

Multidisciplinas de la Ingeniería

Año VIII, No. 11. Mayo 2020 – Octubre 2020

<http://www.multidisciplinasdelaingenieria.com>

EISSN: 2395 - 843X

Semestral



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FIME

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Rector

M.E.C. Rogelio Guillermo Garza Rivera

Secretario General

Dr. Santos Guzmán López

Secretario Académico

M.A. Emilia Edith Vásquez Farías

Secretario de Extensión y Cultura

Dr. Celso José Garza Acuña

Director de Editorial Universitaria

Lic. Antonio Ramos Revillas

Director de la Facultad de Ingeniería

Mecánica y Eléctrica

Dr. Arnulfo Treviño Cubero

Director de la Revista Multidisciplinas de la Ingeniería

Dr. Arturo Torres Bugdud

Editores Responsables

Dra. Martha Elia García Reboloso

M.A. Alfredo López Vázquez

Edición web

Ing. Juan Diego Guerrero Villegas

Edición de estilo y formato

Ing. Juan Diego Guerrero Villegas

Multidisciplinas de la Ingeniería, Año VIII, No. 11. Mayo 2020 - Octubre 2020. Es una publicación Semestral, editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Domicilio de la publicación: Av. Pedro de Alba S/N, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, C.P. 64440. Teléfono: + 52 81 83294020. URL: <http://www.multidisciplinasdelaingenieria.com>

Editores Responsables: Martha Elia García Reboloso y Alfredo López Vázquez. Reserva de derechos al uso exclusivo: 04-2014-102111590900-203. EISSN: 2395-843X. Ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: en trámite. Responsable de la última actualización: Juan Diego Guerrero Villegas, Av. Pedro de Alba S/N. Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L., México. Fecha de última actualización: 01 de mayo 2020.

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

La Revista tiene un Consejo Editorial conformado por miembros de la Universidad Autónoma de Nuevo León y un Comité Científico Internacional con representantes de diferentes partes del mundo. La Revista cuenta con un banco de árbitros(as) pares externos especialistas para el proceso de arbitraje.

El sistema de arbitraje: todos los trabajos serán sometidos al proceso de dictaminación con el sistema de revisión por pares externos, con la modalidad doble ciego.

CARACTERIZACIÓN PARCIAL DE LA RESINA PRESENTE EN EL LÁTEX PROVENIENTE DE LA
ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS LAM.

Págs. 1 – 11

IMPLEMENTACIÓN DE KAIZEN EN UNA EMPRESA DE MAQUINADOS INDUSTRIALES EN LA CIUDAD
DE REYNOSA TAMAULIPAS.

Págs. 12 – 21

CARACTERIZACIÓN PARCIAL DE LA RESINA PRESENTE EN EL LÁTEX PROVENIENTE DE LA ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS LAM.

PARCIAL CHARACTERIZATION OF RESIN PRESENT IN LATEX FROM ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS LAM.

Ma. Martha Sandoval Arreola¹
Karina Paola Águila Izazaga²
Cinthia Magali Campos Bermúdez³

RESUMEN

La finalidad de esta investigación es determinar las características fisicoquímicas más importantes del exudado obtenido de la fruta del árbol *Artocarpus Heterophyllum Lam*, mejor conocido como jaca o yaca, para establecer su potencial como materia prima en diferentes sectores industriales. La extracción del látex se realizó por dos métodos: exudación natural y mediante el uso de solventes, obteniendo mejores resultados con el primer método. La solubilidad total del látex presentó con xileno y tolueno y parcial en cloroformo. Se determinó de manera cualitativa la presencia de saponinas y fenoles. Para la realización de las pruebas cuantitativas se tomó de referencia la norma ASTM D1278-91 A. En los resultados del FTIR de la resina se observan las bandas características del grupo carbonilo a 1706 cm^{-1} y 1152 cm^{-1} lo que indica la presencia del grupo éster. En la calorimetría diferencial de barrido se detectaron 3 picos endotérmicos a temperaturas de 182 °C, 395°C y 445°C y una temperatura de transición vítrea de aproximadamente 60°C. La presencia de fenoles y su solubilidad en compuestos aromáticos indica que se trata de resinas tipo fenólico, con grupos carbonilos en su estructura, identificados mediante FTIR, que se usan actualmente para dar impermeabilidad por su alta resistencia a la humedad, lo que potencia su posible aplicación en la industria de las pinturas y barnices. De igual manera la presencia de saponinas lo favorece para su uso en la industria de los jabones.

