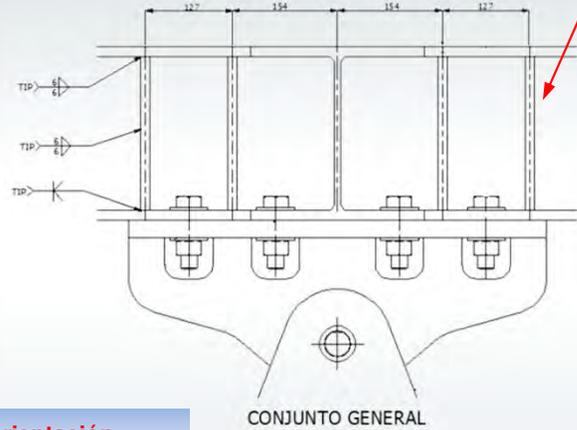
- **Capacidad de la Celda de Carga THD-10K = 4536 Kgf**
- **Fuerza Máxima del Malacate (T) = 6758 Kgf**

4536 Kgf < 6758Kgf → NO VERIFICA

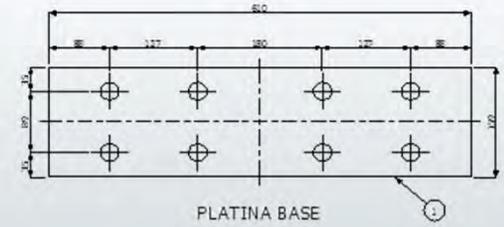
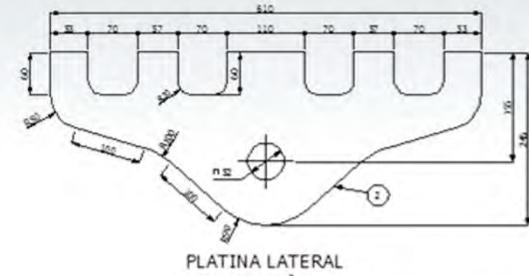
✓ **Nuevo diseño (SICTEC ingeniería)**



Cambio orientación

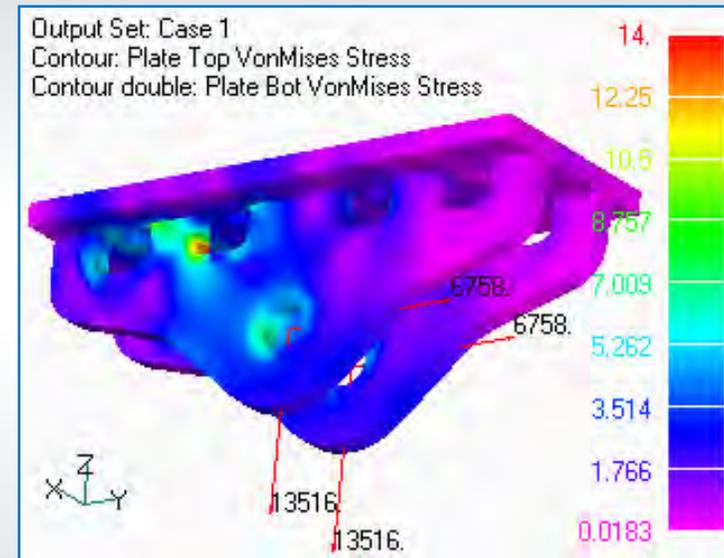
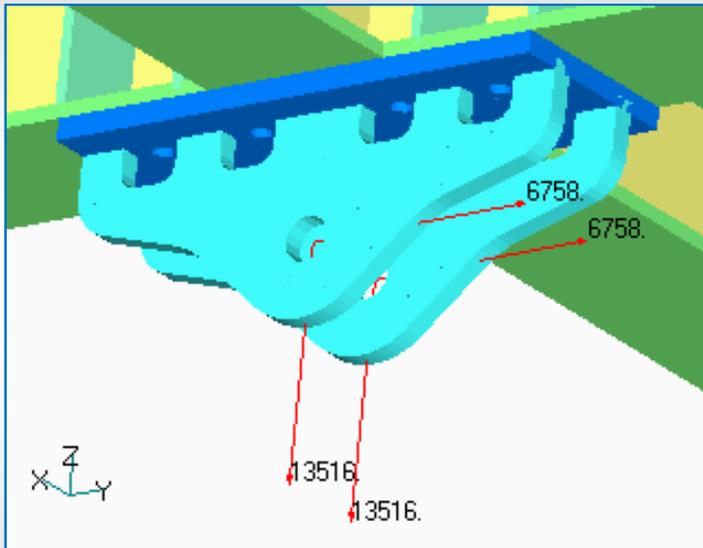


Refuerzo a perfil W10 x 49



- ✓ Cambio de posición de la platina, orientada en la dirección de la fuerza.
- ✓ Mayor diámetro de bulones. De $\varnothing = 3/4"$ (19 mm) a $\varnothing = 1"$ (24 mm).
- ✓ Refuerzo de perfil para darle mayor rigidez.

