

ISSN 2523-0344

Volumen 3, Número 9 — Julio — Septiembre — 2019

# Revista de Ingeniería Industrial



## **ECORFAN-Perú**

### **Editor en Jefe**

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

### **Directora Ejecutiva**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

### **Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

### **Diseñador Web**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

### **Diagramador Web**

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

### **Asistente Editorial**

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

### **Traductor**

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

### **Filóloga**

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

**Revista de Ingeniería Industrial**, Volumen 3, Número 9, de Julio-Septiembre 2019, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Perú. La Raza Av. 1047 No.- Santa Ana, Cusco-Perú. Postcode:11500. WEB: [www.ecorfan.org/republicofperu](http://www.ecorfan.org/republicofperu), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editor en Jefe: SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC. ISSN 2523-0344. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Septiembre 2019.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

# **Revista de Ingeniería Industrial**

## **Definición del Research Journal**

### **Objetivos Científicos**

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ingeniería y Tecnología, en las Subdisciplinas de diseño de sistemas de producción, gestión de calidad en los productos, investigación de operaciones, simulación informática, cadenas de suministros, certificación de calidad, hidrometeorología.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

### **Alcances, Cobertura y Audiencia**

Revista de Ingeniería Industrial es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Perú, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de Diseño de sistemas de producción, gestión de calidad en los productos, investigación de operaciones, simulación informática, cadenas de suministros, certificación de calidad, hidrometeorología con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-Mexico® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

## **Consejo Editorial**

AYALA - GARCÍA, Ivo Neftalí. PhD  
University of Southampton

CASTILLO - LÓPEZ, Oscar. PhD  
Academia de Ciencias de Polonia

CENDEJAS - VALDEZ, José Luis. PhD  
Universidad Politécnica de Madrid

DIAZ - RAMIREZ, Arnoldo. PhD  
Universidad Politécnica de Valencia

HERNÁNDEZ - PRIETO, María de Lourdes. PhD  
Universidad Gestalt

LAGUNA, Manuel. PhD  
University of Colorado

LARA - ROSANO, Felipe. PhD  
Universidad de Aachen

RIVAS - PEREA, Pablo. PhD  
University of Texas

TIRADO - RAMOS, Alfredo. PhD  
University of Amsterdam

VEGA - PINEDA, Javier. PhD  
University of Texas

## **Comité Arbitral**

DÍAZ - CASTELLANOS, Elizabeth Eugenia. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

MALDONADO - MACÍAS, Aidé Aracely. PhD  
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

NAKASIMA – LÓPEZ, Mydory Oyuky. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

OCHOA - CRUZ, Genaro. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

REALYVÁSQUEZ - VARGAS, Arturo. PhD  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

TABOADA - GONZÁLEZ, Paul Adolfo. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

VALDEZ - ACOSTA, Fevrier Adolfo. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

VASQUEZ - SANTACRUZ, J.A. PhD  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

ARREDONDO - SOTO, Karina Cecilia. PhD  
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

RODRÍGUEZ – DÍAZ, Antonio. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

RUELAS-SANTOYO, Edgar Augusto. PhD  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

## **Cesión de Derechos**

El envío de un Artículo a Revista de Ingeniería Industrial emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Perú considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.

## **Declaración de Autoría**

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

## **Detección de Plagio**

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

## **Proceso de Arbitraje**

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homologo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos- Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

## **Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación**

### **Área del Conocimiento**

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de diseño de sistemas de producción, gestión de calidad en los productos, investigación de operaciones, simulación informática, cadenas de suministros, certificación de calidad, hidrometeorología y a otros temas vinculados a las Ingeniería y Tecnología.

## **Presentación del Contenido**

En el primer artículo se presenta *Máquina virtual de remachado textil* por CAMARENA-LÓPEZ, Stephany Samayrani, CASTRO-LEÓN, José Manuel, VEGA-TOLEDO, José Jesús y GONZÁLEZ-DURÁN, José Eli Eduardo con adscripción Instituto Tecnológico del Sur de Guanajuato como siguiente artículo está *Técnicas de aprendizaje automático en el diagnóstico de aerogeneradores* por ARCIGA-PEDRAZA, Raquel, COLIN-ALCANTAR, Elmer, JUAREZ-SANTIAGO, Brenda y LIZARDI-MIRANDA, Edson Jair con adscripción Universidad Tecnológica de San Juan Del Río como siguiente artículo está *Diseño de un sistema de inventario computarizado para la rastreabilidad de partes reutilizables* por ACOSTA-HERNANDEZ, Daniel, DE LA RIVA-RODRIGUEZ, Jorge, WOOCAY-PRIETO, Arturo y REYES-MARTÍNEZ, Rosa María con adscripción Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez como siguiente artículo está *Diseño e implementación de un plan de mantenimiento, basado en la metodología TPM, en planta productora de alimento balanceado para ganado bovino* por HUMARÁN-SARMIENTO, Viridiana, PARRA-TELLEZ, Freddy Eduardo y CASTRO-LEAL, Wilfrido con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Guasave.

## Contenido

Artículo	Página
<b>Máquina virtual de remachado textil</b> CAMARENA-LÓPEZ, Stephany Samayrani, CASTRO-LEÓN, José Manuel, VEGA-TOLEDO, José Jesús y GONZÁLEZ-DURÁN, José Eli Eduardo <i>Instituto Tecnológico del Sur de Guanajuato</i>	1-9
<b>Técnicas de aprendizaje automático en el diagnóstico de aerogeneradores</b> ARCIGA-PEDRAZA, Raquel, COLIN-ALCANTAR, Elmer, JUAREZ-SANTIAGO, Brenda y LIZARDI-MIRANDA, Edson Jair <i>Universidad Tecnológica de San Juan Del Río</i>	10-17
<b>Diseño de un sistema de inventario computarizado para la rastreabilidad de partes reutilizables</b> ACOSTA-HERNANDEZ, Daniel, DE LA RIVA-RODRIGUEZ, Jorge, WOOCAY-PRIETO, Arturo y REYES-MARTÍNEZ, Rosa María <i>Instituto Tecnológico de Ciudad Juarez</i>	18-25
<b>Diseño e implementación de un plan de mantenimiento, basado en la metodología TPM, en planta productora de alimento balanceado para ganado bovino</b> HUMARÁN-SARMIENTO, Viridiana, PARRA-TELLEZ, Freddy Eduardo y CASTRO-LEAL, Wilfrido <i>Instituto Tecnológico Superior de Guasave</i>	26-35



## Máquina virtual de remachado textil

### Virtual machine of riveted textile

CAMARENA-LÓPEZ, Stephany Samayrani†\*, CASTRO-LEÓN, José Manuel, VEGA-TOLEDO, José Jesús y GONZÁLEZ-DURÁN, José Eli Eduardo

*Instituto Tecnológico del Sur de Guanajuato*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Stephany Samayrani, Camarena-López* / ORC ID: 0000-0002-7139-2561, CVU CONACYT ID: 977524

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *José Manuel, Castro-León* / ORC ID: 0000-0003-3020-2175, CVU CONACYT ID: 977580

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *José Jesús, Vega-Toledo* / ORC ID: 0000-0002-5276-3435, CVU CONACYT ID: 1000484

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *José Eli Eduardo, González-Durán* / ORC ID: 0000-0002-6897-9716, CVU CONACYT ID: 331544

DOI: 10.35429/JIE.2019.9.3.1.9

Recibido 04 de Julio, 2019, Aceptado, 03 de Septiembre, 2019

#### Resumen

Uno de los procesos en la industria textil es el ensamblaje de ojillos en los distintos productos, para ello se utiliza una "Remachadora". Esta máquina se utiliza para colocar remaches sobre prendas textiles o de calzado, para fines estéticos o de refuerzo. Existen tres tipos de Ojilladoras: "Manuales", "Semiautomáticas" y "Automáticas"; uno de los problemas que estas presentan es la calibración manual puesto que se requiere intervención humana. Se desarrolló una máquina virtual de una remachadora textil automática utilizando como software CAD a SolidWorks donde se crea el diseño de los sistemas mecánicos que integran a la máquina virtual, en conjunto se utiliza un software de programación visual, LabVIEW, en el cual se desarrolla un panel frontal, que es capaz de controlar todo el proceso de producción siempre y cuando exista un enlace entre estas dos interfaces mediante "LabVIEW Soft Motion". La comunicación entre estos dos softwares logra caracterizar una Máquina Virtual de Remachado Textil donde se mejora en la realización del remachado de ojillos en menos de dos segundos, la capacidad de remachar 4 tamaños diferentes de ojillos y la calibración automática mediante un sistema mecánico denominado LongWorth-Chuck, lo que contribuye a una optimización de las remachadoras convencionales.

**Maquinaria virtual, Proceso de remachado de ojillos, LongWorth-Chuck**

#### Abstract

One of the process in the textile industry is the eyelet assembly in the different products, for it is used a "Riveter". This machine is used to place rivets on textile garments or footwear, for esthetic or reinforcement purposes. There are three types of riveters: "Manuals", "Semi-automatic" and "Automatic"; one of the problems that these presents are the manual calibration because human intervention is required. A virtual machine for an automatic textile riveter was developed using CAD software as SolidWorks where the design of the mechanical systems that integrate the virtual machine, together a visual programming software, LabVIEW, is used, in which a front panel is developed, capable of controlling the entire production process as long as there is a link between these two interfaces through "LabVIEW Soft Motion". The communication between this two software achieve to characterize a "Virtual Machine of Riveted Textile" where it is improved in the riveting of eyelets in less than two seconds, the ability to rivet 4 different sizes of eyelets and automatic calibration using a mechanical system called "LongWorth-Chuck", this contributes to an optimization of conventional riveting machines.

**Virtual Machinery, Eyelet Riveting Process, LongWorth-Chuck**

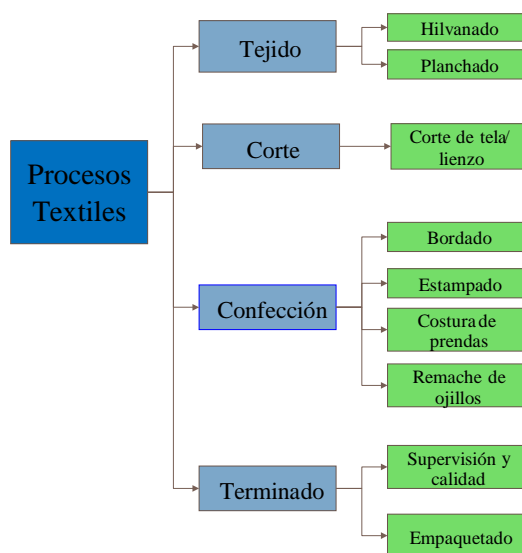
**Citación:** CAMARENA-LÓPEZ, Stephany Samayrani, CASTRO-LEÓN, José Manuel, VEGA-TOLEDO, José Jesús y GONZÁLEZ-DURÁN, José Eli Eduardo. Máquina virtual de remachado textil. Revista de Ingeniería Industrial. 2019 3-9: 1-9

\* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: zam.camarena@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En la zona sur del estado de Guanajuato como principal fuente de ingresos es la producción textil o procesos del mismo giro, DENUE (Directorio de Estadístico Nacional de Unidades Económicas –Inegi) revela 1,449 unidades económicas en fabricación de prendas de vestir entre Moroleón y Uriangato; normalmente la mayoría de sus procesos se encuentran automatizados; pues se debe cumplir con la demanda del producto durante las diferentes temporadas del año. Algunos de sus principales procesos se muestran en la figura 1, y en la mayoría se encuentra la automatización presente con el objetivo de facilitar y agilizar dichos procesos, uno de esos procesos en particular es el remachado de ojillos. Constituyendo la colocación de dos piezas metálicas: ojillo macho y ojillo hembra, coloquialmente llamadas “ojillo” y “contra”, figura 2, sobre una prenda siendo fusionadas mediante una fuerza física logrando un ensamble, figura 3, para brindar una mejor presentación a los productos, en los últimos años se ha hecho más presente en el sector textil, lo cual indica un nivel de automatización bajo o intermedio.



**Figura 1** Procesos dentro de la industria textil



**Figura 2** Ojillos machos y ojillos hembra



**Figura 3** Remaches textiles en prenda de vestir

Actualmente, la mayoría de remachadoras son manuales, figura 4, y en el mejor de los casos son semiautomáticas; es necesario el soporte de un operador para manipularlas y trabajarlas, son bastante similares en cuanto a características técnicas y principio de funcionamiento ya sean eléctricas o neumáticas; lo que las difiere es la flexibilidad que tiene cada una de ellas para trabajar con diferentes tipos de ojillos y tiempos de remaches por minuto.

Existe una máquina remachadora semiautomática VD-403 de la marca AVANCE®, figura 5. Donde el acomodo de las contras y sus respectivos ojillos son de manera manual; además cuando se desea cambiar de tamaño de ojillo es necesario quitar piezas de la máquina o bien, el mecanismo de dados, figura 4, lo que implica pérdidas de tiempo en las calibraciones de estas y solo es capaz de remachar 3 ojillos de diferentes tamaños: 1in, 3 in y 5 in.



**Figura 4** Remachadora textil manual con mecanismo de dados.



**Figura 5** Remachadora textil semiautomática VD-403 de AVANCE ®

En otras maquinarias el acomodo de ojillos es automático figura 6 y figura 7, pero la fuente que brinda la fuerza necesaria para completar un remache es un motor eléctrico, el cual se encuentra en constante funcionamiento y requiere de un arranque para poder realizar un remache.

Por la naturaleza de los motores cuando se arranca un motor se consume un pico de corriente mientras se estabiliza dicha máquina, pero al generar constantes arranques provoca que se presenten más picos de corriente, lo que a su vez implica un mayor consumo de energía representante de un gran gasto adicional.

Observando también que algunas de estas remachadoras automáticas solo son capaces de remachar un solo tamaño de ojillo, mientras que las otras requieren de aditamentos especiales para cambiar el tamaño de ojillo lo que genera otra inversión.



**Figura 6** Máquina remachadora textil automática LMC-CHA1 DE LEWMACO®



**Figura 7** Mecanismo automático para remache de ojillo macho y ojillo hembra

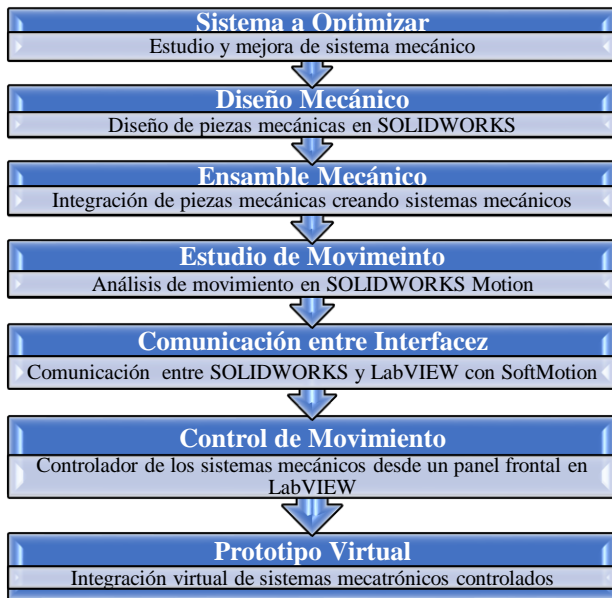
Para reducir los costos en el diseño de maquinaria, y tener un mejor rendimiento en producción, actualmente se están implementando nuevas herramientas para el diseño de maquinarias en donde se hace uso de softwares de diseño asistido por computadora permitiendo hacer modelados en 3D como lo es SolidWorks; una herramienta tan eficaz que permite realizar estudios de movimiento de los componentes del diseño, también permite realizar comunicaciones con otros softwares como lo es LabVIEW; una interfaz de programación visual y además la ejecución de sus instrucciones son de manera paralela, permitiendo una ejecución más rápida del programa para el control de los movimientos de los componentes de SolidWorks y ambos programas en conjunto conforman una máquina virtual mediante el enlace SoftMotion; para el análisis de los diseños de maquinarias y permitiendo una visión más específica del comportamiento real de la máquina sin necesidad de invertir mucho dinero y evitando las pruebas destructivas.

Haciendo uso de las nuevas tecnologías y del nuevo método de diseño de maquinaria como se ilustra en la figura 8, para desarrollar una nueva propuesta de remachadora textil, con su modelado en SolidWorks y su control en LabVIEW todo interconectado mediante el módulo LabVIEW SoftMotion.

Para demostrar sus funcionalidad como propuesta para la industria textil del sur de Guanajuato, en el presente trabajo se muestra el procedimiento para completar esta serie de pasos para llegar a un fin común, la máquina virtual de remachado textil .

### Metodología a desarrollar

Teniendo el objetivo de automatizar un proceso de producción ejecutado en una máquina virtual, se establece un proceso representado esquemáticamente por 7 etapas; la figura 8 muestra secuencialmente cada uno de los métodos que se implementaron para diseñar la maquinaria virtual.



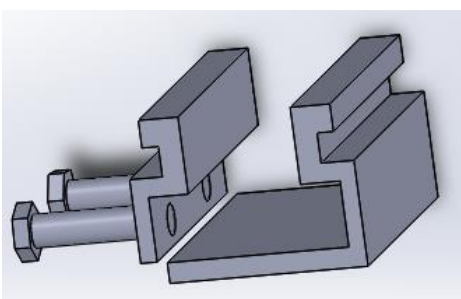
**Figura 8** Proceso para el diseño de maquinaria virtual.

### Sistema a optimizar

En la industria textil-calzado se realiza un proceso que requiere de un remache de ojillos, en el cual se detecta que para este ensamble se requiere de intervención humana por la necesaria calibración de los dados y el posicionamiento de los ojillos dentro de los mismos. Dónde se da por hecho que el mecanismo de los dados, figura 4, es el causante de una producción ineficiente. Se propone un mecanismo llamado “LongWorth Chuck” para la sujeción de ojillos macho, figura 9, y unas canaletas ajustables, figura 10, para administración de ojillos macho y ojillos hembra.