Palabras clave: *Artocarpus Heterophyllum Lam*, polímeros naturales, resinas vegetales, oleorresinas.

Fecha de recepción: 17 de enero, 2020.

Fecha de aceptación: 18 de febrero, 2020.

¹ Profesora de la carrera de Ingeniería Química en el Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas, Mich. sandoval_129@live.com

² Karina Paola Águila Izazaga es alumna del Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas de la carrera de Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas Mich. karina_izazaga@hotmail.com

³ Cinthia Magali Campos Bermúdez es alumna del noveno semestre de la carrera de Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas Mich. Cinthia_210696@hotmail.com



CARACTERIZACIÓN PARCIAL DE LA RESINA PRESENTE EN EL LÁTEX PROVENIENTE DE LA ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS LAM

ABSTRACT.

The purpose of this research is to determine the most important physicochemical characteristics of the exudate obtained from the fruit of the Artocarpus Heterophyllus Lam tree, better known as jaca or jackfruit, to establish its potential as a raw material in different industrial sectors. The latex was extracted by two methods: natural exudation and by the use of solvents, obtaining better results with the first method. The total solubility of the latex presented with xylene and toluene and partial in chloroform. The presence of saponins and phenols was determined qualitatively. The ASTM D 1278-91 A standard was used as a reference for quantitative tests. In the results of the resin FTIR, the characteristic bands of the carbonyl group at 1706 cm⁻¹ and 1152 cm⁻¹ are observed, indicating the presence of the ester group. In differential scanning calorimetry 3 endothermic peaks were detected at temperatures of 182 ° C, 395 ° C and 445 ° C and a glass transition temperature of approximately 60 ° C. The presence of phenols and their solubility in aromatic compounds indicates that they are phenolic type resins, with carbonyl groups in their structure, identified by FTIR, which are currently used to give impermeability due to their high resistance to moisture, which enhances their possible Application in the paint and varnish industry. Similarly, the presence of saponins favors it for use in the soap industry.

Keywords: Artocarpus Heterophyllus Lam, natural polymers, vegetable resins, oleoresins.

INTRODUCCIÓN

El Artocarpus Heterophyllus Lam mejor conocido como jaca o yaca, es un árbol asiático de la familia Moráceas, originario de Indonesia y Polinesia, de donde se ha extendido por todas las regiones tropicales del mundo. La fruta de este árbol es considerada la más grande del mundo, posee un olor fuerte y agradable al paladar parecido al mango, se desarrolla adherida al tronco a partir de la base. Este árbol se caracteriza porque todas las partes de él y su fruto exudan un líquido lechoso blanquecino cuando se le hace una incisión, al que de manera popular se le conoce como látex. De manera tradicional, se ha usado como adhesivo para reparación de porcelana o loza rota, en calafateo de barcos y cubetas, mezclado con fibra de coco y en caliente se usa para corregir orificios en barcos y para reparación de cemento y lozas; en investigación reciente se propone como recubrimiento impermeabilizante. (UNAM, 2012). En la medicina popular el látex es usado como antiarreico entre otros usos.

Los distintos exudados que se obtienen de las plantas se clasifican por su origen y consistencia como resinas, oleoresinas, bálsamos y gomas, distinguiéndose entre ellas por su solubilidad y composición, pueden ser sólidos o semisólidos, no presentan una estructura cristalina sino amorfa, al aumentar la temperatura no llegan al punto de fusión sino que se ablandan.

La mayor parte pertenece a la clase de hidrocarburos terpénicos y de sus derivados alcohólicos, éteres y ácidos. Entre las moléculas simples se encuentran los ácidos aromáticos con pequeñas cadenas alifáticas insaturadas (no siempre presentes). Actualmente se utilizan en la industria alimentaria, farmacéutica, de bebidas alcohólicas, tintes, pinturas y barnices. Se aplican para la conservación y restauración o como aditivo para minimizar los cambios dimensionales de la madera generados por la humedad, sobre todo en instrumentos musicales de cuerda pulsada, frotada, de viento, entre otros. (Quiroz y Magaña, 2015)



