

## **REDISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE DE ALTA PRESIÓN PARA LA RESTAURACIÓN DE TANQUES METÁLICOS**

José Daniel Bolívar Arroyo, Andrés Emilio García Santander  
Lisandro Vargas Henríquez, MSc, Docente Catedrático

### **RESUMEN**

El presente trabajo evidencia los procedimientos realizados en la optimización del proceso de restauración de tanques metálicos en la empresa Mundial de Tambores usando aire comprimido. Actualmente la empresa realiza el proceso de restauración manualmente, lo cual, representa mayores tiempos de trabajo, ineficiencia e inseguridad para la persona que realiza la tarea. Inicialmente se realiza una recopilación de toda la información necesaria referente a las condiciones de trabajo a la cual estará sometido el sistema para así realizar un rediseño seguro y confiable. Posteriormente, se desarrollará el sistema de aire comprimido de acuerdo a los cálculos ya realizados y evaluados, para así lograr un sistema que cumpla con los requisitos antes planteados, finalmente, se evalúa la viabilidad del sistema, teniendo en cuenta todo el proceso realizado con anterioridad y pruebas suministradas al sistema diseñado.

Palabras clave: Restauración de tanques, Aire comprimido,

### **ABSTRACT**

The following research work details the procedures performed on optimizing the process of restoring metal tanks in the Mundial de Tambores company using compressed air. Currently this process is done manually, which represent longer working times, inefficiency an insecurity for the worker performing the task. Initially, information regarding the working conditions the machine will be subjected to is collected in order to develop a secure and reliable design. Subsequently, the compressed air system is developed according to the previously made and evaluated calculations, so that a system that complies with the established requirements is achieved. Finally the system viability is evaluated having into account the entire process previously outline.

Key words: Tank restoration, Compress air systems

### **INTRODUCCIÓN**

La empresa Mundial de Tambores es una empresa que se dedica a la comercialización de tanques metálicos. Su acogida en el sector industrial se ha ido incrementando, por lo que se hace necesario modificar los esquemas productivos para suplir la demanda actual.

Los tanques metálicos que comercializa la empresa son productos re-manufacturados, esto implica que la mayor

parte de ellos se encuentran en mal estado, con golpes en su superficie y otros tipos de defectos.

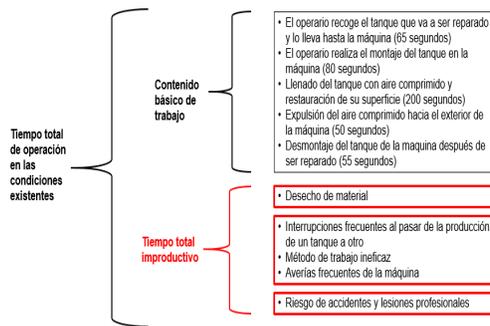
El propósito del presente trabajo es rediseñar el sistema de restauración de tanques metálicos de la Empresa Mundial de Tambores y convertirlo en uno semi-automático que reduzca los tiempos de restauración de cada taque, garantice un aumento en la productividad y rentabilidad, tiempos constantes durante la producción,

mayor seguridad en la operación y el correcto uso de equipos y del recurso humano.

## METODOLOGÍA

Para lograr un diseño que se ajuste a las condiciones de trabajo de la empresa se realiza un estudio de método y tiempo para diagnosticar las condiciones actuales del sistema e identificar las variables que contribuyan al desarrollo del rediseño de un sistema más eficiente en cuanto a producción y seguridad para los operarios.

**Figura 1. Esquema de método y tiempo para el proceso de restauración de los tanques metálicos.**



Durante una semana de trabajo en la empresa; se realizaron varias mediciones del tiempo que tarda el sistema en restaurar cada tanque metálico, teniendo en cuenta que el tiempo de restauración varía según el estado en que se encuentra cada tanque, ya que todos los tanques no poseen las mismas condiciones físicas. Por lo tanto se determinó un tiempo promedio a partir de las mediciones para fijar un punto de referencia

**Tabla 1. Tiempo promedio de la restauración de los tanques metálicos.**

TIEMPO DE RESTURACION DE LOS TANQUES	MINUTOS
TIEMPO 1	8,02
TIEMPO 2	7,90
TIEMPO 3	8,53
TIEMPO 4	8,85
TIEMPO 5	7,27
TIEMPO 6	7,03
TIEMPO 7	8,58
TIEMPO 8	8,67
TIEMPO 9	7,68
TIEMPO 10	7,68
TIEMPO 11	7,86
TIEMPO 12	8,86
TIEMPO 13	7,41
TIEMPO 14	7,28
TIEMPO 15	7,40
TIEMPO 16	8,03
TIEMPO 17	8,22
TIEMPO 18	8,99
TIEMPO 19	7,95
TIEMPO 20	7,32
<b>TIEMPO TOTAL PROMEDIO</b>	<b>7,88</b>