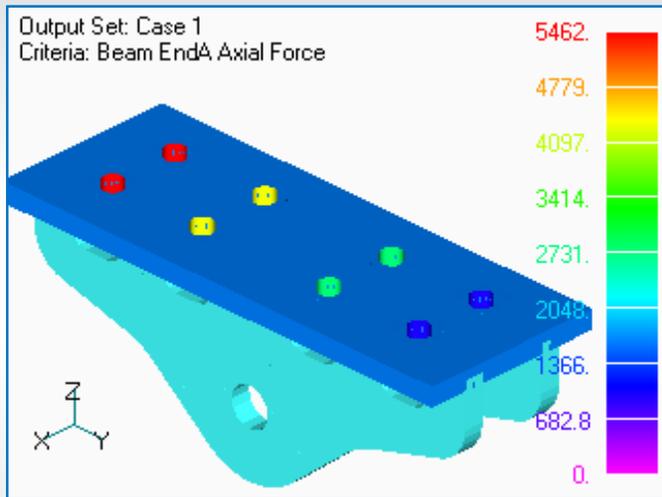
✓ Verificación de platina



- ✓ Perfiles estructurales superiores = W10 x 49 (existentes)
- ✓ Chapas de soporte nuevo = IRAM F-24
- ✓ Tensión de Fluencia = 24.47 Kgf/mm²
- ✓ Tensión combinada admisible = 16 kgf/mm²

Se grafican las tensiones combinadas de Von Mises : 14 Kgf/mm² < 16 Kgf/mm² → **OK VERIFICA**

✓ **Verificación de bulones**



Cálculo en función de Tensiones admisibles según AISC

Cantidad de bulones = 8 de Ø 24 mm
→ Area nominal = 452.4 mm²

Material ISO 898 Grado 10.9

→ Carga de Prueba = 83 Kgf / mm²

→ Carga de Rotura = Fu = 100 Kgf / mm²

- ✓ Tensión de tracción admisible = 0.33 x Fu = 33 Kgf / mm²
- ✓ Tensión de corte admisible = 0.17 x Fu = 17 Kgf / mm²
- ✓ Tensión del cable (T) = 6758 Kgf
- ✓ Fuerza vertical total (4T) = 4 x 6758 Kgf = 27032 Kgf
- ✓ Fuerza horizontal total (2T) = 2 x 6758 Kgf = 13516 Kgf

- Tensión de tracción = 5462 Kgf / 452.4 mm² = 12.07 Kgf / mm² < 33 Kgf / mm² → **OK VERIFICA**
- Tensión de corte = 13516 Kgf / (8 x 452.4 mm²) = 3.73 Kgf / mm² < 17 Kgf / mm² → **OK VERIFICA**
- Acción combinada de tracción y corte = (12.07/33)² + (3.73/17)² = 0.18 < 1.0 → **OK VERIFICA**

Lecciones Aprendidas

- **Implementar Gestión del Cambio en forma integral, realizando un seguimiento y análisis de cada una de sus etapas.**
- **Realizar montajes de los sistemas de protección (Ej: Tensiómetro + PLC) de manera integral y no en forma parcial.**
- **Revisar y/o modificar los Procedimientos Operativos referentes a los Sistemas de Decoquizado.**
- **Revisar y/o modificar los Procedimientos de Mantenimiento Preventivo e Inspección de los Sistemas de Decoquizado.**
- **Continuar con la Actualización de las Plantas de Coque, adaptando las instalaciones a los estándares de Seguridad y medio Ambiente vigentes a nivel mundial.**



YPF

Muchas gracias

Ing. Armando Atencio

Ing. Mantenimiento CILC
armando.atencio@ypf.com

Ing. Ariel Santiago

Ing. Equipos Dinámicos CILC
ariel.santiago@ypf.com

Esquema Sistema de Decoquizado original