CARACTERIZACIÓN PARCIAL DE LA RESINA PRESENTE EN EL LÁTEX PROVENIENTE DE LA ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS LAM

Las resinas suelen ser solubles en disolventes orgánicos (alcoholes, cetonas, ésteres y algunos hidrocarburos) e insolubles en agua. La presencia de grupos ácidos carboxílicos y sus derivados les proporciona la capacidad de reaccionar con diferentes cationes metálicos, presentando características similares a los jabones, si se utilizan elementos alcalinos. (Matteini y Moles, 2008)

Las oleorresinas son mezclas de resinas terpénicas con aceites volátiles pudiendo separar las resinas por secado de su aceite volátil o por percolación, suelen ser solubles en disolventes orgánicos e insolubles en agua, los aceites volátiles que contiene tienen utilidad comercial; mientras que los bálsamos contienen alcoholes, ésteres, metilbenceno, ácido benzoico, resinas y aceites volátiles, son solubles en etanol; por último están las gomas vegetales, que son principalmente polisacáridos solubles en agua como por ejemplo la goma arábica.

El látex es un polímero que está disperso en agua, que consiste en un líquido lechoso en el que están suspendidas en emulsión diversas gomas, resinas, taninos, alcaloides, proteínas, almidones, azúcares y aceites que coagulan en la exposición al aire. Suele ser de un color blanco, aunque en algunas plantas es amarillo, anaranjado o rojo. En su mayoría es irritante y con un sabor desagradable. El látex natural es un material primario utilizado en la fabricación de diversos elementos en diversos sectores como la medicina, industria textil, entre otros (Molina Martínez & Leshner Gordillo, 2008).

La caracterización fisicoquímica del exudado obtenido de la yaca permitirá ampliar los conocimientos acerca de su composición y su comportamiento físico y de esta forma evaluar sus posibles aplicaciones en el sector industrial.

JUSTIFICACIÓN

Según la SEMARNAT (2014), la producción de resinas en México aumentó considerablemente, sin embargo, los bosques de coníferas están disminuyendo rápidamente, afectando la producción de resinas derivadas de esta especie (tremontina). La producción de resina ha disminuido de 36,000 toneladas en el año 2000, a 19,500 toneladas para el 2009, representando el 42.1% del valor de la producción de productos no maderables para ese año. Debido a esto, tiene que ser exportada de países como Venezuela, Honduras y Nicaragua, encareciendo los procesos y dificultando la competencia comercial. Por lo anterior, se pretenden buscar alternativas en otras especies vegetales para la sustitución de las resinas pináceas. Tal es el caso del látex proveniente de la Jaca, el cual se ha comprobado en estudios anteriores que cuenta con un alto contenido en resinas y se considera que éstas puedan ser una buena opción en los diferentes procesos industriales.

METODOLOGÍA

Materiales

Los frutos de la jaca se recolectaron de árboles de la región de Lázaro Cárdenas, eligiéndose en su estado de maduración verde. Los reactivos utilizados son de grado analítico de Marca Sigma Aldrich

Extracción de látex

La extracción del látex se realizó por el método tradicional de exudación por gravedad, que consistió en realizar un corte en el tallo del fruto, colocándolo en posición horizontal diagonal para recolectar el látex en un frasco de vidrio. Se mantuvo así hasta que dejó de gotear. La muestra se guardó en refrigeración. El método de extracción con solventes presentó muchas dificultades y un escaso rendimiento.



CARACTERIZACIÓN PARCIAL DE LA RESINA PRESENTE EN EL LÁTEX PROVENIENTE DE LA ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS LAM

Pruebas físicas.

La clasificación preliminar del tipo de resina en estudio se basó en pruebas de solubilidad, por ello se realizaron usando diferentes solventes, mientras que en las pruebas químicas se identifican los grupos generales existentes, lo cual limita el campo de búsqueda de los compuestos químicos presentes en ella.

Solubilidad

Se usaron soluciones al 5% v/v de NaOH, H₂SO₄, HCl, Cloroformo, Tolueno y Xileno y agua. Se colocó con una micro espátula aproximadamente 0.1g de la muestra en un tubo de ensaye, agregando aproximadamente 3.0 mL de la solución correspondiente agitando en cada porción añadida.

Pruebas químicas

Identificación de flavonoides (método modificado de Wall (Alarcón J., 2012).