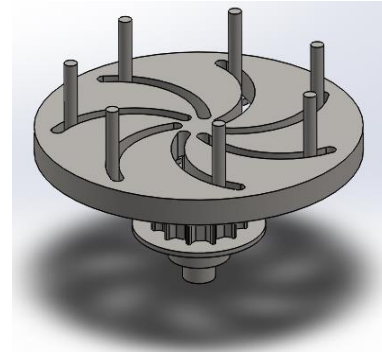
**Figura 9** LongWorth Chuck



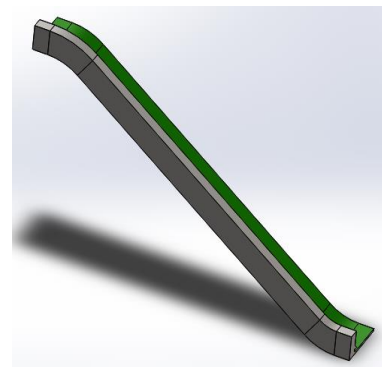
**Figura 10** Propuesta de las canaletas ajustables

### Diseño Mecánico

Una vez identificado el sistema a optimizar se procede a realizar su diseño mecánico dentro de SolidWorks, figura 11 y figura 12, comenzando con el diseño de piezas, las cuales cumplen su objetivo de realizar operaciones dentro del proceso del remachado de ojillos una vez que estas son integradas en un ensamble mecánico.



**Figura 11** Diseño del LongWorth Chuck



**Figura 12** Diseño de la canaleta ajustable

### Ensamble Mecánico

Terminadas las piezas se derivan los ensambles mecánicos, dónde cada una de las piezas diseñadas cumplen como un elemento dentro de un ensamble, estructurando así diferentes sistemas mecánicos, los cuales son longorth chuck, canaletas, contenedor de contras, contenedor de ojillos, sujeción de contras (pirámide) y pistón neumático, esto para verificar las dimensiones que se plantearon dentro de las piezas mecánicas, para visualizar el cumplimiento del área de trabajo y el material utilizado en el proceso de remacho de ojillos.

Posteriormente estos mecanismos se utilizan como subensambles, para conformar la remachadora virtual, figura 21.



## Estudio de Movimiento

Teniendo los sistemas mecánicos con las dimensiones adecuadas, se procede a realizar un estudio de movimiento que nos permite visualizar el comportamiento físico de toda la integración mecánica, es decir, se obtiene información clara y exacta de las respuestas que tienen los sistemas al someterse a movimientos lineales y rotacionales específicos. Estos se realizan desde la interfaz de SolidWorks para tener una perspectiva más detallada de los escenarios equivocados o apropiados que nos proporciona el diseño de la incorporación de los sistemas.

## Comunicación entre interfaces

Al comprobar que no existen colisiones o algún otro inconveniente en el diseño, se realiza una comunicación entre dos tipos de software: LabVIEW y SolidWorks, este enlace es llamado NI LabVIEW SoftMotion, figura 13. Dónde se crea un proyecto dentro de LabVIEW y se agrega cada uno de los motores que se desean controlar, ya sean lineales o rotacionales. Al tener el diseño en una interfaz y el control en otra evita la saturación de recursos en algún software, teniendo respuestas más rápidas y eficientes. Permitiendo crear un controlador más eficaz y completo al igual que un diseño más definido.

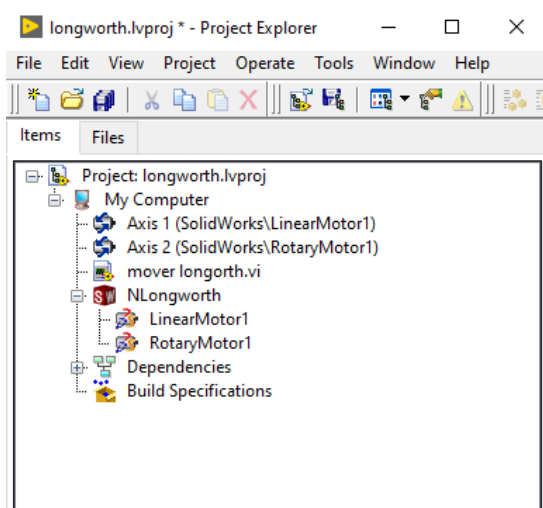


Figura 13 Comunicación entre SolidWorks y NI LabVIEW

## Control de movimiento

Al concretar el enlace se tiene la capacidad de crear un control de movimiento desde un proyecto en LabVIEW para operar el diseño de la máquina remachadora en SolidWorks.

Este proyecto está compuesto por la integración del software, SolidWorks con los respectivos diseños mecánicos realizados para la remachadora virtual, el controlador (diagrama de bloques) y el panel frontal en LabVIEW, figura 14. Esto nos ayuda a tener indicadores y controles para visualizar y operar directamente el movimiento del diseño en tiempo real.

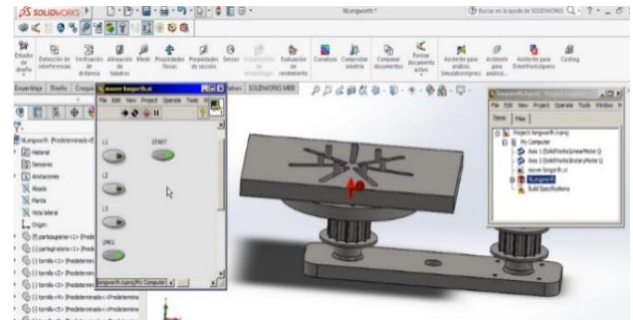


Figura 14 Integración de SolidWorks y LabVIEW.

## Prototipo Virtual

El control de movimiento se estructura para cada uno de los sistemas mecánicos que conforman todo el diseño de la máquina virtual, con las especificaciones respectivas. Para así tener el control de las operaciones que debe realizar cada pieza, subensamble y ensamble que componen al diseño, figura 22, formando así una integración virtual de sistemas mecatrónicos controlados, en otros términos, una máquina virtual de remachado textil.

## Resultados

Al término del diseño, se pueden observar todos los mecanismos que se diseñaron integrados en el prototipo virtual de la remachadora, con todo el análisis previo en SolidWorks Motion, se decidió verificar el movimiento de los mecanismos más destacados por la innovación y su modelo de utilidad proporcionado en el prototipo remachadora virtual, con el enlace LabVIEW SoftMotion se tendrá mayor fiabilidad en los rangos de movimiento de los mecanismos y garantizar que se pueden tener las especificaciones requeridas. Los mecanismos sometidos a mayor estudio fueron: LongWorth Chuck, canaletas ajustables y las pirámides.

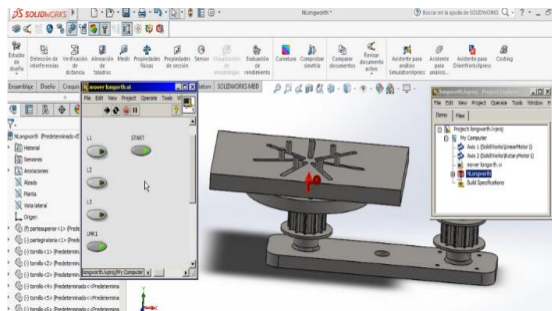
## LongWorth Chuck

El funcionamiento del LongWorth Chuck es el mecanismo que ayuda en la sujeción de los cuatro distintos tamaños de ojillo: 29mm (L1), 23mm (L2), 20mm (L3) y 15mm (LMK1) respectivamente.

CAMARENA-LÓPEZ, Stephany Samayrani, CASTRO-LEÓN, José Manuel, VEGA-TOLEDO, José Jesús y GONZÁLEZ-DURÁN, José Eli Eduardo. Máquina virtual de remachado textil. Revista de Ingeniería Industrial. 2019

Para el control se implementó un Instrumento Virtual (VI) en donde se visualiza un botón de inicio y otros cuatro botones para poder seleccionar con cual tipo de ojillo se pretende trabajar, al estar activado el inicio y algún otro botón del tamaño del ojillo se ajusta al tamaño del ojillo seleccionado.

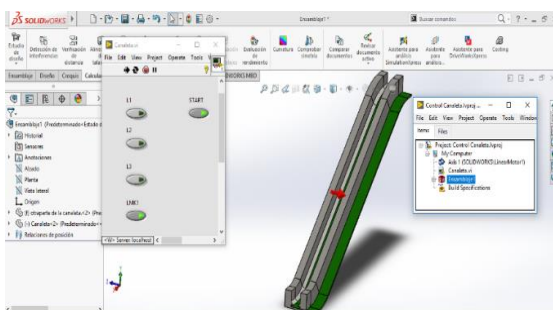
En la figura 15, se muestra el rango de movimiento requerido para poder sujetar el ojillo con el perímetro exterior más pequeño también se observa el VI de control con la activación para remachar el ojillo más pequeño (LMK1).



**Figura 15** Rango de movimiento necesario para sujetar el ojillo LMK1

#### Canaleta

Se mantienen los mismos rangos en el tamaño de los ojillos, L1, L2, L3 y LMK1, donde la canaleta se ajusta al tamaño de los ojillos, el VI de control para el movimiento es idéntico al requerido en el LongWorth Chuck utilizando dos botones para hacer funcionar el control, figura 16.

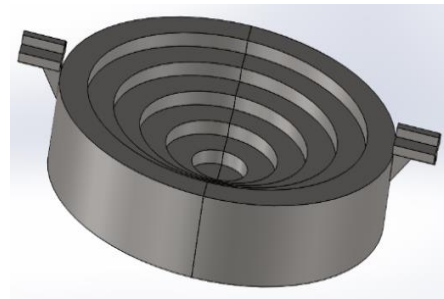


**Figura 16** Rango de movimiento necesario para el ajuste de la canaleta para el ojillo LMK1

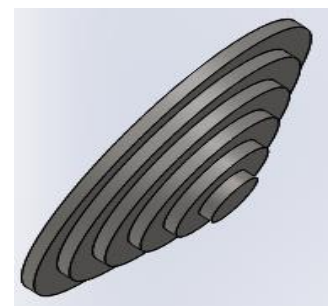
El último mecanismo analizado fueron las pirámides, las cuales nos ayudaran al posicionamiento correcto del remache para que el ojillo y la contra sean ensamblados correctamente.

#### Pirámides

Se denominó pirámide inversa, figura 17, al mecanismo a donde llegará la contra, para poder ser remachada con el ojillo. Al tener las pirámides con los diámetros exactos de cada uno de los ojillos a trabajar, se garantiza que, al momento de aplicar la fuerza, la contra estará centrada y embonará con el ojillo presente y en sujeción por el LongWorth Chuck; la pirámide inversa está compuesta de 2 partes, esto con el propósito de que se puedan separar al momento de ya estar el ojillo listo para someterse a presión. Para ejercer la presión y seguir manteniendo la posición de la contra se utiliza la pirámide, figura 18, manteniendo la contra en un diámetro exacto también presente en la pirámide.

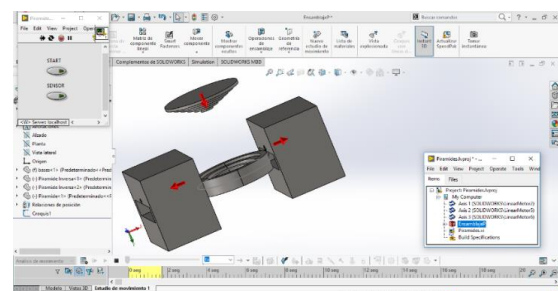


**Figura 17** Pirámide Inversa



**Figura 18** Pirámide

Al igual que los mecanismos anteriores, se hizo un VI de control para poder observar el comportamiento de este mecanismo. Se puede observar en la figura 19 que tanto como la pirámide inversa y la pirámide están en su posición inicial, esto porque no se tiene presionado ningún botón en el panel frontal.



**Figura 19** Posición inicial de las pirámides

Al presionar el botón de START que se encuentra en el panel frontal, la pirámide se comienza a desplazar de manera lineal y en dirección hacia abajo como se muestra en la Figura 20.

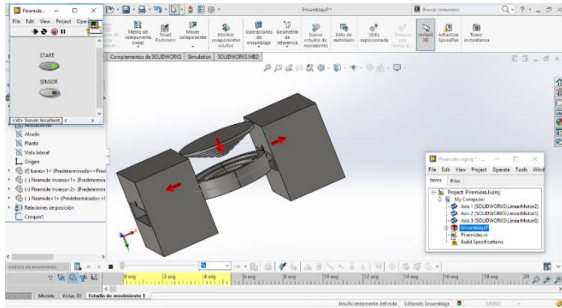


Figura 20 Desplazamiento de la pirámide

La pirámide se estará desplazando, habrá un momento en su desplazamiento que ocurra una interferencia entre la pirámide y la pirámide inversa, en este punto se simuló dentro del VI un sensor, que nos ayudara a saber que ya ocurrió la interferencia y la pirámide inversa hará un desplazamiento lineal y lateral para ceder el paso a la pirámide y pueda realizarse el remache de los ojillos, esto se puede observar en la figura 21.

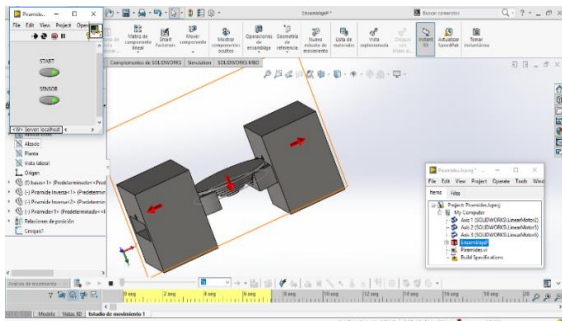


Figura 21 Activación del sensor y desplazamiento de las 2 partes de la pirámide inversa.

Logrando controlar cada uno de los sistemas mecánicos e integrarlos, se conforma la máquina virtual de remachado textil mostrada en la figura 22.

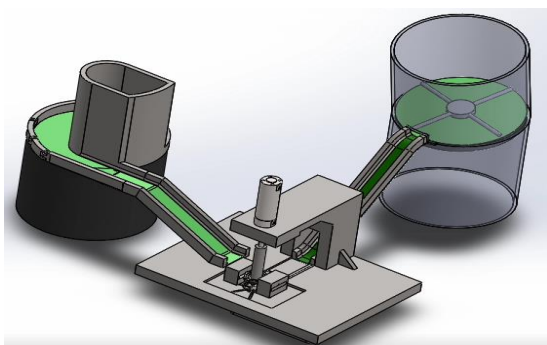


Figura 22 Máquina Virtual de Remachado Textil

En la figura 23 se observa cada uno de los mecanismos integrados de la máquina virtual de remachado textil.

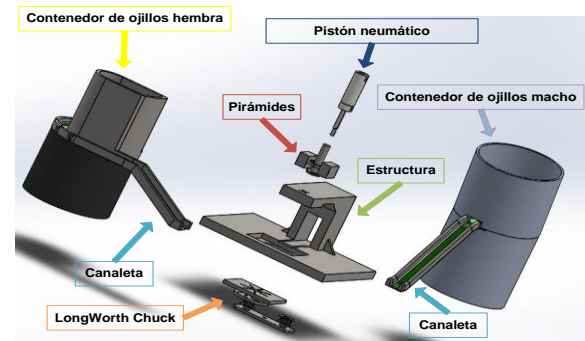


Figura 23 Mecanismos de la remachadora.

El remachado del ojillo se comienza llenando los contenedores, uno con los ojillos y el otro con las contras, los contenedores tienen un movimiento rotacional para hacer mover las piezas y logren deslizarse por las canaletas; las canaletas tienen un movimiento lineal para ajustarse al tamaño del ojillo seleccionado al igual que al LongWorth, al estar posicionado y sujetado el ojillo y la contra el pistón comienza a bajar para realizar la unión de las piezas.

Las medidas al finalizar el diseño de la remachadora son las que se muestran en la figura 24.

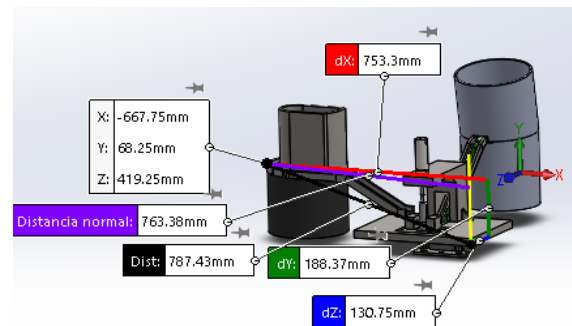


Figura 24 Dimensiones de la remachadora

Se tiene el análisis de peso y volumen teniendo en cuenta como material el acero 1020, esto se puede apreciar en la figura 25.

Propiedades de masa de Ojilladora00	
Configuración: Predeterminado	
Sistema de coordenadas: -- predeterminado --	
Masa =	79601.71 gramos
Volumen =	11305798.69 milímetros cúbicos
Área de superficie =	2224379.67 milímetros cuadrados

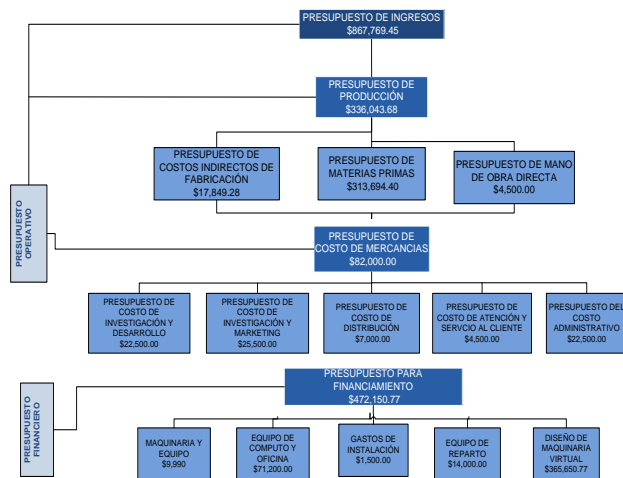
Figura 25 Propiedades de masa la remachadora



## Conclusiones

Se hace un análisis de la competencia y se desarrolla la tabla 1, donde a la máquina virtual de se denomina DMVRT-04 y pertenece a la empresa DOXCRO®.