A partir del estudio de método y tiempo y de la evaluación que se le realizó a las piezas que componen el sistema, se generaron algunas ideas y parámetros que contribuyeron al desarrollo de una metodología de rediseño que busca aumentar la productividad y eficacia del proceso de restauración de los tanques metálicos, las medidas que se deben de tener en cuenta para el rediseño son:

- Se deberá realizar un mantenimiento previamente a los compresores, reemplazar las piezas que lo componen, que se encuentren en mal estado y que impiden su buen funcionamiento (empaques, sellos de aceite, correas, etc.).
- La tubería donde circula el fluido y los accesorios se deberán reemplazar por unos en mejor estado ya que los actuales se encuentran oxidados en su mayor parte.
- Es importante hacer un rediseño en la estructura metálica que contribuya

a la seguridad del operario y minimizar los riesgos de accidentes.

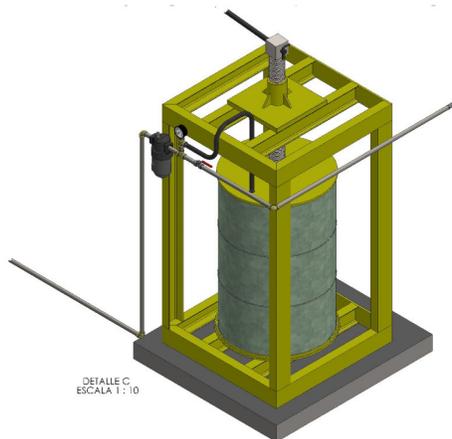
- El sistema rediseñado deberá trabajar con dos tanques simultáneamente y que además reutilice el aire comprimido de un primer proceso en un segundo proceso.
- Es importante crear un buen programa de mantenimiento al sistema de restauración para conservar su vida útil.

Estos parámetros servirán como base para empezar una metodología de diseño que obtendrá como resultado el prototipo más adecuado que suplirá las necesidades de la empresa.

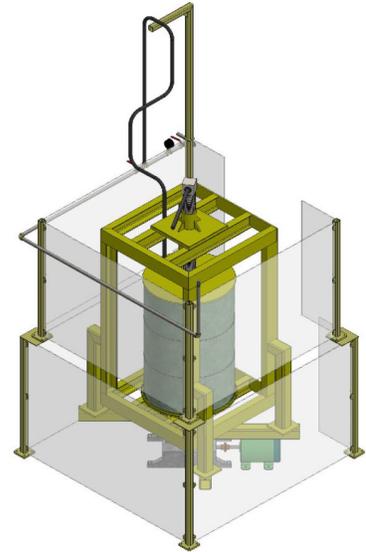
### PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Mediante el desarrollo del diseño conceptual se logra llegar a un concepto global dominante el cual fue el producto de la integración de las soluciones encontradas para cada función analizada, a continuación la presentación del sistema de aire comprimido antes del rediseño y después del mismo.

**Figura 2. Sistema de restauración antes del rediseño**



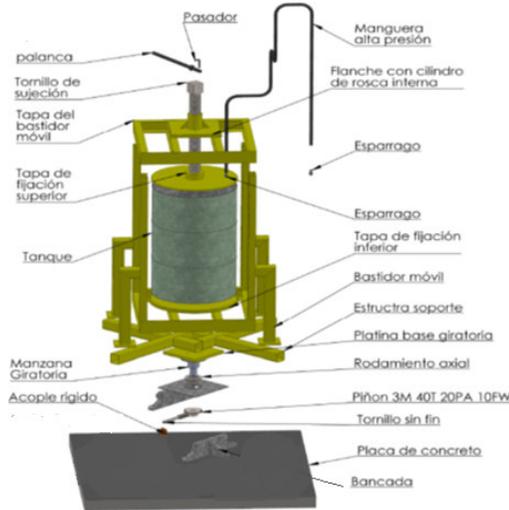
**Figura 3. Sistema de restauración rediseñado**



A partir del rediseño, el sistema contará con dos estaciones de restauración de tanques para la agilización del proceso. Las estructuras que sostienen los tanques estarán rodeadas por láminas de fibra de Kevlar que harán la función de guardas de seguridad para la protección del operario; en las estructuras solamente estará libre el lugar donde se ubica la persona que lleva el control de la máquina. El operario podrá girar la estructura para supervisar el tanque en todas sus dimensiones mientras está siendo reparado, ya que la estructura no es fija sino que gira manualmente. La manguera que inyecta el aire comprimido al tanque, estará sostenida por un par de acero, que permitirá libremente el movimiento del tanque evitando que la manguera obstaculice durante el proceso.

En la siguiente ilustración se expresan detalladamente los componentes que conforman la estructura.