Se pesaron 20gr de látex y se colocaron en un vaso de precipitados, mezclando con 100mL de etanol al 95% y puesto a baño maría durante 2 horas. Se enfrió la mezcla y se filtró, lavando con 4 volúmenes de 50ml de etanol al 95%. El filtrado y las soluciones limpiadoras se juntaron y se evaporaron a 50°C a presión reducida hasta 50 mL. El concentrado se aforó a 100ml con agua, se tomó una muestra del filtrado en un tubo de ensaye y se le agregó un pequeño trozo de magnesio y unas gotas de HCl concentrado, El vire la solución de color naranja a rojo o violeta, indicó presencia de flavonoides.

Identificación de saponinas (método de Caín descrito por Pérez (2006).

Se colocaron 5 gr de muestra en un cartucho del equipo Soxhlet, usando metanol como solvente, procediendo con la extracción hasta obtener una coloración café rojiza en el solvente. Se tomó una porción del solvente y se colocó en un tubo de ensaye y se disolvió en H₂O caliente durante 15-30 minutos en baño maría, agitando vigorosamente durante 3-5 minutos. La formación de espuma con apariencia de panal de abejas estable por unos 30 minutos indica la presencia de saponinas.

Identificación de taninos.

Se preparó una mezcla de 1% de gelatina y 10% de NaCl en agua. A esta mezcla se le agregaron 2g de resina dejándose flocular. La presencia de un precipitado indica un resultado positivo para taninos.

Identificación de fenoles.

Se disolvió 1g de látex en 1 mL de agua añadiendo varias gotas de disolución de FeCl₃ al 2.5%, preparando un blanco para comprobación. Si el color es amarillo débil, el mismo que el del FeCl₃, la reacción se considera negativa.

Porcentaje de Materia volátil

Se pesó 1 g de goma con exactitud de ± 1 mg. en una capsula de porcelana con tapa. Se secó en estufa a 100±5 ° C hasta una masa constante. Si se sospecha que hay hidrocarburos volátiles presentes, deben determinarse calentando la goma a 160±5 ° C hasta peso constante. Una vez seca la muestra se pasó a un desecador para que se enfrió y se pesó. El cálculo de la materia volátil se realizó en base a la ecuación 1.

$$V = \left[1 - \left(\frac{B \times D}{A \times C} \right) \right] \times (100) \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

V= Porcentaje de materia volátil

A=Masa de goma, g

B=Masa de pieza después de homogeneizar, g

C=Masa del espécimen antes del secado, g

CARACTERIZACIÓN PARCIAL DE LA RESINA PRESENTE EN EL LÁTEX PROVENIENTE DE LA ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS LAM

D=M de la muestra después del secado, g

Porcentaje de ceniza

Se pesaron 5 g de resina ± 1 mg y colocaron en un crisol previamente seco y pesado. Se colocó el crisol y su contenido en un horno a una temperatura de 550 ± 25 ° C durante una hora. Se enfrió el crisol en un desecador y luego se pesó. El contenido de cenizas se calculó en base a la ecuación 2.

$$A = \left[\left(\frac{C - B}{D} \right) \right] \times (100) \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

A= Porcentaje de ceniza
D= Masa del espécimen, g
B= Masa del crisol vacío, g
C= Masa del crisol más ceniza, g

Porcentaje de Sólidos Totales

Se pesaron 2.5 ± 0.5 g de goma en el plato de pesada cubierto y tarado, se agregó 1 mL de agua destilada para distribuir el látex sobre el fondo del plato en un área de aproximadamente 32 cm². Con el plato sin tapar, se secó la muestra en un horno durante 16 horas a 70 ± 2 ° C. Una vez transcurrido este tiempo se volvió a colocar la cubierta y se enfrió en un desecador a temperatura ambiente y se pesó hasta masa constante.

El porcentaje de sólidos totales se calculó mediante la ecuación 3.

$$\text{Sólidos totales ; \%} = \left[\left(\frac{C - A}{B - A} \right) \right] \times (100) \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

A= Masa del plato de pesaje, g
B= Masa del plato más la muestra original, g
C= Masa del plato más la muestra seca, g

Contenido de goma seca

Se pesaron 10 g del látex en un plato evaporador de porcelana, y se agregó agua destilada hasta que el contenido total de sólidos fue de aproximadamente del 25%. Inmediatamente se agregó suficiente ácido acético (2%), agitando constantemente durante un período de 5 minutos, para coagular completamente el látex (80 cm³ debe ser suficiente).