Se realiza un presupuesto maestro para la producción de 10 máquinas remachadoras con maquinado en tornos CNC y fresadoras CNC, figura 26.



**Figura 26** Presupuesto maestro con producción en maquinado

Modelo/ Características	VD-403	LMC- CHA1	DVMRT-04
Empresa	Avance®	Lee-maco®	Doxcro®
Ojillos	3	2	4
Aditamentos	Si	Si	N.A
Costo de inversión	\$17,292+Datos	\$104,000 +\$8,000 aditamentos	N.A
Garantía	1 año	3 meses	Contrato vigente
Arrendamiento	No	No	\$2,500
Capacitación	No	Gratis los primeros 3 meses.	Sin costo en cada actualización
Mantenimiento	No	Servicio \$450	Sin costo en cada servicio
Actualización	No	No	Disponibilidad
Calibración	Manual	Manual	Automática
Proceso	Semiautomático	Automático	Automático
Dimensiones	Alto: 33cm Ancho: 18cm Largo: 25cm	Alto: 145cm Ancho: 85cm Largo: 50cm	Alto: 75cm Ancho: 75cm Largo: 48cm

**Tabla 1** Características de la competencia.

Lo que nos deja un costo unitario de \$86,776.945 pesos mexicanos. La máquina se pretende rentar como un producto/servicio con las siguientes suscripciones:

- Plan anual- \$60,000.00
- Plan bienal-\$85,200.00
- Plan trianual-\$90,000.00

Sugiriendo contratar la suscripción trianual y así se obtiene una máquina remachadora textil con tecnología de punta con un arrendamiento de \$2,500 mensuales durante tres años, incluyendo capacitaciones, actualizaciones y mantenimiento preventivo.

El propósito principal fue el diseñar la máquina virtual de remachado textil, para ello se cumplieron los objetivos, comenzando con tener un diseño virtual en un programa de CAD para posteriormente analizar su movimiento en simulación, se desarrolló su control para manejar los movimientos a como se es deseado; esto para evitar los desperdicios al realizar prototipos de la forma tradicional con el método de prueba y error, el siguiente paso a realizar ya con la máquina virtual y observando que se obtuvo un comportamiento deseado es el imprimir en 3D las piezas mecánicas diseñadas para hacer el prototipo físico, por último, es crear, diseñar e implementar el control del prototipo físico al igual que el prototipo virtual, con la diferencia de pretender usar microcontroladores para reducir costos en materia prima y logré ser un producto rentable para los usuarios.

## Agradecimientos

Se agradece la disponibilidad de los docentes de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato por el apoyo al proyecto, disponibilidad para resolución de dudas, asesoramiento sobre el diseño, delegaciones para aprender a usar el control y la proyección para la realización y culminación de la primera etapa del proyecto.

- Dr. Fuentes Hernández Carlos Alberto
- MC. Ortega Alejos Julio
- MC. Estrada Rojo Leonel

## Referencias

- Avance Imagina Crea Innova. (n.d.). Retrieved from <https://www.avanceytec.com.mx/equipos/ojilla-dora-neumatica-vd-403/>
- Celaya, T. d. (s.f.). Programación. Obtenido de Recuperado de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6DfJE2biMj0J:www.iqcelaya.itc.mx/~vicente/Programacion/Lenguajes.doc+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=mx>



Díaz, S. G. (s.f.). Diseño y control en tiempo real de un brazo de robot mediante una interfaz virtual. Obtenido de Recuperado de [https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Tecnologia\\_e\\_innovacion/vol3num9/Revista\\_Tecnologia\\_e\\_Innovacion\\_V3\\_N9\\_16\\_6.pdf](https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Tecnologia_e_innovacion/vol3num9/Revista_Tecnologia_e_Innovacion_V3_N9_16_6.pdf)

INEGI. (s.f.). Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>

Instrumentation, N. (Segundo Trimestre de 2009). La Evolución de LabVIEW: Decadas de Desarrollo. Obtenido de Recuperado de <https://docplayer.es/5723878-Instrumentation-la-evolucion-de-labview-decadas-de-desarrollo-pagina-3-newsletter-ni-com.es.html>

Instruments, N. (s.f.). Entorno NI LabVIEW. Obtenido de Recuperado de <http://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/environment.htm>

Instruments, N. (s.f.). Juegos de herramientas NI LabVIEW. Obtenido de Recuperado de <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/10447>

Instruments, N. (s.f.). Modulo LabVIEW SoftMotion. Obtenido de Recuperado de <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/14234>

Introducción a la programación. (s.f.). Obtenido de Recuperado de <http://dis.unal.edu.co/~programacion/book/modulo1.pdf>

Lajara Vizcaino, J. R. (2007). LabVIEW Entorno Gráfico de Programación. ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, S.A.

LEEMACO. (n.d.). Retrieved from <http://leemaco.com/categorias/estoperol-y-pedreria/productos/maquina-de-chaton-rivet>

Rojas, L. O. (s.f.). Diseño asistido por computador. Recuperado de [https://lsi.ugr.es/~cad/teoria/Tema1/RESUMEN\\_TEMA1.PDF](https://lsi.ugr.es/~cad/teoria/Tema1/RESUMEN_TEMA1.PDF).

SOLIDBI. (s.f.). Obtenido de Recuperado de <https://solid-bi.es/solidworks/>

Warren J. Luzadder, J. M. (2000). Fundamentos de Dibujo en Ingeniería.

## Desarrollo de un sistema de información para la eficiente gestión de sustancias químicas con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015

### Development of an information system for an efficient management of chemical substances based on the Official Mexican Norm NOM-018-STPS-2015

ARCIGA-PEDRAZA, Raquel†\*, COLIN-ALCANTAR, Elmer, JUAREZ-SANTIAGO, Brenda y LIZARDI-MIRANDA, Edson Jair

*Universidad Tecnológica de San Juan Del Río*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Raquel, Arciga-Pedraza* / **ORC ID:** 0000-0003-1163-4693, Thomson -G-3359-2019

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Elmer, Colin-Alcantar* / **ORC ID:** 0000-0003-3397-0671, Thomson -G-2522-2019

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Brenda, Juarez-Santiago* / **ORC ID:** 0000-0001-9071-9343, Thomson -F-7396-2017

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Edson Jair, Lizardi-Miranda* / **ORC ID:** 0000-0002-2095-6515, Thomson -G-1156-2019

**DOI:** 10.35429/JIE.2019.9.3.10.17

Recibido 01 de Agosto, 2019, Aceptado, 13 de Septiembre, 2019

#### Resumen

Las Tecnologías de la Información hoy en día son esenciales en el desarrollo de nuestra vida cotidiana. Han sido reflejadas en varias actividades y sirven para integrar diversos campos de la ciencia. Tomando esto en cuenta, el equipo de desarrollo logró identificar que en la división de Química de la Universidad Tecnológica de San Juan del Río se tenía la necesidad de contar de una plataforma web para realizar la consulta de las sustancias químicas que se encuentren en almacén. Además de proveer una herramienta para la implementación de la norma oficial mexicana NOM-018-STPS-2015 la cual tiene como propósito la identificación de peligros y riesgos de sustancias químicas peligrosas por medio de pictogramas. Las etapas del desarrollo de software se implementaron en base a XP (Xtreme Programming), ya que es una metodología ágil que permite priorizarlas de acuerdo a los requerimientos del cliente, utilizando los lenguajes de programación PHP 7, MySQL y HTML 5. El resultado obtenido fue un Sistema web con los módulos de consulta e información de sustancias químicas, que fue utilizado por estudiantes de Ingeniería de Química, los cuales evaluaron mediante una encuesta, logrando un resultado de 75% de satisfacción.

**Sistema Web, NOM-018-STPS-2015, Pictogramas**

#### Abstract

The technologies of the information nowadays are essential in the development of our daily life. They have been reflected in various activities and serve the purpose of integrating various branches of science. Having this in mind, the development team achieved to identify that in the division of chemistry at the technological university of San Juan del Rio, there was the necessity to have a web platform to consult the substances that are in storage. And also provide a tool for the implementation of the official Mexican norm NOM-018-STPS-2015 which has the purpose of identifying the dangers and risks of dangerous chemical substances through the use of pictograms. The software development stages were implemented using XP (Xtreme Programming) being that it's an agile methodology and it allows to prioritize tasks according to the client's requirements, using the programming languages PHP 7, MySQL and HTML 5. The acquired result was a web system with the modules of queries, substances information, which was used by students of chemistry engineering who evaluated the platform via a survey, and accomplished a 75% of satisfaction.

**Web Platform, NOM-018-STPS-2015, Pictograms**

**Citación:** ARCIGA-PEDRAZA, Raquel, COLIN-ALCANTAR, Elmer, JUAREZ-SANTIAGO, Brenda y LIZARDI-MIRANDA, Edson Jair. Desarrollo de un sistema de información para la eficiente gestión de sustancias químicas con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015. Revista de Ingeniería Industrial. 2019 3-9: 10-17

\* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: raicigap@utsjr.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

La Integración de conocimientos de diversos campos es primordial para trascender. Con ello, se puede lograr llegar a un público más extenso además de tener un producto más completo. Dentro de la Universidad Tecnológica de San Juan del Río (UTSJR) se cuenta con varios campos de la ciencia en desarrollo. En pocas ocasiones se logra integrar a las diferentes especialidades para realizar un solo proyecto que cuente con los conocimientos adquiridos en las diferentes especialidades. Esto es una gran desventaja ya que se debe de tomar en cuenta que para tener un producto realmente completo se necesita de una reunión de diversas especialidades con sus respectivos conocimientos técnicos de su área.

Teniendo eso en cuenta un grupo de profesionales de la División de Química y la División de Tecnologías de la Información y Comunicación colaboraron para resolver un problema emergente del cambio de norma de seguridad para el manejo de sustancias químicas con la ayuda de las tecnologías. Es una problemática que exige atención pronta, dado que el laboratorio de química debe de optar por las mejores prácticas de seguridad por lo que se debe de trabajar con las normas de seguridad vigentes. Previamente se utilizaba la NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo (DOF, 2015). Pero ahora con la entrada en vigor de la nueva norma de seguridad NOM-018-STPS-2015, sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo (DOF, 2015), se necesitan herramientas eficaces para realizar el cambio en ámbitos donde se manejan sustancias químicas.

Para comprender mejor el problema, el equipo de desarrollo se vio en la necesidad de acudir con un experto del área de química que estuviera dispuesto a proveer ayuda con los temas técnicos, así como con las especificaciones necesarias para crear un programa con altos niveles de calidad. Cuando por fin se logró tener un puente de comunicación exitoso entre las dos partes involucradas, acordaron las necesidades específicas que el programa a desarrollar necesitaría satisfacer; al igual que una explicación extensiva del problema.

De forma de conocer ampliamente los procesos que se necesitarían automatizar dentro de la plataforma, el equipo de desarrollo creyó indispensable observar y analizar cómo es que el proceso se realiza paso a paso. Para que de esa forma hasta los mínimos detalles fueran reflejados en el programa a desarrollar, o de la misma manera se podría observar modos más efectivos de realizar las actividades. Además del especialista en la materia, se recopilaron todas las partes involucradas. Una parte esencial que el equipo no había tomado en cuenta, fueron los encargados de almacén de química en la UTSJR.

Ellos tienen la tarea de organizar todas las sustancias necesarias para realizar las prácticas dentro de los laboratorios de química por estudiantes. Aunque no está dentro del alcance del proyecto trabajar con el almacén, los encargados son de gran ayuda en cuanto a la orientación sobre la clasificación de las sustancias químicas, aspecto bastante importante en el proceso de análisis de la página web; Se denomina páginas Web a documentos que contienen elementos multimedia (Imágenes, texto, audio, vídeo, etc.) Además de enlaces de hipertexto. (UPM, 2000)

Se optó por un desarrollo web; diseño web se ocupa de la experiencia de Usuario. Determina los objetivos del proyecto y las necesidades de los usuarios. Define la arquitectura web, el número de páginas y bloques de contenido de los que dispondrá el sitio ( Hassan, Fernández , & Ghzala, 2004); dado su portabilidad, accesibilidad, actualización inmediata. Este último fue el factor que provocó mayor impacto, porque es una necesidad esencial que hará que su contenido pueda ser continuamente actualizado y por lo tanto siempre se encontrará actualizado. Para hacer el desarrollo se utilizarán variadas herramientas de Frontend, se enfoca en el usuario, en todo con lo que podemos interactuar y lo que vemos mientras navegamos (Benites, 2017). Y Backend, enfocado en hacer que todo lo que está detrás de un sitio web funcione correctamente, toma los datos, los procesa y los envía al usuario, además de encargarse de las consultas o peticiones a la Base de Datos, la conexión con el servidor, entre otras tareas que debe realizar en su día a día (Benites, 2017); Asimismo, se tendrán que ocupar metodologías de programación y manejadores de base de datos para complementar el Frontend.

Añadiendo a la funcionalidad de la página se requiere usar Servidores web para que de esa forma se pueda tener acceso al recurso desde cualquier dispositivo con acceso a internet. Internet es una red integrada por miles de redes y computadoras Interconectadas en todo el mundo mediante cables y señales de telecomunicaciones, que utilizan una tecnología común para la transferencia de datos (Andrada, 2010).

Aún que existen herramientas similares la mayoría de ellas son de paga. Además de eso la búsqueda de la información es bastante complejo, en algunas solo muestran la hoja de datos de la sustancia. La ventaja que ofrece la página web Solución.es, es ser gratuita dado que la pagina está alojada en un servidor gratuito, se comprende que puede tener sus desventajas, pero beneficia mucho más que sea una herramienta de licencia gratuita. Otra ventaja que la hace destacar por mucho es el que brinda información relevante sobre las sustancias de forma más rápida a métodos convencionales de búsqueda como lo pueden ser por medio de un navegador cualquiera. El equipo de desarrollo infiere que con una página como Solución.es los usuarios pueden aumentar su tiempo de consulta considerablemente.

### Clasificación de sustancias químicas

Es posible clasificarlas a través de diversas categorías como son las siguientes:

**Clase 1 Explosivos:** Son sustancias sólidas o líquidas, o mezclas de ellas, que por sí mismas son capaces de reaccionar químicamente produciendo gases a tales temperaturas, presiones y velocidades que pueden ocasionar daños graves en los alrededores.

**Clase 2 Gases:** Son sustancias que se encuentran totalmente en estado gaseoso a 20°C y una presión estándar de 101.3 KPa. Existen gases:

- Comprimidos, que se encuentran totalmente en estado gaseoso al ser empacados o envasados para el transporte, a 20°C.
- Licuados, que se encuentran parcialmente en estado líquido al ser empacados o envasados para el transporte a 20°C.

**Clase 3 Líquidos inflamables:** Son líquidos o mezclas de ellos, que pueden contener sólidos en suspensión o solución, y que liberan vapores inflamables por debajo de 60°C (punto de inflamación).

**Clase 4 Sólidos inflamables:** Son sólidos o sustancias que, por su inestabilidad térmica, o alta reactividad, ofrecen peligro de incendio.

**Clase 5 Sustancias comburentes y peróxidos orgánicos:**

- División 5.1: Sustancias comburentes: generalmente contienen o liberan oxígeno y causan la combustión de otros materiales o contribuyen a ella.
- División 5.2: Peróxidos orgánicos. Sustancias de naturaleza orgánica que contienen estructuras bivalentes -O-O-, que generalmente son inestables y pueden favorecer una descomposición explosiva, quemarse rápidamente, ser sensibles al impacto o la fricción o ser altamente reactivas con otras sustancias.

**Clase 6 Sustancias tóxicas e infecciosas:** El riesgo de estas sustancias se relaciona directamente con los efectos adversos que generan en la salud humana.

**Clase 7 Material radiactivo:** Son materiales que contienen radionúclidos y su peligrosidad depende de la cantidad de radiación que genere, así como la clase de descomposición atómica que sufra.

**Clase 8 Sustancias corrosivas:** Corrosiva es cualquier sustancia que, por su acción química, puede causar daño severo o destrucción a toda superficie con la que entre en contacto incluyendo la piel, los tejidos, metales, textiles, etc.

**Clase 9 Sustancias y objetos peligrosos varios:** Sustancias no cubiertas dentro de las otras clases pero que ofrecen riesgo, incluyendo, por ejemplo, material modificado genéticamente, sustancias que se transportan a temperatura elevada y sustancias peligrosas para el ambiente, no aplicable a otras clases. (MARTINEZ, 2019)

## Metodología

El proceso de desarrollo se lleva a cabo siguiendo las mejoras prácticas de la metodología XP, Extreme Programming (XP) surge como una nueva manera de encarar proyectos de software, proponiendo una metodología basada esencialmente en la simplicidad y agilidad (Joskowicz, 2008).

### Fase de la Programación Extrema

La Programación Extrema consta de 4 fases, las cuales son:

#### 1. Planeación

El proyecto comienza recopilando las historias de usuarios, las que constituyen a los tradicionales casos de uso. Una vez obtenidas estas historias de usuarios, los programadores evalúan rápidamente el tiempo de desarrollo de cada una.

Los Conceptos básicos de la planificación son:

#### Las Historias de Usuario

Las cuales son descritas por el cliente, en su propio lenguaje, como descripciones cortas de lo que el sistema debe realizar.

#### El Plan de Entregas (Release Plan)

Establece que las historias de usuarios serán agrupadas para conformar una entrega y el orden de las mismas

#### Plan de Iteraciones (Iteration Plan)

Las historias de usuarios seleccionadas para cada entrega son desarrolladas y probadas en un ciclo de iteración, de acuerdo al orden preestablecido.

#### Reuniones Diarias de Seguimiento (Stand-Up Meeting)

El objetivo es mantener la comunicación entre el equipo y compartir problemas y soluciones.

#### 2. Diseño

Los conceptos más importantes de diseño en esta metodología son los siguientes:

## Simplicidad

XP propone implementar el diseño más simple posible que funcione.

### Soluciones “Spike”

Cuando aparecen problemas técnicos, o cuando es difícil de estimar el tiempo para implementar una historia de usuario, pueden utilizarse pequeños programas de prueba (llamados “Spike”), para explorar diferentes soluciones.

### Recodificación (“Refactoring”)

Las metodologías de XP sugieren re codificar cada vez que sea necesario.