**Figura 4. Componentes de la estructura**

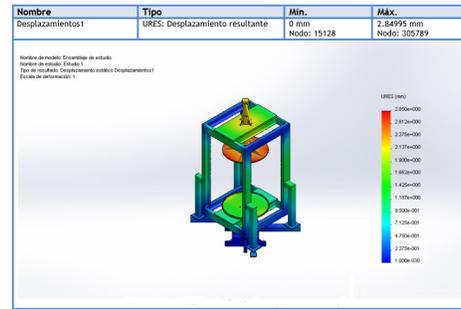


Se utilizó un programa de diseño para simular el sistema de restauración de los tanques metálicos y poder identificar las cargas máximas que puede soportar la estructura y garantizar que ninguna de las piezas que conforman este sistema, falle durante la realización del proceso de restauración. También se determinaron los esfuerzos a los que son sometidos el tornillo sin fin y la palanca que ajusta el tanque para mantenerlo fijo durante el proceso de presurización

Para la simulación de la pieza se utilizó una carga máxima de 80 psi repartida uniformemente en la tapa inferior y tapa superior que sostiene el tanque durante la operación. Se aplicó un estudio estático con enmallado uniforme y numero de nodos de 107586 (para mayor información revisar anexo 6). Como resultado del estudio se determinó un límite elástico de 470 KPa y límite a tracción de 745 KPa en la estructura que sostiene los tanques.

El resultado del estudio de las deformaciones se puede observar en la siguiente figura.

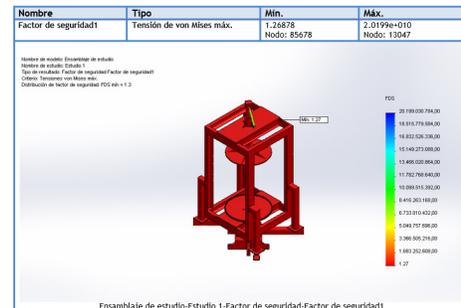
**Figura 5. Resultado del estudio de las deformaciones estáticas en la estructura**



El resultado del estudio estático de la deformación en la estructura, arrojó como resultado un valor máximo de deformación de 2,85 mm el cual no afecta funcionalmente ningún componente de la estructura durante la operación.

En la siguiente figura se puede observar los resultados del estudio del factor de seguridad por medio de von mises.

**Figura 6. Resultado del estudio del factor de seguridad por medio de von mises**

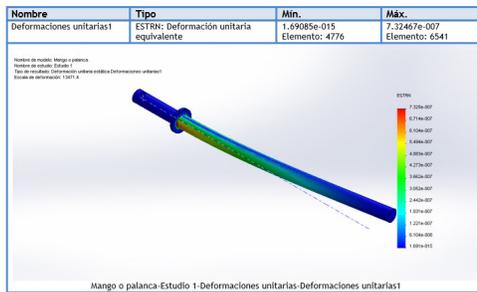


El estudio de factor de seguridad se realizó por medio de von mises a partir de las cargas máxima de tensión con un valor de 370 KPa y carga máxima a torsión con un valor de 190 KPa arrojando como resultado un factor de seguridad mínimo de 1,27. Esto indica que toda la estructura trabaja en el rango elástico y no se esperan durante el proceso deformaciones plásticas o permanentes, por lo que el uso en las condiciones de presión máxima en valor de 80 psi, es segura.

A continuación el resultado del estudio de los esfuerzos y deformaciones sometidos en la palanca de ajuste.

Para la simulación de la pieza, se realizó un análisis estático con un tipo de enmallado uniforme y un total de nodos de 38582, aplicando una fuerza normal de 1 N. La palanca de ajuste posee un límite elástico de 47 KPa y límite de tracción de 745 KPa.

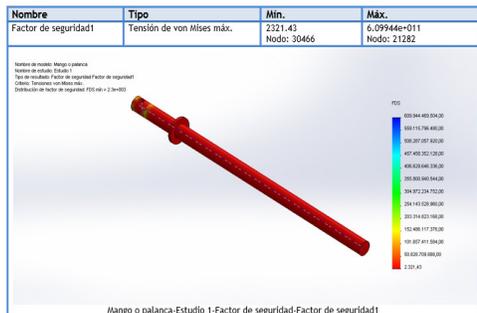
**Figura 7. Resultado del estudio de las deformaciones en la palanca de ajuste**



El resultado del estudio estático de la deformación en la palanca de ajuste, arrojo como resultado un valor máximo de deformación de 7,32 mm el cual no afecta funcionalmente ningún componente de la estructura durante la operación.

En la siguiente figura se puede observar los resultados del estudio del factor de seguridad por medio de von mises.