Una vez coagulado, se colocó el plato en un baño de vapor y se dejó reposar durante 15 a 30 min máximo, hasta obtener un suero claro. Si el suero es lechoso, el ácido se agregó demasiado rápido o en cantidad insuficiente y el procedimiento debe repetirse hasta obtener un suero claro. El coágulo formado se lavó con agua corriente, repitiendo este proceso 5 veces y se secó a 70 ± 2 ° C hasta obtener peso constante a 1 mg. El cálculo del contenido de caucho seco se realizó mediante la ecuación 4.

$$\text{Contenido de caucho seco, \%} = \left(\frac{\text{masa de coágulo seco}}{\text{masa de muestra}} \right) \times (100) \quad \text{Ecuación 4}$$

Contenido de suciedad

Se pesaron 10 a 12 g ± 0.1 de caucho, colocándolos en un matraz cónico de 250 cm³ y se cubrió con 150 cm³ de solvente de caucho (xileno) con aproximadamente 0,5 g de limaduras de hierro

CARACTERIZACIÓN PARCIAL DE LA RESINA PRESENTE EN EL LÁTEX PROVENIENTE DE LA ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS LAM

(agente peptizante). Se calentó la mezcla y se mantuvo a una temperatura de 125 a 130 ° C hasta que se completó la disolución (aproximadamente 3 h). Una vez transcurrido este tiempo, se vertió la solución caliente a través de un tamiz de 45 µm (No. 325) pesado previamente al 0.1 mg más cercano. Se enjuagó el matraz tres veces con aproximadamente 25 cm³ de solvente de goma caliente y se pasaron los enjuagues a través del tamiz. La suciedad adherida al matraz se transfirió al tamiz por medio de un chorro de petróleo ligero y se lavó la suciedad del tamiz hasta que quedó libre de solución de goma. El tamiz y su contenido se secaron a 100±5 ° C y pesaron. El Porcentaje de suciedad se calculó de acuerdo a la ecuación 5.

$$D = \left[\left(\frac{C - B}{A} \right) \right] \times (100) \quad \text{Ecuación 5}$$

Dónde:

D=Porcentaje de suciedad

A= Masa del espécimen, g

B= Masa del tamiz limpio y seco, g

C= Masa del tamiz más suciedad, g

RESULTADOS

Extracción del látex

La extracción del látex se realizó mediante dos métodos: exudación natural por gravedad y mediante el uso de solventes. La extracción con solventes no resultó factible, debido a que la goma se adhirió a la fibra de la fruta y fue imposible separarlas. Por lo anterior, el método más eficiente fue el de exudación natural por gravedad. El contenido de látex extraído varió dependiendo del grado de madurez del fruto, extrayendo mayor cantidad en el fruto verde. En tanto que la resina obtenida presentó una coloración amarilla con opacidad lo que indica falta de cristalinidad de la misma. El rendimiento de extracción no fue cuantificado, debido a que el árbol sufre un proceso de auto cicatrización, al evaporarse las sustancias volátiles que componen el suero, por lo que la incisión se tapa. La norma ASTM D-1076-15 propone un tratamiento químico para evitar este proceso. Las figuras 1 y 2 muestran el látex extraído, de apariencia lechosa y las resinas obtenidas una vez que se le retiraron las sustancias volátiles.

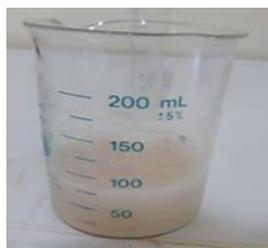


Figura 1. Apariencia física del látex



Figura 2. Resina o goma obtenida

CARACTERIZACIÓN PARCIAL DE LA RESINA PRESENTE EN EL LÁTEX PROVENIENTE DE LA ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS LAM

Pruebas físicas del látex

Los resultados obtenidos en cada una de las pruebas de solubilidad están dados en la tabla 1. Como puede observarse el látex es totalmente soluble en hidrocarburos aromáticos.