### Metáforas

XP sugiere utilizar este concepto como una manera sencilla de explicar el propósito del proyecto, así como guiar la estructura del mismo.

#### 3. Codificación

##### Disponibilidad del cliente

Uno de los requerimientos de XP es tener al cliente disponible durante todo el proyecto. No solamente como apoyo a los desarrolladores, sino formando parte del grupo.

##### Uso de Estándares

XP promueve la programación basada en estándares, de manera que sea fácilmente entendible por todo el equipo, y que facilite la recodificación.

##### Programación Dirigida por las Pruebas (“Test-Driven Programming”)

En las metodologías tradicionales, la fase de pruebas, incluyendo la definición de los test, es usualmente realizada sobre el final del proyecto, o el final del desarrollo de cada módulo.

##### Integraciones Permanentes

Todos los desarrolladores necesitan trabajar siempre con la “última versión”.

### Programación en Pares

XP propone que se desarrolle en pares de programadores, ambos trabajando juntos en un mismo ordenador. Si bien parece que ésta práctica duplica el tiempo asignado al proyecto.

### Propiedad Colectiva del Código

En un proyecto XP, todo el equipo puede contribuir con nuevas ideas que apliquen a cualquier parte del proyecto.

### Ritmo Sostenido

El concepto que se desea establecer con esta práctica es planificar el trabajo de forma a mantener un ritmo constante y razonable, sin sobrecargar al equipo.

## 4. Pruebas

### Pruebas Unitarias

Todos los módulos deben de pasar las pruebas unitarias antes de ser liberados o publicados. Por otra parte, como se mencionó anteriormente, las pruebas deben ser definidas antes de realizar el código (“Test-Driven Programming”).

### Detección y Corrección de Errores

Cuando se encuentra un error (“Bug”), éste debe ser corregido inmediatamente, y se deben tener precauciones para que errores similares no vuelvan a ocurrir.

### Pruebas de Aceptación

Son creadas en base a las historias de usuarios, en cada ciclo de la iteración del desarrollo. El Cliente debe especificar uno o diversos escenarios para comprobar que una historia de usuario ha sido correctamente implementada.

La principal razón que llevo al equipo de desarrollo a elegir dicha metodología es su enfoque en los requisitos del cliente. De nada serviría desarrollar sin retroalimentación continua del cliente, dado que al final de cuentas esos requisitos emergentes llegan a entorpecer la terminación de los proyectos.

Con el fin de modelar la base de datos para su comprensión se usará la herramienta de diagrama entidad relación.

El modelo entidad relación (E/R) proporciona una herramienta para representar información del mundo real a nivel conceptual (Gaona, 2004). De la misma forma se ocupó un diccionario de datos, El diccionario de datos es el lugar donde se deposita información sobre todos los datos que forman las bases de datos. (Martín & Martín, 2007). Tiene el fin específico de ayudar a tener una base de datos correctamente ordenada y estructurada.

## Desarrollo

### Prototipo

El almacén de la División de Química de la UTSJR, no cuenta con un sistema donde pueda categorizar las sustancias con los pictogramas correspondientes a la misma. Por eso se optó realizar un sistema web para la consulta de las sustancias en base a la norma oficial mexicana NOM-018-STPS-2015 y así los alumnos de la UTSJR puedan consultar la información de la sustancia que él alumno haya solicitado. El proceso del sistema web se realiza como lo indica el siguiente diagrama de caso-usuario (Figura 1).

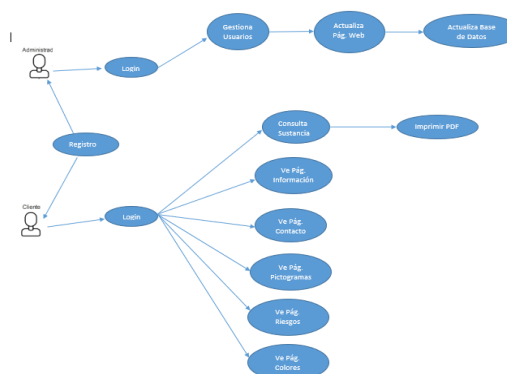


Figura 1 Diagrama caso de uso

En el sistema web cuenta con dos niveles de usuario, el Administrador y Alumno, cada usuario, tendrá acceso al sistema web por medio de un correo electrónico y una contraseña (Figura 2).



Figura 2 Login del sistema web

En dado caso en que el alumno no se encuentre registrado en el Login existe una opción llamada “crear cuenta nueva” en donde se le enviara a la siguiente pantalla (Figura 3).

**Darse de Alta**

Nombre

Fecha

Correo

Título

**Figura 3** Dar de alta a usuario (alumno)

En el nivel de usuario (Alumno) el sistema web tiene un menú principal de forma circular que al momento de dar click en “Menú” abre con un efecto abanico y el alumno puede ingresar a cualquiera de las opciones que brinda el “Menú”. También se encuentra la opción de “Salir” para que el usuario pueda cerrar sesión. (Figura 5)



**Figura 4** Menú principal

INFORMACIÓN, aquí es donde se encuentra datos sobre la Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015, que es la base del sistema web (Figura 5).



**Figura 5** Información

La opción de PICTOGRAMAS, se realizó para tener un mayor conocimiento sobre los pictogramas y sea más sencillo la búsqueda de las sustancias. (Figura 6)



**Figura 6** Pictogramas

En la opción de CONTACTO, el alumno podrá reportar al equipo de desarrollo, dudas, sugerencias y fallas en el sistema y el equipo de desarrollo se pondrá en contacto con el alumno vía correo electrónico. (Figura 7)



**Figura 7** Contacto

En la opción de CONSULTAS, es donde el alumno puede buscar la sustancia con su pictograma correspondiente, para ello se solicita que seleccione el tipo de sustancias ya sea líquido o sólido y le aparecerán las sustancias depende su tipo (Figura 8).

### Elige la sustancia

Tipo de sustancia

sólidos

**Figura 8** Consulta de sustancias

En el nivel de Administrador el sistema tiene otro tipo de menú en el cual nos arroja tres opciones las cuales son, dar de alta, bajas y modificar a los usuarios (Alumnos) para tener un mejor manejo de los mismos usuarios. (Figura 9).





Figura 9 Menú administrador – usuarios

En el menú de administrador, también nos arrojará tres opciones las cuales son dar de alta, baja y actualizar una sustancia, esto con base a la norma que hemos estado trabajando (Figura 10).

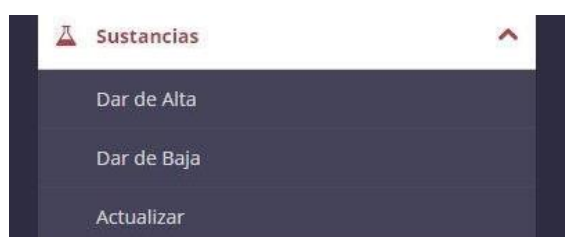


Figura 10 Menú administrador – sustancias

En la opción de MI INFORMACIÓN, nos permitirá ver nuestros datos como usuario del sistema web. (Figura 11).



Figura 11 Mi información

En la opción de OTRAS OPCIONES podremos encontrar enlaces para enviarnos a hojas de seguridad de sustancias y al Moodle de la Universidad Tecnológica de San Juan del Río. También en esta pestaña encontramos la opción para salir del modo de administrador (Figura 13).

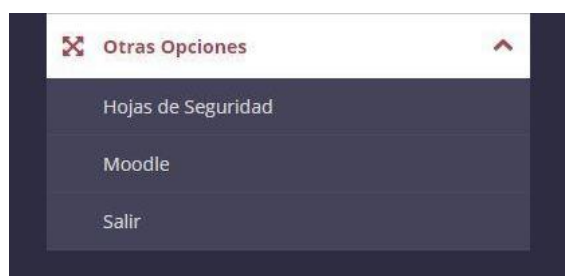


Figura 12 Otras opciones

## Normalización de base de datos

El proceso de normalización de base de datos consiste en designar y aplicar una serie de reglas a las relaciones obtenidas tras el modelo entidad-relación.

Las bases de datos relacionales se normalizan para:

- Evitar la redundancia de datos
- Disminuir problemas de actualización de los datos en las tablas.
- Proteger la integridad de los datos.

Para que las tablas de nuestro BD estén normalizadas deben cumplir las siguientes reglas:

- Cada tabla debe tener su nombre único
- No puede haber dos filas iguales
- No se permiten los duplicados
- Todos los datos en una columna deben de ser del mismo tipo

De la misma forma para percibir una representación de la base de datos en forma visual más fácil de entender para los futuros administradores de la plataforma, se documenta un diagrama entidad-relación. Dentro de él se representan las diferentes tablas, así como la forma en que se relacionan entre sí mismas (Figura 13).

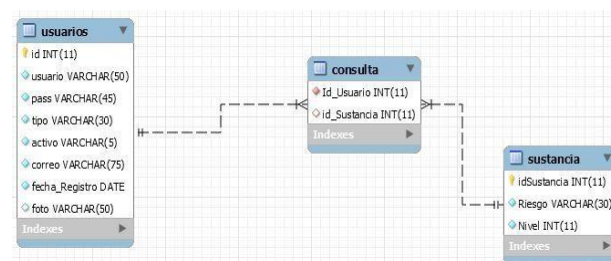


Figura 13 modelo entidad-relación

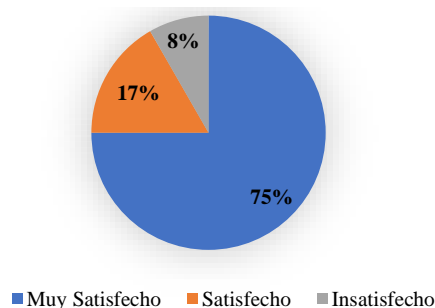
## Resultados

El equipo de desarrollo con la finalidad de medir la satisfacción de los usuarios finales, utilizo la herramienta de encuestas de satisfacción en un grupo de 36 personas, incluyendo alumnos y docentes de la Universidad Tecnológica de San Juan del Río, los datos que obtuvieron fueron los siguientes: (Figura 14)

- 75% “Muy satisfechos”
- 16.7% “Satisfechos”
- 8.3% “Insatisfechos”



Los alumnos y maestros de la UTSJR demostraron que están muy satisfechos con el funcionamiento del sistema web y la aceptación del mismo.



**Figura 14** Resultados de satisfacción

### Conclusión

El desarrollo de la página web Solucion.es basándonos en los resultados de la encuesta realizada tuvo un impacto bastante positivo en el público al cual estaba orientada. Sobre todo, los usuarios se sintieron satisfechos con los diferentes aspectos dentro de ella. Eso no quiere decir que no se tengan algunos factores en los que se puedan mejorar, un factor que fue dado a saber, fue la portabilidad, sería más conveniente que se pudiera acceder desde una terminal móvil. Aunque si es posible llegar a usar la página desde algún dispositivo móvil, no está totalmente adecuada para el uso en móvil. Lo ideal sería desarrollar una aplicación hermana con el mismo concepto incluso con algunas mejoras. La insatisfacción en mayor parte el equipo de desarrollo llegó a la conclusión que de debió a la incompatibilidad de los navegadores, algunos navegadores no cuentan con la total compatibilidad de algunos componentes que se implementaron en el desarrollo. Otra mejora en ese ámbito sería hacer un desarrollo con componentes más austero, aunque eso implique que la página no sea tan dinámica.

En cuanto a las enseñanzas para el equipo de desarrollo hubo bastantes y en diferentes ramos. Desde la organización y la planeación de las actividades por realizar. Se denotó la importancia de ocupar herramientas para llevar un control digital, es más accesible y mucho más fácil de navegar a través de ellos. Otro aspecto con el cual se pretende mejorar es el uso de componentes compatibles en la mayoría de plataformas disponibles en la actualidad. Lo anterior se puede lograr realizando etapas de testing más detalladas y con más escenarios de prueba.

El sistema web permite la integración de información sobre sustancias químicas de laboratorios de la UTSJR y contribuye en el manejo de la información, con ello se puede incitar a nuevas propuestas de optimación en diversos campos. Aun hoy en día hay infinidad de posibilidades de perfeccionar el manejo de datos en diversos campos. En fin, esta etapa fue tan solo un importante escalón a la meta de la innovación continua.

### Referencias

Hassan, Y., Fernández, F. M., & Ghzala, I. (Febrero de 2004). Diseño Web Centrado en el Usuario. Obtenido de Usabilidad y Arquitectura de la Información: <http://www.hipertext.net>

Andrada, A. M. (2010). Nuevas tecnologías de la información y la comunicación NTICX (Vol. 39). Andrada, A. M. (2010). Maipue., Bs. As., Argentina: Maipue. Obtenido de <http://www.maipue.com.ar/indice/texto/Nuevas%20tecnologias%20de%20la%20informacion%20y%20la%20comunicacion%20-%20NTICX.pdf>

Benites, A. G. (2017). devcode. Obtenido de <https://devcode.la/blog/frontend-y-backend/DOF>. (11 de Octubre de 2015). Diario Oficial de la Federación. Recuperado el 10 de 12 de 2018, de <http://prevencionar.com.mx/2015/10/11/noticia-de-ultima-hora-se-publica-la-nom-018-stps-2015-adios-al-rombo-de-seguridad/>

Gaona, A. L. (2004). Ciencias.Unam. Obtenido de <http://hp.fciencias.unam.mx/~alg/bd/er.pdf>

Joskowicz, J. (02 de Febrero de 2008). Obtenido de <https://iie.fing.edu.uy/~josej/docs/XP%20-%20Jose%20Joskowicz.pdf>

Martín, A. R., & Martín, M. R. (2007). Operaciones con bases de datos ofimáticas y corporativas. Editorial Paraninfo.

UPM. (2000). Universidad Politecnica de Madrid. Recuperado el 20 de 01 de 2019, de Edificación: <http://www.edificacion.upm.es/informatica/documentos/www.pdf>

Martínez, A., & Johanna, Y. (2019). Elaboración del plan de contingencias para el transporte terrestre de sustancias químicas de la empresa Chemicals & Services SAS.

## Diseño de un sistema de inventario computarizado para la rastreabilidad de partes reutilizables

### Design of a computed inventory system for the traceability of reusable parts

ACOSTA-HERNANDEZ, Daniel†\*, DE LA RIVA-RODRIGUEZ, Jorge, WOOCAY-PRIETO, Arturo y REYES-MARTÍNEZ, Rosa María

*Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez*

ID 1er Autor: *Daniel, Acosta-Hernandez* / **ORC ID:** 0000-0001-6680-8000, **CVU CONACYT ID:** 963834

ID 1er Coautor: *Jorge, De La Riva-Rodriguez* / **ORC ID:** 0000-0001-8402-0065, **CVU CONACYT ID:** 214030

ID 2do Coautor: *Arturo, Woocay-Prieto* / **ORC ID:** 0000-0001-9235-0494, **CVU CONACYT ID:** 163516

ID 3er Coautor: *Rosa María, Reyes-Martínez* / **ORC ID:** 0000-0002-6433-8129, **CVU CONACYT ID:** 240644

**DOI:** 10.35429/JIE.2019.9.3.18.25

Recibido 02 de Julio, 2019, Aceptado, 30 de Agosto, 2019

#### Resumen

Este artículo presenta el diseño de un sistema computarizado para la rastreabilidad y reutilización de piezas, donde impacta en la reducción de costos de manufactura, contribuyendo a la disminución del consumo de recursos naturales. Los componentes a reutilizar son recuperados de un equipo completo usado, partiendo de un listado de todas sus partes. El sistema facilita la rastreabilidad de los componentes que se requieren recuperar, reduciendo el tiempo de localización y suministrando de piezas a las áreas de producción. Además, evita la saturación en el área de almacén de piezas que no son requeridas. Este sistema contara con datos en tiempo real y conciso sobre las entradas y salidas de materia prima, agilizando su recepción de los equipos, realizándose la captura del inventario de entrada. Como resultado propiciará mejorar la planificación de la producción, incrementando los índices de recuperación de los componentes requeridos, aprovechando al máximo el área de almacenamiento, disminuyendo tiempos de desembarque de los equipos. Además, permitirá un mejor costeo de entradas y salidas de la empresa. Por otra parte, el costo de desarrollo del software fue mínimo, y podría impactar de forma considerable, en las utilidades de la industria, ecología y la economía donde se implemente.

#### Inventario, Reciclaje, Planeacion

#### Abstract

This article presents the design of a computerized system for the traceability and reuse of pieces, where it impacts on the reduction of manufacturing costs, contributing to the decrease in the consumption of natural resources. The components to be reused are recovered from a complete used equipment, starting from a list of all its parts. The system facilitates the traceability of the components that need to be recovered, reducing the time of location and supplying parts to the production areas. In addition, it avoids the saturation in the warehouse area of parts that are not required. This system will have data in real time and concise on the inputs and outputs of raw material, speeding up the reception of equipment, making the capture of input inventory. As a result, it will lead to better production planning, increasing the recovery rates of the required components, making the most of the storage area, decreasing equipment unloading times. In addition, it will allow a better costing of inputs and outputs of the company. On the other hand, the software development cost was minimal, and could have a considerable impact on the profits of the industry, ecology and the economy where it is implemented.

#### Inventory, Recycle, Planning

**Citación:** ACOSTA-HERNANDEZ, Daniel, DE LA RIVA-RODRIGUEZ, Jorge, WOOCAY-PRIETO, Arturo y REYES-MARTÍNEZ, Rosa María. Diseño de un sistema de inventario computarizado para la rastreabilidad de partes reutilizables. *Revista de Ingeniería Industrial*. 2019 3-9: 18-25

\* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: 9@yahoo.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

A medida que las industrias aumentan la demanda de productos, estas generan en sus mayoría daños al medio ambiente algunos de ellos irreversibles, por lo que se desarrolló una disciplina llamada Reciclaje, en donde se practican tres sencillos pasos: reutilizar, reciclar y recuperar (Berenguer, 2006), al llevar a cabo esto se ayuda al cuidado del medio ambiente, evitando la sobreexplotación de recursos naturales y sobre todo en el aspecto administrativo de compras en las empresas. La reducción en las compras de piezas, es lo que más impacta en la reducción de residuos, debido a que solo se compran las piezas que se necesiten y en la cantidad correcta evitando la generación de productos no requeridos. Esto ayuda considerablemente disminuir la extracción de materiales y su transformación (Abdul-Rahman, 2014). Algunas empresas optan por la reutilización de piezas debido a que algunas partes resultan ser más económicas o forman parte de sus políticas ecológicas. Esta práctica ecológica es una responsabilidad de las empresas (Wen Kam, 2016). La reutilización de piezas como política de reciclaje o de reducción de costos debe ser administrado a través de un software o sistema de inventarios para agilizar las entradas y salidas de existencias, además, se mantiene a salvo la información en caso de desastre natural o incendio. Siendo que estos registros se tienen de manera manual estos pudiesen ser dañados e irre recuperables al momento de su pérdida. (Opeyemi, 2013).