**Figura 8. Resultado de estudio del factor de seguridad en la palanca de ajuste.**



Para la palanca de ajuste el factor de seguridad tendrá un valor mínimo de 2321.43 es un valor demasiado alto lo que significa que es poco probable que la palanca de ajuste falle con la carga normal aplicada de 1 N. Para este caso no se le da mucha importancia al ahorro de material ya que solo se está fabricando una solo pieza y no aumenta de forma relevante el costo del producto, se le da más importancia a la seguridad del operario. Esta carga es la fuerza de apriete manual que utiliza el operario para ajustar el tanque en la estructura y mantenerlo fijo.

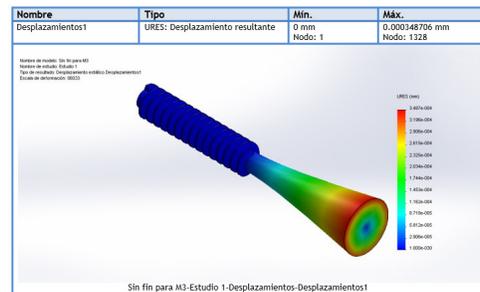
A continuación se describirá el resultado de los estudios de fuerzas del tornillo sin fin.

Esta pieza es la que conecta la palanca de ajuste con la tapa superior que sella el tanque.

Para la simulación de la pieza, se realizó un análisis estático utilizando un tipo de enmallado uniforme con un total de nodos de 15240, aplicando un momento torsor de 0,25 N\*m con limite elástico de 71 KPa y limite a tracción de 111 KPa (para mayor información revisar anexo 8).

El resultado del estudio de las deformaciones en el tornillo sin fin se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 9. Resultado del estudio de las deformaciones en el tornillo sin fin**



El resultado del estudio estático de la deformación en el tornillo sin fin, arrojo como resultado un valor máximo de deformación de 3,48 mm el cual no afecta funcionalmente ningún componente de la estructura durante la operación.

En la siguiente tabla se describe el resultado del factor de seguridad en el tornillo sin fin por medio de von mises.

**Figura 10. Resultado del estudio del factor de seguridad en el tornillo sin fin.**



El factor de seguridad mínimo para el tornillo sin fin, es de 2012.79 es un valor demasiado alto lo que significa que es poco probable que el tornillo sin fin falle por torsión aplicándole una carga de 0,25 N\*m. de igual forma el ahorro de material no es relevante en el diseño de esta pieza.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El nuevo sistema rediseñado disminuirá los tiempos de restauración en los tanques comparándolos con el sistema actual.
- Disminuirá el tiempo en que se despachan los pedidos a los clientes haciendo más eficiente la producción y favoreciendo directamente la rentabilidad de la empresa.
- A partir del rediseño de la estructura metálica mejorará la calidad de restauración en los tanques debido a que el operario se le hará más cómodo trabajar y maniobrar el tanque desde un solo perfil verificando que todas las superficies del tanque están en su forma correcta.
- Con el rediseño del sistema se evitará el desperdicio de material, utilizando al máximo los recursos con que cuenta el

sistema y garantizando que la producción no se detenga. Además el sistema contara con un plan de mantenimiento evitando fallas inesperadas en la máquina.

- Aumentará la seguridad del operario al momento de trabajar en la máquina por medio de guardas de seguridad alrededor de la estructura y con el nuevo mecanismo se evitara riesgos y accidentes por estallido de algún tanque.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] B., F. C. *QuimiNet*. Recuperado el 24 de Octubre de 2012, de QuimiNet. {En línea}. {10 de Diciembre de 2012} disponible en: (<http://www.quiminet.com/articulos/aproveche-al-maximo-su-sistema-de-aire-comprimido-3353138.htm>)
- [2] ESCANDON, C. *QuimiNet*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2012, de QuimiNet. {En línea}. {31 de Agosto de 2010} disponible en: (<http://www.quiminet.com/articulos/el-uso-de-los-compresores-en-la-industria-44288.htm>)
- [3] STEHING, D. Tanque de almacenamiento de los compresores. *saquimsa.wordpress*, (2010) 15-17.
- [4] GONZALO, L. Presión del aire comprimido. En: *Metal Actual*, (Noviembre 2010- Enero 2011)p.26.
- [5] MORALES, J. *ARTICULOS INFORMATIVOS*. Recuperado el 12 de Agosto de 2012, de ARTICULOS INFORMATIVOS. {En línea}. {18 de Septiembre de 2010} disponible en: ([http://www.articulosinformativos.com.mx/Compresor\\_de\\_Aire-a854678.html](http://www.articulosinformativos.com.mx/Compresor_de_Aire-a854678.html))
- [6] G., F. S. *OLX*. Recuperado el 14 de Diciembre de 2012, de OLX. {En línea} {06 de Julio de 2010} disponible en : (<http://lavictoria.olx.com.ve/q/tambores-usados/c-210>)