La gestión del inventario cubre la planificación y control de inventarios, en donde las prioridades determinan que materiales se requieren y cuando son necesarios para cubrir la demanda del cliente, siendo la parte más esencial de las empresas para el cumplimiento de la producción. (Hong-Mo, 2018). Con un sistema confiable de inventarios se optimiza la reutilización de las partes, el cual identifique la cantidad y el tipo de parte que requiera el cliente o producción y con ello aumentar el índice de recuperación y como consecuencia las ventas. Si se conoce las partes que componen cada equipo es más fácil planificar la producción debido a que se conoce con veracidad, si existe o no la pieza recuperada. Con lo cual se realizara el suministro de piezas en las diferentes áreas de manera controlada y facilitando la medición y desempeño de la empresa. (Kumar, 2013).

Uno de los sistemas de inventario más conocido, es la Planeación de Requerimiento de Materiales (MRP), en donde este considera el control y la planeación de la producción. Con este sistema se logrará reaccionar de manera adecuada a los cambios generados por la demanda del producto, es decir ajustar al mismo tiempo el pronóstico y actividades como por ejemplo, los puntos de abastecimiento, los tamaño de lotes, los tiempos de entrega y los cambios en los inventarios (Reyes, 2011). Sin embargo, es un sistema general de inventarios y no está muy accesible para reutilización de los componentes de equipos específicos ya que cada uno estos se presentan con características diferentes. Además, las empresas requieren una considerable cantidad de información estructurada y eficiente para desempeñar las sus funciones de los distintos departamentos Fleitas (2013).

En la empresa estudiada, los equipos se reciben en plataformas, el registro y control de materiales se realizaba manualmente, lo que perjudicaba a los departamentos de producción y recepción de materiales (equipos ensamblados) debido a la falta de información de los componentes recuperados de cada uno de los equipos registrados en el inventario, afectando directamente a producción por no conocer cuántos componentes se disponían, lo que ocasionaba una respuesta lenta a las demandas del cliente. El proceso que se tenía era demasiado deficiente para conocer con rapidez y exactitud los equipos recibidos registrados en el inventario, ya que se realizaba a través de lápiz y papel, por consecuencia su captura era lento y con alto índice de error, al momento de registrar los equipos que contenían las plataformas. Las plataformas que se registraron en el año 2017 fueron un total de 52 dando un total de 2,362 bombas, 557 motores y 1,293 protectores sumando un total de 4,212 teniendo como promedio por plataforma de 81 equipos por descarga a inventariar tal y como se muestra en la siguiente tabla 1.

Descripción	Cantidad recibida 2017
Bombas	2.362
Motor	557
Protector	1.293
Total	4.212
Plataformas	52

**Tabla 1** Equipos Recibidos en Enero-Dic. 2017

Fuente: Fabricaciones SAGE

Para mejorar el control de inventario se desarrolló un software, en Visual Basic el cual facilita el manejo de bases de datos. Se diseñó un software sencillo de manipular, ya que permite la interacción de los datos con distintas aplicaciones de información como por ejemplos en los formatos de Word, Excel, PowerPoint y Access (Kremer, 2010). La estructura de la base de datos para este sistema descrito en este artículo consiste: lugar de procedencia de los equipos, placas de la plataforma, tipo de equipo a inventariar conforme al número de parte de equipo y la lista de componentes del equipo, para así obtener una pronta respuesta al cliente o a las líneas de producción.

El Visual Basic nos genera un archivo ejecutable que puede ser corrido en cualquier computadora libre de errores de programación (Luna, 2011). Con una estructura de programación de Visual Basic para Aplicaciones (VBA). Para el manejo de bases de datos se utilizó el Microsoft Office Access. Además, se utilizó el comando de tablas para la interacción de los datos entre sí, para la importación de datos de Excel al VBA, para el desarrollo e impresión de los diferentes reportes o visualización en la pantalla o la exportación de datos a otro programa (Support Office, 2017), entre otras herramientas que ofrece el software (VBA) de programación como lo son: consultas, Macros, Módulos y palabras reservadas para la programación.

Para la captura y manejo de los datos y el control del inventario, se realizó a través de pantallas amigables, con la finalidad de mantener actualizada las cantidades y detalles de los componentes recuperados. Lográndose con esto mantener en el almacén solo los componentes que requiere el cliente y respaldar las operaciones de producción (Porrás, 2008).

También se realizó un análisis del hardware disponible para su aplicación e implementación, dicha comparación fue entre un computador de escritorio y una computadora portátil. Una vez definido tanto el software como hardware se especificó como se realizaría la interacción de los datos.

Se optó por utilizar la conexión Red para la operación del sistema lo que da flexibilidad en su operación y utilización (Assets, 2017).

Con este sistema de inventario se logró la reducción del tiempo de la captura de información de la recepción de materiales y lo cual aumento la capacidad de plataformas descargadas de los equipos a inventariar y un mejor aprovechamiento de cada metro cuadrado de almacenamiento y otros gastos directos e indirectos implicados en la manufactura (Salas, 2014). Por otra parte se aplicaron las técnicas de Estudio del Trabajo lográndose reducir los costos e incrementando la productividad y se diseñó una herramienta para el pronóstico de tiempo para la descarga de los equipos. El estudio del trabajo fue esencial para el establecimiento de procesos y para la coordinación de la producción. (Akansel, 2017).

### **Objetivo**

Estructurar e implementar un sistema computacional para el control, localización y asignación de espacio a piezas reutilizables, asegurando los requerimientos de producción de acuerdo a la demanda de órdenes de compra, con la finalidad de reducir el tiempo de entrega de las piezas al departamento de piso.

### **Metodología**

La preparación de dicha investigación fue realizada de la siguiente manera:

Se analizó la recepción de materia prima de cómo se realizaba antes del nuevo sistema de inventario, se presencié la descarga y registro de una plataforma con equipo a inventariar, el registro de la información era en formatos de papel y llenado con lápiz, asignándosele a cada equipo completo un número de control interno para su pronta localización, el cual este se componía de tres partes, donde en su primera posición es el número de entrada de equipo partiendo de 1 hasta  $n$ -numero, en segunda posición es la letra del mes en que este se registró siendo la primera letra, para los meses de con mismas iniciales se utilizó uno diferente para evitar confundirlo con otro mes, como por ejemplo en el mes de Mayo se utilizó la letra "Y", para Julio la letra "L", en Agosto "G" y por último en el mes de Octubre la letra "C" siendo este mes posible de confundir con un cero por ello la decisión de cambiar su estructura en esta segunda posición. En la última posición es el tipo de equipo y es asignado con la primera letra, donde solo se tienen tres tipos de equipo donde son "B" Bombas, "P" de Protector y "M" de Motor.

Se analizó el flujo de producción y su número de control para la localización, se determinaron los datos esenciales para el manejo y captura de información del sistema siendo la: procedencia de la carga o plataforma, fecha de llegada, placas de plataforma, número de plataformas, número de ensamble del equipo, número de serie y por último las condiciones del mismo, para la facilitación y búsqueda de componente en el sistema. Con la información anterior se procedió a la estructuración de las cinco bases de datos

### Diseño del Menú Principal

Se realizó un análisis de las necesidades de información de las áreas involucradas en el control de inventarios, las cuales pudieron ser agrupadas en cinco apartados referentes a la materia prima que son: recepción, inventario, componentes posibles a fabricar, salida, y catálogo de materia prima. Se diseñó una pantalla que contiene cinco botones que dan acceso a los cinco rubros mencionados anteriormente (Fig. 1). Los cuales se pueden activar de acuerdo a las necesidades de la empresa y cada botón están protegido con un control de accesos donde solo el personal autorizado puede realizar modificaciones o registros en sus secciones de almacén para proteger la información.



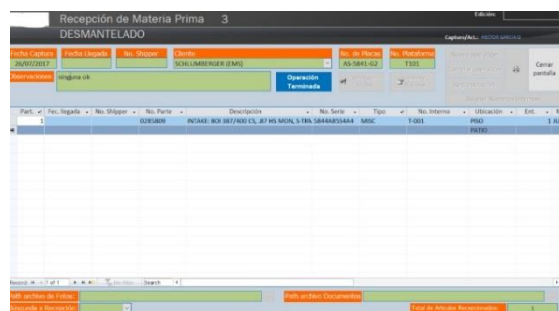
**Figura 1** Secciones del Sistema

A continuación, se describirán los cinco rubros que componen la pantalla principal:

#### 1. Recepción de Materia Prima

Esta sección se utiliza para registrar el equipo completo que contiene una plataforma y los datos capturados son: procedencia de carga (Plataforma), fecha de llegada, placas de plataforma, número de plataformas, número de ensamble del equipo, número de serie del equipo, condiciones del equipo y número interno.

Esta pantalla tiene la capacidad de adjuntar archivos o imágenes del equipo requeridos por el cliente en la parte inferior con nombre “Path archivo de fotos” y “Path archivo Documentos” ver Figura (Fig. 2).



**Figura 2** Recepción de Materia Prima  
 Fuente: Elaboración Propia

#### 2. Inventario de materia prima

En esta sección del sistema es requerido para la visualización de lo que se tiene en existencia en almacén de equipos completos para la recuperación de partes, en donde en ella se puede realizar una búsqueda por número de ensamble del equipo, tipo de equipo, número interno, fecha de llegada o en su defecto algún componente en específico (Fig. 3).



**Figura 3** Inventario Disponible en Patio  
 Fuente: Elaboración Propia

#### 3. Componentes Posibles a Fabricar

En esta sección del sistema es el concentrado total de las partes contenidas en los equipos completos, que pudieran ser recuperadas y utilizadas en la planeación de producción de acuerdo con las necesidades del cliente. La pantalla facilita la búsqueda de la pieza que se quiere localizar, arrojando el plano para verificar si el componente cumple con las especificaciones del cliente (Fig.4).



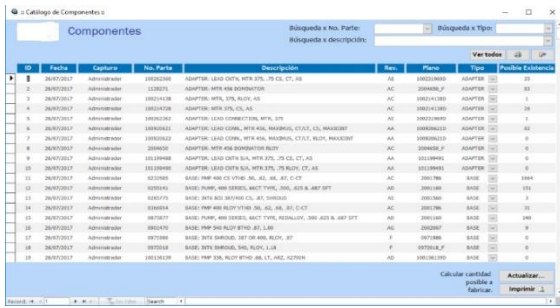


Figura 4 Componentes posibles a fabricar  
Fuente: Elaboración Propia



Figura 6 Catálogo de Materia Prima  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4. Salida de Materia Prima

La dinámica de esta sección es similar a la recepción de materia prima solo que en esta se maneja la salida del material antes registrado, dicha actividad es realizada por el supervisor de producción de desmantelado, cuando se genera una orden de compra por un o algunos componentes, los equipos son desmantelados con la finalidad de recuperar los componentes deseados. Al finalizar el proceso se requiere remover su estatus de disponibilidad en el almacén, siendo esta una actividad importante para evitar problemas al momento de realizar la planeación de la producción (Fig.5).

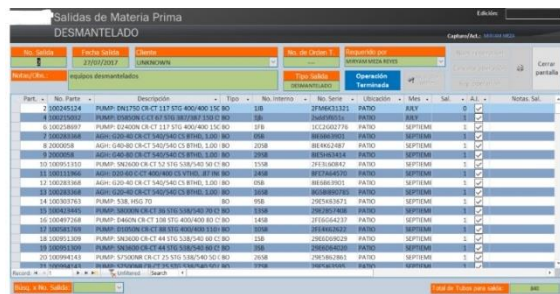


Figura 5 Salida de Materia Prima  
Fuente: Elaboración Propia

#### 5. Catálogo de Materia Prima

Esta sección del sistema es una de las más fundamentales e importantes, ya que contiene el listado de todos los posibles equipos completos y sus componentes que pudiera ser requerido por el cliente. Antes de dar de alta un equipo en la recepción de materia prima contar con toda la información mencionada anteriormente. Este catálogo debe ser controlado y administrado de manera cuidadosa, ya que de ser modificado sin autorización ocasionaría problemas a la hora de realizar la captura de recepción del equipo o a la planeación de producción. En esta sección se encuentra el número de ensamble con cada una de las partes internas que lo componen (Fig.6).

#### Reportes

Como en todas las empresas la disminución de tiempos en actividades industriales son importantes pero estas deben estar sustentadas por información válida para su aprobación de los distintos departamentos de la empresa. Para la obtención de reportes de producción o de los equipos en cada una de las pantallas de este sistema computarizado pueden exportarse en distintos formatos para la manipulación externa del mismo, siendo posible su envío de datos a clientes y operar dichos datos a otros formatos: PDF, Excel, archivo de texto, Word RTF, Access, XML y HTML.

#### Herramienta para el pronóstico de tiempo para la realización del inventario

El cálculo de la determinación del pronóstico del tiempo de descarga de una plataforma e inventariarla fue realizado con herramientas del Estudio del trabajo lo cual permite determinar el tiempo estándar requerido para cada una de las actividades del proceso para el inventariar y registrar, y así pronosticar el tiempo de descarga según la cantidad de equipo que contenga la plataforma. Se realizó una tabla para la determinación del tiempo de descarga de las plataformas que arriban a la empresa no siempre contiene la misma cantidad de equipo teniendo variaciones constantes (Tabla 2).

Tabla de Pronóstico de Tiempo de Descarga de Plataforma Frontal			
No.	Descripción de la Actividad	Tiempo Estándar	Tiempo Estándar Total
1	Notificación del arribo de la plataforma a la empresa. Encargado del área de recepción al supervisor encargado.	11.8 min	11.8 min
2	Toma de decisión para la descarga de la plataforma.	5.59 min	5.59 min
3	Condiciones de retorno de la plataforma	2.69 min	2.69 min
4	Acomodo de motores	1.38 min	45
5	Acomodo de protectores	1.34 min	23
6	Acomodo de bombas	1.37 min	21
7	Entrega de plataforma y documentación	20.08 min	20.08 min
Total		89	161.9 min
		Equipos descargados	2.698 Hr
		Tiempo promedio de Descarga	

Tabla 2 Pronóstico de Tiempo de Descarga de Plataforma Frontal

#### Resultados

Beneficios generados del control implementado (Sistema de control nuevo).

ACOSTA-HERNANDEZ, Daniel, DE LA RIVA-RODRIGUEZ, Jorge, WOOCAY-PRieto, Arturo y REYES-MARTÍNEZ, Rosa María. Diseño de un sistema de inventario computarizado para la rastreabilidad de partes reutilizables. Revista de Ingeniería Industrial. 2019 3-9: 18

El nuevo proceso, en el aspecto de los gastos administrativos se eliminó a un ingeniero supervisor (costo semanal de \$5,000) y se le dio la responsabilidad a un operario calificado (líder de área de recepción de materiales, con costo de \$2,500 semanales) siendo sus funciones la captura o alimentación de los datos de los equipos al sistema, y como se redujo en un 50% el tiempo en realizar estas actividades se le asignaron otras actividades en el departamento de recepción de materiales de reciente creación.

En la reducción de personal se optó por capacitar al operador (montacargistas) para realizar el acomodo del material en patio, para el flujo de las líneas de desmantelado y así quitar por completo el personal (líder de área de Desmantelado, costo semanal de \$2,000) dedicado a estas tareas anteriormente, haciendo una reducción monetaria del 100% del costo implicado a la operación, siendo este un ahorro de \$2,000 pesos semanales, teniendo en si un ahorro monetario de \$4,500 semanales ( $\$5,000 + \$2,000 = \$7,000 - \$2,500 = \$4,500$ ).

En el aspecto de la localización de las partes, antes se tomaba mucho tiempo, debido a que se desmantelaba bajo la experiencia del supervisor, suponiendo que la parte que pedían se encontraba en cierto equipo por prueba y error, ocasionando tener ocupando espacio en almacén de piezas sin órdenes de compra o requeridas por producción, además de no tener la seguridad de contar con la pieza al momento que la empresa le comunica al cliente la existencia de la misma, para que el cliente genere la orden de compra a la empresa. Con el nuevo sistema de inventario se puede verificar si realmente se tiene esa pieza, con la seguridad de surtir la orden del cliente. El tiempo de inventariado de descarga se redujo en un 45% siendo este un tiempo promedio de 3 horas menos al anterior proceso de descarga siendo este de 7 horas (disposición de plataforma) debido a las actividades que se mejoraron por el control implementado. Esto permite conocer más rápido que se tiene disponible para recuperar, y aunado a esto se aumentó la capacidad de plataformas recibidas de una o dos (sistema viejo) a 4 o 5 (sistema nuevo, comparación de plataformas y sistemas con cantidades de equipo iguales).

Además se eliminaron los papeles o formato de inventario, el cual era llenado manualmente, y este se cambió por la captura a través de una tableta electrónica la cual es un 85% más confiable, ya que con este sistema se está eliminado la diversidad de letras y número la cual era confuso al momento de capturar y sobre todo la posible pérdida de documentos del inventario, creando la confusión entre el departamento y el cliente, cuando se aseguraba haber enviado un cierto equipo y no concordaba con el inventariado por uno o varios dígitos.

Este con el desarrollo de esta investigación, la cual se generó una herramienta de gran apoyo para la toma de decisiones de producción y pronóstico de ventas para el tiempo que se quiera obtener, tal y como se obtuvo en la tabla de pronóstico de tiempo estándar para la descarga de plataformas, de la cual es una herramienta que se desarrolló con la finalidad de obtener agilizado el área pudiendo aplicar y desarrollar el recurso más importante para las empresas el cual es el tiempo, y con dicha tabla se pronostica la tarea a desempeñar y así la disminución de costos de espera de material para la empresa como plataformas con cargas.

En cuestiones monetarias, para la gerencia se redujeron los costos de operación ya que como anteriormente se mencionó, se requería de un ingeniero para dicha operación pero con esto se logró eliminar el costo y se agilizó la rapidez en conocer algún componente en específico, y con estos datos se realiza la comparación de lo que vendió (ventas al clientes) con respecto al costo de la plataforma y en su defecto la generación de reportes de las plataformas recibidas por mes o semana llevando en si un control de ellos a través de éste sistema. Dichas ventajas y resultados anteriormente descritos, con este sistema desarrollado, se obtiene el pronóstico del tiempo requerido para tener la carga lista para su proceso (material disponible para desmantelar y recuperar) así como también los equipos que llegaron como sus componentes disponibles para su manufactura, y así obtener respuestas concretas hacia las demandas de los clientes, siendo el sistema una herramienta de planificación de la producción como de respuesta hacia el cliente trabajando con lo demandado y evitar espacios ocupados con piezas sin órdenes de compra previstas.

Con la utilización del sistema se tuvo un registro de 7,571 equipos en el periodo Enero-Diciembre del 2018 con un total de 5,227 bombas, 1,087 motores y por último en protectores de 1,257 y teniendo como registro de 105 plataformas para los equipos (2018), en comparación del 2017 (52 plataformas) como se muestra en la tabla 3 teniendo como aumento en su capacidad a la hora de recepción de los equipos. Anteriormente se llevaba un registro de estos datos en Excel provocando inconvenientes cuando el archivo se corrompía ocasionando problemas en la contabilidad de equipo comprado para producción.

Descripción	Cantidad recibida 2017	Cantidad recibida 2018
Bombas	2.362	5.227
Motor	557	1.087
Protector	1.293	1.257
Total	4.212	7.471
Plataformas	32	105

**Tabla 3** Equipos Recibidos en Enero- Dic. 2017 y Enero-Dic. 2018

Uno de las aportaciones adicionales del sistema es la información que la proporciona en tiempo real y confiable para el desarrollo de las actividades administrativas y productivas. Por ejemplo ahora cuenta con información del comportamiento de diferentes departamentos como son; del departamento de ventas (índice de recuperación, respuesta inmediata al cliente), compras (Cantidades de plataformas en el mes), costos de maquinados o recuperación (reducción de costos) y el de producción (capacidad de desmantelado). Lo que permite realizar una planificación más certera acorde a la demanda del cliente. La Tabla 4 presenta un listado de algunos beneficios logrados con el sistema.

Beneficios Obtenidos de la Investigación	
Administrativo	Producción
Control de entradas y salidas de material	Capacidad de desmantelado diario/ semanal
Cantidades de plataformas en el mes	Confiabilidad en la información
Reducción de costos en el departamento	Sistema fácil de utilizar
Respuesta inmediata al cliente	Planificación de la producción
Mayor estructura organizacional	Confiabilidad en almacén
Reducción de tiempo al momento de inventariar	Reportes de materia prima
	Listado de componentes posibles a recuperar
Visualización de ganancias con respecto a los efectos del sistema en el índice de recuperación, y sobre todo el cuidado del medio ambiente por la reutilización de piezas.	

**Tabla 4** Beneficios Obtenidos de la Investigación  
*Fuente: Fabricaciones SAGE*

Estos beneficios antes mencionados fueron a partir de la implementación del sistema, ya que aumentaron las ventas debido al incremento en el índice de recuperación, por lo que impactó en las satisfacciones del cliente entregándose a tiempo las demandas requeridas, se tiene mayor control de lo inventariado. Por otra parte, las líneas de producción se tiene trabajando solo con los productos que son demandados o que tiene una orden de compra y en el almacén la disminución de piezas que no tienen orden de compra, teniendo en si una mejoras en las áreas con una mayor limpieza y orden, aunado a eso y lo más importante en las investigación es la aportación que se realiza al medio ambiente por la práctica del reciclaje de piezas.

**Agradecimiento**

A la empresa Fabricaciones SAGE, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez y al departamento de Posgrado del mismo Tecnológico mencionado se le agradece por el apoyo, disponibilidad y confianza en la realización de este proyecto de investigación de impacto ecológico y económico para la empresa.

**Conclusión**

Al momento de realizar la investigación se detallaron y discutieron las necesidades y beneficios que se esperaban del sistema, lográndose el impacto esperado en paralelo se desarrolló otro módulo de control para una área crítica de producción “Flechas” ya que debido al aumento de producción demanda por el cliente las necesidades de control fue creciendo para el mayor y mejor manejo de información en los almacenes de materia prima tal como se muestra en Figura 7.

Con el desarrollo de las tablas (Tabla 2 Pronóstico de Tiempo de Descarga de Plataforma Frontal) se obtuvieron beneficios de los cuales ayudaron al departamento de planeación y logística para la realización de maniobra y disponibilidad de las plataformas.



**Figura 7** Modulo Nuevo (Flechas) de Inventario a partir de las Bases de Desmantelado  
*Fuente: Elaboración Propia*

Y en el aspecto ecológico, este tipo de investigación es importante llevar a cabo su réplica para las distintas ramas industriales, con la finalidad de la reducción de contaminantes al medio ambiente ayudando en si a mantener el ecosistema en equilibrio por la reutilización de piezas re-manufacturadas, siendo siempre este un objetivo de toda empresa “cuidar del medio ambiente”.

**Sugerencias de Investigación**

Para otras investigaciones se pudiera adicionar información adicional, como agregar el valor de cada equipo), lo que ayudaría a tener una contabilidad más detallada, por ejemplo el tipo de maquinaria y/o herramientas que se requieren, consumibles, tiempos, costos directos e indirectos y para el área de manufactura, planos y hojas de inspección, u otra información que se requiera para la extracción piezas.



Con dicha investigación antes presentada se pueden aplicar en otras áreas donde se pueda y se requiera llevar un control de inventarios añadiéndole el rubro de calidad para cada componente obtenido o posible a recuperar agregando los documentos de control de calidad tales como hojas de inspección, control y actualización de planos. En producción se puede establecer los máximos y mínimos del tipo de herramientas y equipo requerido para el re trabajo de las piezas y contar con la materia prima que genere la mayor ganancia a la empresa o evitar paros de producción por la carencia de algún componente.

### Referencias

- Salas, 2014. GASTOS INDIRECTOS DE PRODUCCION Disponible en: <https://www.uv.mx/personal/alsalas/files/2014/09/GASTOS-INDIRECTOS-DE-PRODUCCION.pdf> [Consultado el 10 de Diciembre de 2018].
- Fahzy Abdul-Rahman, 2014. REDUCE, REUSE, RECYCLE: ALTERNATIVES FOR WASTE MANAGEMENT. Guide-314 New México State University.. Cooperative Extension Service, College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences
- Hui Wen Kam, 2016. A review of commercial waste recycling policy in Malaysia. Department of Building Surveying, Faculty of Built Environment, University of Malaysia. International Journal of Environment and Sustainable Development 15(4):
- Abisoye Opeyemi, At all, 2013. Design of a Computerized Inventory Management System for Supermarkets. Federal University of Technology, Department of Computer Science, Minna, Niger State, Nigeria. International Journal of Science and Research (IJSR) 2(9):2319-7064
- Prasanta Kumar Dey, At all, 2013. Green supply chain performance measurement using the analytic hierarchy process: a comparative analysis of manufacturing organisations. Aston Business School, Aston University, Birmingham Production Planning and Control 25(9): I-I
- Mehmet Akansel, At all, 2017. Determination of Standard Times for Process Improvement: A Case Study. , Uludag University, Department of Industrial Engineering, Bursa 16059. Global Journal of Business, Economics and Management: Current Issues Volume 00, Issue 0, (2017) 000-000
- Michael Kremer. (2010). Database Automation Using VBA UC Berkeley Extension. Sitio web: [www.ucb-access.org](http://www.ucb-access.org); [access@ucb-access.org](mailto:access@ucb-access.org)
- Berenguer M, et al. (2006). EL RECICLAJE, LA INDUSTRIA DEL FUTURO. ISSN: 1027-2887
- Denny Hong Mo Yeh, 2018. Inventory Management MGT2405, University of Toronto, Denny Hong-Mo Yeh
- Dr. Primitivo Reyes Aguilar (2011). Planeación de requerimientos de materiales (MRP). Enero 2011 Ciudad de México. Sitio web: [www.icicm.com/files/MRP.doc](http://www.icicm.com/files/MRP.doc)
- Paula Fleitas. (2013). Access 2013 Guía Práctica para el Usuario. Buenos Aires: Fox Andina; Dalaga: Manuales USERS. ISBN: 978-987-1949-17-5
- RootStock Cloud ERP. (2018). Cloud ERP Software for Manufacturing, Distribution & Supply Chain. Abril 2017, de RootStock Cloud ERP Sitio web: <https://www.rootstock.com/>
- Eric Porras, Rommert Dekker. (2008). An inventory control system for spare parts at a refinery: An empirical comparison of different re-order point methods. En European Journal of Operational Research (101-132). ScienceDirect: Elsevier.
- Fernando O. Luna. (2011). Visual Basic Guía Definitiva del Programador. Buenos Aires: Fox Andina; Dalaga: Manuales Users ISBN: 978-987-1773-57-2.
- Support Office. (2010). Database basics. Junio 2017, de Microsoft Sitio web: <https://support.office.com/en-us/article/database-basics-a849ac16-07c7-4a31-9948-3c8c94a7c204#top>.
- Rene Ríos, José R. Fermin. (2009). Traffic Analysis of a University local Network. Revista Electrónica de Estudios Telemáticos, 8, 13. ISSN: 1856-4194

## Diseño e implementación de un plan de mantenimiento, basado en la metodología TPM, en planta productora de alimento balanceado para ganado bovino

### Design and implementation of a maintenance plan, based on the TPM methodology, in a balanced food production plant for bovine cattle

HUMARÁN-SARMIENTO, Viridiana †\*, PARRA-TELLEZ, Freddy Eduardo y CASTRO-LEAL, Wilfrido

*Instituto Tecnológico Superior de Guasave, División de Ingeniería Industrial*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Viridiana, Humarán- Sarmiento* /ORC ID: 0000-0003-0071-9181, CVU CONACYT ID: 240153

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Freddy Eduardo, Parra- Téllez* /ORC ID: 0000-0002-1716-6301

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Wilfrido, Castro-Leal* / ORC ID: 0000-0002-6434-8722

DOI: 10.35429/IIE.2019.9.3.26.35

Recibido 02 de Agosto, 2019, Aceptado, 14 de Septiembre, 2019

#### Resumen

El caso de estudio presentado en esta investigación, aborda el análisis de la administración actual del mantenimiento de la maquinaria y equipo utilizada en la planta de mezclado de alimento balanceado para ganado bovino de una empresa privada de la región norte de Sinaloa, con la finalidad de diseñar e implementar una metodología eficiente para mejorar los paros no programados por las fallas recurrentes. Dentro de las actividades aplicadas, se realizó un ruteo de la maquinaria y equipos para diagnosticar el estado en que se encontraban, se aplicó la metodología 5's en el área de almacén y bodega para poder mantener el orden, limpieza y clasificación de herramientas, materiales y repuestos. Se diseñaron los formatos y bitácoras como un plan de mantenimiento integral, validándolo para efectuar los controles por varias semanas para comparar el diagnóstico inicial con los resultados finales. Se obtuvo un aumento de la productividad ya que disminuyeron los mantenimientos correctivos, disminuyendo tiempos muertos y desarrollando un compromiso con el personal manteniendo las áreas ordenadas, clasificadas y limpias.

**Mantenimiento Productivo Total, Plan de Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo**

#### Abstract

The case study presented in this investigation, addresses the analysis of the current management of the maintenance of the machinery and equipment used in the balanced feed mixing plant for cattle of a private company in the northern region of Sinaloa, with the purpose of design and implement an efficient methodology to improve unscheduled stoppages due to recurring failures. Within the applied activities, a routing of the machinery and equipment was carried out to diagnose the state in which they were, the 5's methodology was applied in the warehouse and cellar area to be able to maintain the order, cleaning and classification of tools, materials and spare parts. The formats and logs were designed as an integral maintenance plan, validating it to carry out the controls for several weeks to compare the initial diagnosis with the final results. An increase in productivity was obtained as corrective maintenance decreased, reducing downtime and developing a commitment with the staff, keeping the areas tidy, classified and clean.

**Total Productive Maintenance, Preventive Maintenance Plan, Corrective Maintenance**

**Citación:** HUMARÁN-SARMIENTO, Viridiana, PARRA-TELLEZ, Freddy Eduardo y CASTRO-LEAL, Wilfrido. Diseño e implementación de un plan de mantenimiento, basado en la metodología TPM, en planta productora de alimento balanceado para ganado bovino. Revista de Ingeniería Industrial. 2019 3-9: 26-35

\* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: viridianahumaranitsg@gmail.com)

† Investigadora contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Desde el principio de la humanidad hasta los siglos XVII y XVIII la prevención y mantenimiento que se le realizaban a las máquinas no tuvo un gran desarrollo debido a la menor importancia que tenían éstas con respecto a la mano de obra, por lo tanto el mantenimiento que se daba en esa época era de conservación correctiva. Sólo se arreglaba la máquina cuando presentaba paros o fallas y no se pensaba en el servicio que ésta suministraba. (Lopez, 2009)

El Mantenimiento Productivo Total es **una metodología de mejora** que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas (López, 2017).

En el presente artículo se presenta el desarrollo de una investigación aplicada en el periodo de junio del 2018 a junio del 2019. La cuál se realizó por una vinculación entre el Instituto Tecnológico Superior de Guasave y la empresa Ganadera Rubio's S.P R.L de C.V., como parte de un proyecto integral para la mejora de los procesos de mezclado y distribución de alimento para ganado bovino, una de las problemáticas que se detectaron fue la falta de un plan de mantenimiento, y paros no programados de la producción por averías en la maquinaria.

La empresa recurría a mantenimientos correctivos que eran lentos y a veces no se resolvían de manera inmediata lo que generaba disminución de la productividad diaria y afectación a la calidad y rendimiento del producto final, en este caso la engorda y salud del ganado.

Se designó al personal para el seguimiento del proyecto, y se programaron las actividades para el lograr el objetivo general de diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo, con el enfoque metodológico de mantenimiento productivo total (TPM), el cual hace énfasis en el cambio de cultura organizacional, desde la dirección general de la empresa y todos los procesos involucrados para el aseguramiento de la calidad, contribuyendo con esta investigación la aplicación de metodologías de Ingeniería a la solución de problemáticas reales en el sector productivo.

Fue un proceso largo y difícil sobre todo por la actitud y hábitos de trabajo muy arraigados en la organización, sin embargo se avanzó mucho en el diagnóstico, diseño y seguimiento de bitácoras, planes y manuales propuestos y validados para retroalimentación de los controles establecidos, para la mejora de los mismos.

## Estado del arte

La implementación de un plan de Mantenimiento Total de la producción es de gran ayuda, ya que con este se reducen costos de reparación de la maquinaria que se somete a dicho plan (Sacristán, 2018). Con este contexto, se mencionara una revisión de otros autores, que han llevado a cabo estudios similares.

Guachisaca Carlos y Salazar Martha en su tesis *“Implementación de 5's como una metodología de mejora en una Empresa de elaboración de pinturas”* en el 2009, encontraron en dicha empresa como principal problemática la acumulación de materiales innecesarios tanto como producto en proceso, desperdicios e insumos, desperdicio en la búsqueda de material de envase y de herramientas, largos tiempos de preparación, limpieza y poco trabajo en equipo. Para ello se implementaron la metodología 5's dentro de las dos áreas más críticas del proceso de elaboración de pinturas, con un estudio realizado con el fin de lograr un ambiente de trabajo productivo, seguro y confortable. Posteriormente se obtuvieron resultados muy favorables que por consiguiente realizaron un VSM propuesto en cada una de las áreas para medir y evaluar las mejoras logradas tanto en el área de producción como en bodega de material de empaque, mediante la comparación de indicadores de medición antes y después de la implementación de la metodología 5's. (Guachisaca & Salazar, 2009).

Montoya Iván y Parra Carlos en su trabajo de grado *“Implementación del Total Productive Management (TPM) como tecnología de gestión para el desarrollo de los procesos de maqui avícola”* en Agosto de 2010, desarrollaron un plan de implementación de dicha metodología en una empresa del sector avícola colombiano conocida como MAQUIAVICOLA LTDA.

Esta implementación tiene por objetivo optimizar la ejecución de los procesos productivos que se desarrollan dentro de la empresa con el fin de incrementar su productividad.

A partir de la descripción de los conceptos y herramientas que contempla esta filosofía, se diseña un plan de implementación que va a permitir aplicar este modelo al desarrollo de los procesos diarios de la empresa, contribuyendo a la mejora de indicadores de gestión. (Montoya & Parra, 2010)

Mansilla Natalia en su informe *“Aplicación de la metodología de mantenimiento productivo total (TPM) para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una industria nacional”* en Marzo de 2011, realizó un estudio para implementar la metodología paso 5 TPM en Industria de Alimentos Arcor - Dos en Uno, donde se fundamentó en la inspección de los procesos con el propósito de lograr una estandarización y la disminución pérdidas en la fabricación de chicle en dos líneas de producción llamadas línea 1 chicle sin azúcar y línea 2 chicle con azúcar.

Luego de la implementación de paso 5 y la estandarización del proceso, se demostró que se logró reducir la cantidad de defectos de calidad como productos no conformes (línea 1: 57 % y línea 2: 82 %); disminuir las paradas de equipos por fallos de proceso, tales como el número total de fallos de proceso (línea 1: 54 % y línea 2: 2%), número de fallos de proceso del departamento calidad (línea 1: 68 % y línea 2: 45 %) y la variación de medida, principal causa de los fallos (línea 1: 13 % y línea 2: 27 %). También se redujo los impactos ambientales mediante el uso racional de recursos: el scrap disminuyó un 27 % en la línea 1 y un 13 % en la línea 2; reproceso disminuyó un 48 % en la línea 1 y un 100 % en la línea 2. Además se evitaron los accidentes laborales. (Mansilla, 2011).

Marin Juan y Martínez Rafael en su artículo *“Barreras y facilitadores de la implantación del TPM”* en Julio de 2012, pretenden aproximarse a esa dificultad y aportar un análisis que permita avanzar en su conocimiento. Estos autores se dan cuenta de que las empresas modernas precisan ser competitivas para sobrevivir.

Esta necesidad es especialmente importante en momentos de crisis económica e incertidumbre, donde las empresas requieren de flexibilidad para garantizar su rentabilidad, a través de ajustes en su estructura organizacional y productiva. Para conseguir aumentar la competitividad, muchas compañías se plantean estrategias como el TPM para la obtención de mejoras tangibles e intangibles en la organización que les ayuden a afrontar las dificultades del negocio. Obteniendo como resultados de la implementación del TPM un impacto positivo que su desarrollo tiene en las organizaciones y su amplia utilización en grandes corporaciones, así como la dificultad que presenta la implantación de su modelo de desarrollo. Su aportación principal son las causas que originan esta dificultad y cómo éstas influyen en la consecución de los objetivos de cada paso del modelo de implantación. (Marín & Martínez, 2012)

Mendoza José Luis en su trabajo de investigación de *“Revisión sistemática en plan de mantenimiento preventivo”*, hace referencia al beneficio del hombre y su progreso, concerniente al desarrollo de estrategias de prevención de riesgos, implementando sistemas de prevención en la maquinaria utilizadas en distintas áreas de las empresas, de manera paralela a la mejora continua, para minimizar riesgos a través de un plan de mantenimiento preventivo actualizado y de acuerdo a las normas ISOS en calidad y medio ambiente. (Mendoza, 2018).

Rojas Enciso William, en su trabajo de investigación titulado *“Mantenimiento autónomo para mejorar la calidad de servicio en el área de operaciones de la empresa J & S ingenieros consultores E.I.R.L – 2018”*, Utiliza herramientas como el diagrama de Ishikawa, midiendo cuantitativamente las razones asociadas a las 6M (mano de obra y métodos 31%, y maquinaria, material y medio ambiente con un 13% cada uno). Además aplico la metodología del mantenimiento autónomo en la línea de conversión de rollos de la empresa papelera, reduciendo considerablemente los días perdidos en producción y las toneladas de producción del 2017 al 2018 respectivamente, además calculó el beneficio económico, de impacto para la empresa, con un tiempo de recuperación de 4 meses después de la implementación del mantenimiento autónomo.

Marrero Hernández, José Alberto et al, en su artículo “*Model diagnostic-maintenance planning and control*” presenta un modelo con enfoque de cadena de valor, con los objetivos de 1. Compilar información sobre la planificación de la gestión del mantenimiento, 2. Integrar en un modelo gráfico las actividades de diagnóstico, planificación y control del mantenimiento como parte de la gestión, y 3. Garantizar la planificación del mantenimiento basado en técnicas multicriterio que permita la mejora de este proceso, integrando herramientas y métodos cuantitativos, para contribuir a la toma de decisiones. Dentro de los beneficios de este modelo se logró aumentar el rendimiento de la empresa y que las ventas crecen 95% más que los costos de operación; aumentando en un 56% el plan de venta con respecto al método actual de planificación. (Marrero, 2019).

Es notable que la implementación del mantenimiento total de la producción ha generado gran impacto en las organizaciones en las empresas que se ha ejecutado, sin embargo como la filosofía de las herramientas “lean manufacturing”, el éxito de las mismas depende del compromiso integral, y de la mejora continua.

### Metodología

El método que se utilizó para el desarrollo del proyecto fue la metodología basada en los pilares de TPM (Mantenimiento Productivo Total), acotada a las necesidades y políticas de la empresa, como las metodologías 5'S, Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF) y entrevistas directas con el personal encargado de mantenimiento.

Como instrumentos y técnicas de medición se utilizaron formatos de tipo cualitativo, y la observación directa en los procesos productivos, hojas de verificación y registros.

A continuación se detallan las actividades realizadas.

**Actividad 1: Análisis y recolección de datos:** Se analizaron los equipos de las instalaciones de la planta a través de un ruteo de los equipos durante algunas semanas para recolectar datos a través de un diagnóstico de los equipos y así poder identificar problemas de los equipos.

**Actividad 2: Implementación de la metodología 5's:** Se implementó la metodología 5's en las áreas de taller para mantener ordenadas y clasificadas las herramientas de trabajo y realizando limpieza de toda el área para mantener una buena imagen; así como también se implementó en el área de almacén de materiales y repuestos para ordenarlos y clasificarlos.

Con esta metodología se ayudara al flujo de entradas y salidas de materiales y repuestos, así como la agilización en reparación de los equipos.

**Actividad 3: Investigación del mantenimiento de los equipos:** Se investigó a fondo los componentes, tipo de mantenimiento que se debe realizar y la frecuencia con la que se debe realizar. También se indago sobre quién debe realizar el mantenimiento, los costos de cada mantenimiento, herramientas que se utilizan a la hora de realizarlo y repuestos y materiales necesarios que se deben utilizar o de los cuales se debe manejar un stock mínimo.

**Actividad 4: Diseño del plan de mantenimiento total de producción:** Se elaboró un plan de mantenimiento preventivo anual de cada uno de los equipos; se enlistaron una serie de actividades a realizar semanal, mensual, trimestral, semestral y anualmente en el cual se especifica la frecuencia con la que se le debe realizar cada mantenimiento.

**Actividad 5: Implementación del plan de mantenimiento:** Después de conocer las necesidades de los equipos de la planta se realizaron mejoras al plan de mantenimiento como lo son incluyendo más actividades a realizar más específicas, seccionando los meses del año por semanas para facilitar la lectura del plan de mantenimiento y así mismo su llenado; también se implementó una bitácora semanal especificando las actividades que se deben realizar frecuentemente a corto plazo y así poder llevar un mejor control de los mantenimientos que se van realizando en el transcurso de la semana.

Se ejecutó implementación del plan durante 8 semanas. Además se realizó un Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF) con dos de las maquinarias o equipo que se obtuvieron con más problemáticas.

Actividad 6: Análisis de los resultados: Se hizo una comparación del diagnóstico inicial con los resultados finales, y se obtuvo una gran diferencia favorable ya que disminuyeron los mantenimientos correctivos, disminuyendo los paros por mantenimientos correctivos y desarrollando un compromiso con el personal manteniendo las áreas ordenadas, clasificadas y limpias.

**Resultados**

**Análisis y recolección de datos**

Se hizo un levantamiento y documentación de la maquinaria, documentando el código, marca, modelo e imagen de cada uno de los equipos, de la planta de mezclado y distribución, dando un total de 20 equipos de análisis. En la tabla 1, se muestra un ejemplo de esta información.

Planta de mezclado				
Maquinaria	Código	Marca	Modelo	Ilustración
Caldera	CAL-PL-03-01	OMEGA CLEAVER BROOKS	CB-200-125	
Roladora	ROL-PL-04-01	FERRELL	ROSS 20X42	
Kuhn	KU-PL-06-01	REEL COMMERCIAL	RC 295 KELIX	
Molino	MOL-PL-08-01	HAYBUSTER	H-1130	
Payloader	PAY-PL-05-01	CATERPILLAR	908K	
Telehandler	TEL-PL-07-01	CATERPILLAR	TL642C	
Silos	SIL-PL-02-01	SUKUN		
Plataforma	PH-PL-01-01			

**Tabla 1** Maquinaria de planta de alimento  
Fuente: Parra, 2018

**Implementación de las 5's**  
**Implementación de la metodología 5's en el taller y planta**

Para la implementación de esta metodología fue necesario iniciar por dar un recorrido por el taller de mantenimiento y planta de alimentos. Como primera actividad se optó por la limpieza del taller tirando basura y desechos que ya no servían y solo hacían estorbo a los trabajadores. Posteriormente se clasificaron garrafones de aceites, mesas de trabajo y los cajones de herramientas por cada trabajador, como el del soldador, el mecánico y eléctrico. También se ordenaron las herramientas de cada trabajador para que a estos se les facilite más el encontrar las herramientas, como algunas llaves ordenadas por numeración. En conjunto con la organización y orden de herramientas y cajones en el taller, se colocó señalización para identificar las distintas cosas como cajones de herramientas con sus respectivos nombre y colores para identificarlos fácilmente. Por último se llevó a cabo una plática para concientizar a los trabajadores de mantener el orden, limpieza y clasificación de sus propias cosas y área de trabajo, creando una buena cultura y respeto entre todos los compañeros de trabajo. (Ver figuras 1 y 2).



**Figura 1** Área de taller antes de la implementación  
Fuente: Parra, 2018



**Figura 2** Área de taller después de la implementación  
Fuente: Parra, 2018



### Implementación de la metodología 5's en bodega y almacén

Se inició por recabar tuercas, tornillos, huasas y empaques que estaban dispersos por el suelo. Posteriormente se clasificaron aretes para ganado por colores y se clasificaron en una sola columna en estantes. (Ver figura 3 y 4).



Figura 3 Área de bodega antes de la implementación Fuente: Parra, 2018



Figura 4 Área de bodega después de la implementación Fuente: Parra, 2018

Se clasificaron piezas de plomería por numeración de medida como tubos y codos de PVC. Se acomodaron y se clasificaron bebederos que estaban en diferentes partes al igual que algunas llantas. Se identificaron cubetas de vitaminas para el alimento del ganado, así como cubetas de aceites, grasas, lubricantes y pinturas. También se colocaron mecates, cables y mangueras en un lugar específico.

### Investigación del mantenimiento de los equipos

Se realizó una investigación de las fichas técnicas de la maquinaria y equipos utilizados en planta de alimento con la finalidad de identificar los tipos de refacciones y tiempos de sustitución preventiva.

Se muestra un ejemplo de la ficha técnica de un Payloader Caterpillar 908k en la figura 5

Specifications		Travel Speeds	
<b>Engine</b>		<b>Travel Speeds</b>	
Engine Model	Cat C3.3B DIT*	Speed 1	10 km/h 6.2 mph
Rated Net Power @ 2,500 rpm		Speed 2	20 km/h 12.4 mph
SAE J1349	51 kW 68 hp	High Speed	35 km/h 21.7 mph
<b>Maximum Gross Power</b>		<b>Hydraulic System</b>	
ISO 14396	55 kW 73 hp	Main Relief - 3rd Aux Flow	235 bar 3,400 psi
SAE J1995	55 kW 74 hp	Standard	85 L/min 22 gal/min
<b>Maximum Net Power</b>		High Flow	130 L/min 34 gal/min
ISO 9249	52 kW 69 hp	Hydraulic Cycle Time	
SAE J1349	51 kW 68 hp	Lift	5.2 seconds
*The Cat C3.3B DIT engine meets U.S. EPA Tier 4 Interim/EU Stage IIIA or U.S. EPA Tier 2/EU Stage II equivalent emission standards.		Lower	3.2 seconds
<b>Weight</b>		Dump	1.3 seconds
Operating Weight	6985 kg 14,032 lb	Rack Back	2.1 seconds
Note: Machine with full fuel tank, ROPS/FOPS cab, 80 kg (176 lb) operator, skid steer loader coupler (SSL) and general purpose bucket (GP).		<b>Service Refill Capacities</b>	
<b>Buckets</b>		Cooling System	17 L 4.5 gal
Bucket Capacities		Fuel Tank	78 L 20.6 gal
ISO Coupler	0.9-1.5 m³	Hydraulic System	70 L 18.5 gal
SSL Style Coupler	1.2-2.0 yd³	Engine Oil	11.2 L 3.0 gal



Figura 5 Ficha técnica Payloader Caterpillar 908k Fuente: Ancajima, 2004

### Diseño del plan de mantenimiento total de producción

Se diseñaron para cada uno de los equipos una hoja en Excel, con las actividades, diarias, semanales y mensuales de acuerdo a la investigación previa de los requerimiento técnicos de los equipos y su buen funcionamiento. Se muestra el ejemplo de la volcadora hidráulica en la tabla 2.

GANADERA RUBIO S S.P.R. DE R.L													
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL													
MAQUINA:	Volcadora Hidraulica	CÓDIGO:	VH-PL-01-01	RESPONSABLE:									
PROCESO:	Guardar maíz	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
ACTIVIDADES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b>DIARIAS</b>													
Limpieza de la plataforma													
Revisar nivel de aceite del tanque													
Limpieza de la unidad hidraulica (tanque y bomba)													
Verificar presion													
Revisar funcionamiento de banda elevadora													
Revisar que no haya fugas en pistones													
Revision visual de apoyos													
<b>SEMANAL</b>													
Revisar canchiones de banda elevadora													
Limpiar tablero electrico													
Revisar estado fisico de tuberias y mangueras													
Engrasar pistones													
Revisar soldaduras													
<b>MENSUAL</b>													
Revisar conexiones en gabinete electrico													
<b>CADA 6 MESES</b>													
Cambiar filtro de retorno													
Repintar lineas de seguridad (amarillo trafico)													

Tabla 2 Propuesta de plan anual de mantenimiento (hoja para volcadora hidráulica Fuente: Parra, 2018

Además de diseño una lista de cotejo, denominada bitácora diaria de mantenimiento preventivo, donde se marca con una ✓ si se lleva a cabo la actividad, de lo contrario marcar con una X, con la finalidad de verificar si se están llevando a cabo los mantenimiento programados. Se muestra un ejemplo para la volcadora hidráulica en la tabla 3.

RUBIO'S GANADERA		GANADERA RUBIO'S S.P.R. DE R.L.						
BITACORA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO								
MAQUINA:	Volcadora Hidraulica	CÓDIGO:	VH-PL-01-01					
PROCESO:	Guardar maíz	RESPONSABLE:						
FECHA: Del _____ al _____		INSTRUCCIONES: Marcar con una (✓) en la casilla correspondiente el día que se realice la actividad o marcar con (X) cuando no se realice.						
ACTIVIDADES	L	M	M	J	V	S	D	OBSERVACIONES
<b>DIARIAS</b>								
Limpiar de la plataforma								
Revisar nivel de aceite del tanque								
Limpiar de la unidad hidraulica (tanque y bomba)								
Verificar presion								
Revisar funcionamiento de banda elevadora								
Revisar que no haya fugas en pistones								
Revision visual de apoyos								
<b>SEMANAL</b>								
Revisar canchiones de banda elevadora								
Limpiar tablero electrico								
Revisar estado fisico de tuberias y mangueras								
Engrasar pistones								
Revisar soldaduras								
<b>MENSUAL</b>								
Revisar conexiones en gabinete electrico								
<b>CADA 6 MESES</b>								
Cambiar filtro de retorno								
Repintar lineas de seguridad (amarillo trafico)								

Nombre y firma del encargado de planta \_\_\_\_\_ Nombre y firma del responsable del equipo \_\_\_\_\_

**Tabla 3** Propuesta de bitácora de mantenimiento (hoja para volcadora hidráulica) Fuente: Parra, 2018

**Implementación del plan de mantenimiento total de producción**

Durante los meses de marzo y abril del 2019, se llevó a cabo la implementación del plan de mantenimiento preventivo de los 20 equipos bajo estudio, marcando con gris las celdas correspondientes a las actividades programadas y realizadas. Se muestran 3 ejemplos en las tablas 4, 5 y 6.

RUBIO'S GANADERA		GANADERA RUBIO'S S.P.R. DE R.L.											
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL													
MAQUINA:	Volcadora Hidraulica	CÓDIGO:	VH-PL-01-01										
PROCESO:	Guardar maíz	RESPONSABLE:											
FECHA: Del _____ al _____		INSTRUCCIONES: Marcar con una (✓) en la casilla correspondiente el día que se realice la actividad o marcar con (X) cuando no se realice.											
ACTIVIDADES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b>DIARIAS</b>													
Limpiar de la plataforma													
Revisar nivel de aceite del tanque													
Limpiar de la unidad hidraulica (tanque y bomba)													
Verificar presion													
Revisar funcionamiento de banda elevadora													
Revisar que no haya fugas en pistones													
Revision visual de apoyos													
<b>SEMANAL</b>													
Revisar canchiones de banda elevadora													
Limpiar tablero electrico													
Revisar estado fisico de tuberias y mangueras													
Engrasar pistones													
Revisar soldaduras													
<b>MENSUAL</b>													
Revisar conexiones en gabinete electrico													
<b>CADA 6 MESES</b>													
Cambiar filtro de retorno													
Repintar lineas de seguridad (amarillo trafico)													

**Tabla 4** Plan de Mantenimiento preventivo anual Volcadora hidráulica Fuente: Parra, 2018






RUBIO'S GANADERA		GANADERA RUBIO'S S.P.R. DE R.L.											
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL													
MAQUINA:	Silos	CÓDIGO:	PH-PL-01-01										
PROCESO:	Guardar maíz	RESPONSABLE:											
FECHA: Del _____ al _____		INSTRUCCIONES: Marcar con una (✓) en la casilla correspondiente el día que se realice la actividad o marcar con (X) cuando no se realice.											
ACTIVIDADES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b>DIARIAS</b>													
Meter 2 hrs de aire													
Revisar la temperatura (32°)													
Revisar la humedad (80°)													
<b>SEMANAL</b>													
Revisar humedad interna con cables termopares													
<b>MENSUAL</b>													
Fumigar y limpiar													
<b>CADA 2 MESES</b>													
Ajustar rastras reversibles													

**Tabla 5** Plan de Mantenimiento preventivo anual Silos Fuente: Parra, 2018

RUBIO'S GANADERA		GANADERA RUBIO'S S.P.R. DE R.L.											
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL													
MAQUINA:	Caldera	CÓDIGO:	CAL-PL-03-01										
PROCESO:	Vaporar maíz	RESPONSABLE:											
FECHA: Del _____ al _____		INSTRUCCIONES: Marcar con una (✓) en la casilla correspondiente el día que se realice la actividad o marcar con (X) cuando no se realice.											
ACTIVIDADES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b>DIARIAS</b>													
Revisar no haya fugas en codos y tuberias													
Revisar las mediciones de los manómetros													
Revisar la eficiencia de la flama													
Revisar funcionamiento y estado fisico de valvulas de paso													
Revisar el estado del tanque de gas													
<b>CADA 6 MESES</b>													
Servicio general por parte de proveedor externo													
<b>ANUAL</b>													
Cambiar tuberias													

**Tabla 6** Plan de Mantenimiento preventivo anual Caldera Fuente: Parra, 2018

En la tabla 7 se muestran los mantenimientos correctivos que se produjeron durante los recorridos de los dos meses y con ello las correcciones realizadas y algunas que no se llegaron a realizarse.

Maquinaria / equipo	Proceso	Observaciones
	Descargar maíz	La unidad de tubos que se encuentra en la descarga se encuentran desoldados Instalar sistema de aire comprimido del compresor para limpiar el área de igual manera para el molino y KUHN (realizado) Uno de los Pistones chico no funciona ( la que detiene llantas de camiones)
	Vaporar maíz	Ocupa mantenimiento (realizado)
	Rolado de maíz	La escalera para subir a revisar la roladora no se encuentra fija lo cual puede causar que el operario se caiga y sufra algún daño. Cambio de rodillos (ya se mandaron a revestir)(realización) Falta compresor (realizado)
	Transporta insumos	1 llanta en mal estado (cambiada)
	Mezcladora de alimento	Limpiar por el interior ya que los gusanos tienen mecates de pacas y causa que se forcé más de lo adecuado (realizado)



	Transporta insumos	Ocupa servicio completo (cambio de aceites en diferenciales, motor e hidráulico, cambio de filtros en general). (Pedir agencia CAT para la realización del servicio) <b>(realizado)</b> El estado de las llantas traseras se encuentran desgastadas pedir al proveedor para que sean cambiadas. <b>(realizado)</b> Bomba de agua se encuentra tirando agua. Fugas de aceite hidráulico. <b>(realizado)</b>
	Moler pacas	La unidad de banda transportadora de pagas se encuentra desnivelada la cual está causando que se desgaste de los lados y se está rompiendo. <b>(realizado)</b> Hacer pedido de machetes del molino para el cambio debido que ya están gastados y no está picando la paga de la manera adecuada y causa que la KUHN se forcé más de lo adecuado y está capando los tornillos de seguridad. <b>(realizado)</b> Falta el pistón que levanta la olla. <b>(realizado)</b>
	Repartinador de alimento	Ocupa servicio de cambio de aceite, filtros de aceite el cual se dice que hace tres semanas se pidieron los filtros para poder hacer cambio de aceite y dijeron que el proveedor no cuenta con los filtros el cual se pide que se cambie o se busque un proveedor que si los tenga. <b>(realizado)</b> El tractor new Holland sencillo las llantas traseras se encuentran desgastadas y causa que se forcé más cuando va hacer su labor de repartir.
	Repartinador de alimento	Baleros de las llantas hacen ruido <b>(ya fueron cambiados)</b>
	Repartinador de alimento	Pila se descarga y no prende el camión adecuada mente. <b>(resuelto)</b> 2 llantas en mal estado Pistones de compuertas de alimentadora se encuentran tirando aceite Crucecita de alimentadora en mal estado <b>(realizado)</b>
	Repartinador de alimento	Cambio de aceite y filtros <b>(realizado)</b> Tractor sencillo se encuentra gastando mucho aceite. Cada tercer días se le tiene que revisar ya que le falta de 2 a 3 litros de aceiten de motor e hidráulico. <b>(realizado)</b>
	Repartinador de alimento	Baleros de llantas hacen ruido <b>(realizado)</b>
	Guardar maíz	Maquina secadora de maíz ocupa mantenimiento completo. Limpieza interior Ventiladores de silos ocupa conectarse a corriente eléctrica.
	Repartinador de alimento	No se encuentran en funcionamiento

**Tabla 7** Mantenimientos correctivos  
Fuente: Castro, 2019

Mediante la observación de las problemáticas que se obtuvieron durante estos dos meses se realizó un Análisis de Modo y Efecto de las fallas (AMEF), siguiendo la metodología de (Gutiérrez, 2009) con dos de las maquinarias o equipo que se obtuvieron con más problemáticas como lo es el camión internacional repartinador y molino de paja.

Nombre de Proceso o Producto:	repartición y molino de paja para la alimentación de ganado bovino	Preparado por:								
Encargado:	RAMON FLORES LOPEZ	FMEA Fecha:								
Pasos Clave del Proceso/ Función del proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	S E V	C R I T	Causas Potenciales	O C U	Controles de Ocurrencia	D E T	N P R	Acciones Recomendadas
Repartidor camión internacional	Fallas en la repartición	No llega el alimento correcto	9		Falta de mantenimiento preventivo	5	Inspección visual	7	35	Revisar niveles de aceite y engrasamiento de cadenas y crucesas.
	Fallas en el motor	Ruidos anormales	9		1-Falta de lubricación 2-Limpieza de filtros	6	Inspección visual o auditiva	7	378	Limpieza de filtros de aire y revisión de ruidos extraños como lo establece en las bitácoras

**Tabla 8** Resultados de (AMEF-1)

Molino de paja	Fallas en los motores	Paros en el proceso de alimentado a ganado	7		1-Falta de aceite 2-Falta de lubricación 3-Lineas de aceite rotas	4	Inspección continua durante el proceso	7	196	Limpieza filtros, revisar niveles de aceites establecidos en las bitácoras
	Moldeo de alimento inadecuado	Fallas en los sistemas	8		1-Falta de filo en los machetes 2-Pacas con humedad	7	Revisión mas continua a machetes	7	392	Dar un tratamiento térmico para que los machetes duren mas y verificar bien la humedad de las pacas

**Tabla 9** Resultados de (AMEF-2)

Como se puede observar en Análisis de Modo y Efecto de las fallas (AMEF) las causas principales es que los operarios no les dan el mantenimiento preventivo adecuado a su maquinaria o equipo que les corresponden, como lo es la limpieza de los filtros o engrasado de baleros o cadenas como lo establecen en las bitácoras correspondiente a cada uno de ellos. Por otra parte como recomendación de Análisis de Modo y Efecto de las fallas (AMEF) se recomienda que al molino de paja a los machetes que estos llevan para el molido se programe un tratamiento térmico para que aumentar su dureza, y no se estén volteando o cambiando rápidamente y también verificar el parámetro de calidad de humedad de las pacas, para que el corte de los machetes no tengan desgaste prematuro. De igual manera si el molino de paja se encuentra con una fuga de aceite reparar rápidamente para que no se encuentre derramando mucho líquido hidráulico y cause que se averíe otras partes del molino a causa de falta de aceite.

Por otra parte, una de las medidas de prevención para que disminuyan los mantenimientos correctivos, fue la entrega de las bitácoras al responsable de planta para la asignación de responsabilidades de equipo y maquinaria a cada trabajador que cuenta en dicha área para que fuesen realizadas por cada uno de ellos.

## Anexos

Se realizó un informe en la planta de alimento respecto a los extintores que se encuentran en la planta de alimento y en el área de mantenimiento y se entregó dicho informe a los responsables de dichas áreas.


	<b>Informe</b>	Código: SH-1
	<b>Seguridad e higiene</b>	Versión: 1.0
		Página 1 de 1
Fecha: <b>07/05/19</b>	Área: <b>Planta de alimento</b>	
<b>Observaciones</b>		
<p>Tres extintores se encuentran en los límites inferiores de presión. Uno en el área de pacas, otro extintor en el área de bodega y el último en el área de diésel.</p> <p>Un extintor se encuentra obstruido por una lámina afuera del área de planta de alimento.</p> <p>No se encuentran extintores en zonas marcadas como lo es en la zona de caldera y otra en bodega de insumos.</p> <p>No contienen letreros señalando donde se encuentran los extintores en el área de mantenimiento, área de silos y área de carga de diésel.</p>		
<b>Recomendaciones</b>		
<p>Dar mantenimiento a los extintores que lo requieren y retirar cualquier obstáculo que interfiera en la utilización de los mismos.</p> <p>Revisar extinguidores de otras áreas para que se le realice su adecuado mantenimiento junto a los ya mencionados.</p> <p>Instalar extintores en zonas marcadas.</p> <p>Colocar letrero con señalamiento de extintores.</p>		
<b>Anexos</b>		
		
Elaborado: <b>Wilfrido Castro Leal</b>	Revisado: <b>Julián Adrián Garibaldi Beltrán</b>	
Responsable de las correcciones: <b>Ramón Flores López</b>		

Tabla 10 Informe de seguridad e higiene

## Agradecimientos

Al Tecnológico Nacional de México por el apoyo financiero otorgado para la realización de este proyecto, a través de la autorización de la convocatoria 2018-2 “Apoyo a la investigación científica y tecnológica en los programas educativos de los institutos tecnológicos federales, descentralizados y centros” vinculado con el Instituto Tecnológico Superior de Guasave (ITSG) y la empresa Ganadera Rubio S.P. de R.L de C.V.

Reconocimiento al equipo de trabajo que formo parte de esta investigación, docentes, alumnos, personal operativo del ITSG y de la empresa beneficiada.

## Conclusiones

TPM no es solo una herramienta de Ingeniería para mejorar los sistemas de mantenimiento en una empresa, porque la base para que sea exitosa la implementación de Mantenimiento Productivo Total en cualquier organización es el factor humano ya que de este depende el éxito o fracaso del proceso. Por lo tanto antes de que en las empresas se pretenda aplicar esta cultura, se debe preparar al personal lo suficiente y empoderarlo del tema para que este se motive y se entusiasme con los beneficios que les va a aportar este cambio.

Toda la organización debe entender que TPM es una implementación a largo plazo y que es un proceso de mejoramiento continuo, es decir que siempre se está mejorando, en este caso cero averías, cero defectos, cero daños. Así como el plan de mantenimiento preventivo elaborado se verán cambios a largo o mediano plazo.

## Sugerencias

- Seguir la bitácora de mantenimiento preventivo semanal para disminuir o reducir el mantenimiento correctivo diariamente en las maquinas.
- Estar pendiente de la programación del Plan de Mantenimiento Preventivo Anual para realizar los mantenimientos de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de la máquina.
- Cambiar maquinaria antigua por maquinaria moderna, esto ayudaría a una mejor operación del operario de la máquina, mejorar la seguridad del operario, reducir averías y más disponibilidad, mayor rendimiento, mayor vida útil de las maquinas, menor consumo de energía y combustible.
- Limpieza en las áreas de trabajo constantemente.
- Considerar el cálculo de parámetros de productividad y costos, para calcular el costo-beneficio en caso de una inversión en maquinaria nueva.

## Referencias

- Ancajima, V. J. (23 de Septiembre de 2004). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/80502385/252B-Minicargador>
- Castro, W. (2019). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipo de planta de alimento para ganado bovino (Informe Técnico de Residencia Profesional de licenciatura). Instituto Tecnológico Superior de Guasave, Guasave, Sinaloa.
- Guachisaca, C., & Salazar, M. (2009). *“Implementación de 5’s como una metodología de mejora en una Empresa de elaboración de pinturas”*. ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL, Guayaquil, Ecuador.
- Gutiérrez Pulido, R. d. (2009). *Control Estadístico de la calidad y seis sigma*. Mexico: segunda edición.
- López, E. (2009). *El Mantenimiento Productivo Total Tpm y la Importancia del Recurso Humano para su Exitosa Implementación*. Bogotá.
- López, J. (2017). *sistemasoe*. Obtenido de <https://www.sistemasoe.com/oe/87-avanzado/114-tpm>
- Mansilla, N. (2011). *“Aplicación de la metodología de mantenimiento productivo total (tpm) para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una industria nacional”*. Santiago de Chile.
- Marín, J., & Martínez, R. (2012). *Barreras y facilitadores de la implantación del TPM*. Valencia, España.
- Marrero- Hernández, R. A., Vilalta-Alonso, J.A., & Martínez Delgado, E. (2019). Model diagnostic- maintenance planning and control. *Ingeniería Industrial*, 40(2),148-160.
- Mendoza Mendoza, J.L. (2019). Revisión sistemática en plan de mantenimiento preventivo (Trabajo de Investigación Parcial).
- Montoya, I., & Parra, C. (2010). *“Implementación del total productive management (tpm) como tecnología de gestión para el desarrollo de los procesos de maquiavícola ltda”*. Administración de Negocios Internacionales Facultad de Administración Universidad del Rosario Bogota D.C., Bogota.
- Parra, F. (2018). Diseño de un plan de mantenimiento, basado en la metodología TPM en la planta de alimento balanceado para ganado bovino: caso ganadera Rubio’s (Tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico Superior de Guasave, Guasave, Sinaloa.
- Rojas Enciso, W.R., Pelinco, S., & William, J. (2019). Mantenimiento autónomo para mejorar la calidad de servicio en el área de operaciones de la empresa J&S Ingenieros Consultores EIRL-2018.
- Sacristán, F. R. (2018). *Mantenimiento total de la producción (tpm): proceso de implantación y desarrollo*. Madrid, España: fundación confemetal.

## **Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación**

---

### **[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]**

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Autor†\*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2<sup>do</sup> Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3<sup>er</sup> Coautor

*Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)*

*International Identification of Science - Technology and Innovation*

ID 1<sup>er</sup> Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2<sup>do</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2<sup>do</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

---

#### **Resumen (En Español, 150-200 palabras)**

Objetivos  
Metodología  
Contribución

**Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)**

#### **Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)**

Objetivos  
Metodología  
Contribución

**Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)**

---

**Citación:** Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Ingeniería Industrial. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

---

---

\* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

## Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

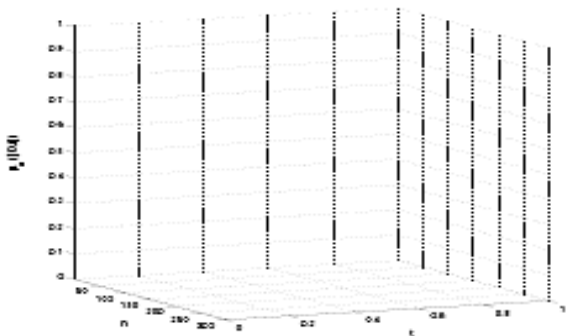
[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

## Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

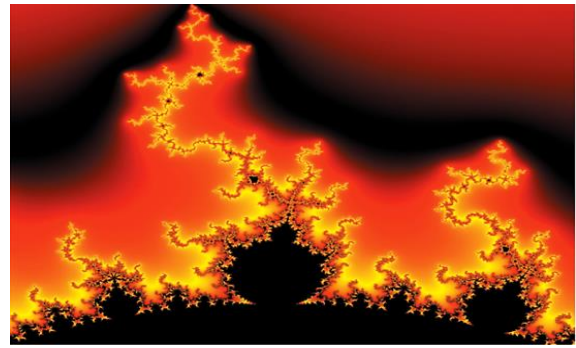
En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]



**Gráfico 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.



**Figura 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.


**Tabla 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Titulo secuencial.

**Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:**

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

## Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

## Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

## Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

## Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

## Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

## Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

## Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

## Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores



## **Reserva a la Política Editorial**

Revista de Ingeniería Industrial se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

## **Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales**

### **Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución**

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Ingeniería Industrial emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Perú considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

## Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-Mexico, S.C en su Holding Perú para su Revista de Ingeniería Industrial, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

## Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

### Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

### Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

### Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

### **Responsabilidades de los Autores**

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

### **Servicios de Información**

#### **Indización - Bases y Repositorios**

RESEARCH GATE (Alemania)  
GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)  
MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)  
HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

#### **Servicios Editoriales**

Identificación de Citación e Índice H  
Administración del Formato de Originalidad y Autorización  
Testeo de Artículo con PLAGSCAN  
Evaluación de Artículo  
Emisión de Certificado de Arbitraje  
Edición de Artículo  
Maquetación Web  
Indización y Repositorio  
Traducción  
Publicación de Obra  
Certificado de Obra  
Facturación por Servicio de Edición

#### **Política Editorial y Administración**

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: [contact@ecorfan.org](mailto:contact@ecorfan.org) [www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

**ECORFAN®**

**Editor en Jefe**

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

**Directora Ejecutiva**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

**Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

**Diseñador Web**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

**Diagramador Web**

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

**Asistente Editorial**

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

**Traductor**

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

**Filóloga**

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

**Publicidad y Patrocinio**

(ECORFAN® Republic of Peru), [sponsorships@ecorfan.org](mailto:sponsorships@ecorfan.org)

**Licencias del Sitio**

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. [financingprograms@ecorfan.org](mailto:financingprograms@ecorfan.org)

**Oficinas de Gestión**

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú.

# Revista de Ingeniería Industrial

“Máquina virtual de remachado textil”

**CAMARENA-LÓPEZ, Stephany Samayrani, CASTRO-LEÓN, José Manuel, VEGA-TOLEDO, José Jesús y GONZÁLEZ-DURÁN, José Eli Eduardo**

*Instituto Tecnológico del Sur de Guanajuato*

“Técnicas de aprendizaje automático en el diagnóstico de aerogeneradores”

**ARCIGA-PEDRAZA, Raquel, COLIN-ALCANTAR, Elmer, JUAREZ-SANTIAGO, Brenda y LIZARDI-MIRANDA, Edson Jair**

*Universidad Tecnológica de San Juan Del Río*

“Diseño de un sistema de inventario computarizado para la rastreabilidad de partes reutilizables”

**ACOSTA-HERNANDEZ, Daniel, DE LA RIVA-RODRIGUEZ, Jorge, WOOCAY-PRIETO, Arturo y REYES-MARTÍNEZ, Rosa María**

*Instituto Tecnológico de Ciudad Juarez*

“Diseño e implementación de un plan de mantenimiento, basado en la metodología TPM, en planta productora de alimento balanceado para ganado bovino”

**HUMARÁN-SARMIENTO, Viridiana, PARRA-TELLEZ, Freddy Eduardo y CASTRO-LEAL, Wilfrido**

*Instituto Tecnológico Superior de Guasave*