Tabla 1. Resultados de solubilidad

Solvente	Solubilidad
Agua (H ₂ O)	Insoluble
Ácido clorhídrico (HCl)	Insoluble
Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)	Insoluble
Hidróxido de sodio (NaOH)	Insoluble
Cloroformo	Parcialmente soluble
Tolueno	Totalmente soluble
Xileno	Totalmente soluble

La insolubilidad de la goma separada en agua (Figura 3) permite su clasificación como resina (Matteini y Moles, 2008) distinguiéndola de las gomas vegetales. Su solubilidad en compuestos aromáticos (Figura 4 y 5) permite presuponer la presencia de ácidos aromáticos, misma que se confirma con su reactividad con elementos alcalinos para dar la apariencia jabonosa con su reacción positiva de saponinas y la presencia del grupo carbonilo.



Figura 3. Solubilidad en agua



Figura 4. Solubilidad en tolueno



Figura 5. Solubilidad en xileno

Pruebas químicas del látex

Las pruebas químicas realizadas al látex extraído corresponden al tipo cualitativo para indicar presencia o ausencia de ciertos grupos, estos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados de pruebas químicas cualitativas

Determinación	Resultado cualitativo	Observación
Flavonoides	Negativo	No se observó el cambio de naranja a rojo violeta (Figura 3)
Saponinas	Positivo	Se observe la formación de espuma (Figura 4)
Taninos	Negativo	No se observó la formación de precipitado (Figura 5)
Fenoles	Positivo	Se observó una coloración café (Figura 6)

CARACTERIZACIÓN PARCIAL DE LA RESINA PRESENTE EN EL LÁTEX PROVENIENTE DE LA ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS LAM

Las Figuras 6 a la 9 muestran cada uno de los resultados anteriores:



Figura 6. Prueba de flavonoides

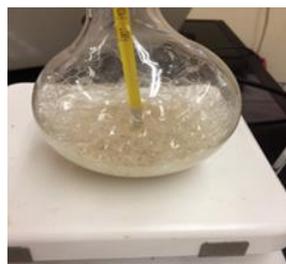


Figura 7. Prueba de saponinas



Figura 8. Prueba de taninos



Figura 9. Prueba de fenoles

Los análisis preliminares del látex extraído de la yaca, así como su apariencia blanca y pegajosa, indican características similares a las oleorresinas con un elevado contenido de aceites esenciales, deducido por su poder de auto cicatrización.

Análisis de la resina o goma

La resina contenida en el látex fue aislada y estudiada de acuerdo a las normas ASTM D1278-91A, métodos de prueba estándar para caucho a partir de fuentes naturales y la NORMA ASTM D1076-15 Especificación estándar para el caucho: látex natural concentrado, preservado en amoníaco en crema y centrifugado. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Análisis químico de la resina bajo normas ASTM

Análisis realizado	Porcentaje obtenido (% ± 0.5%)
Materia volátil en la resina	39.93%
Ceniza	0.953%
Sólidos totales en el látex	70.43%
Contenido de goma seca	18.08%
Suciedad	11.39%

El porcentaje obtenido de materia volátil resulta adecuado para posibles aplicaciones en el sector industrial.

Caracterización de la resina por espectrofotometría infrarroja de transformada de Fourier

El espectro FTIR correspondiente a la resina obtenida del látex de la yaca después de su proceso de extracción, se presenta en la Figura 10, aquí se pueden observar bandas relacionadas con: el estiramiento en tensión de enlaces carbonilos $-C=O$ a 1706 cm^{-1} , estiramiento en tensión para grupos hidroxilos $-OH$ a 3410 cm^{-1} , y estiramientos en tensión (simétrico y asimétrico) para enlaces $-CH_2$, evidenciados en las bandas a 2855 y 2928 cm^{-1} . Confirmándose únicamente el metilo por la presencia de un solo pico en la banda de 1244 cm^{-1} que corresponde a la deformación simétrica del metilo. Las bandas de 2855 , 2928 , 1454 y 1376 cm^{-1} indican la presencia de grupos funcionales alifáticos; las bandas en 1244.9 y en 1029.4 indican la unión C-O; mientras que las bandas de 1740 y 1152 cm^{-1} confirman la presencia del grupo éster.



CARACTERIZACIÓN PARCIAL DE LA RESINA PRESENTE EN EL LÁTEX PROVENIENTE DE LA ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS LAM

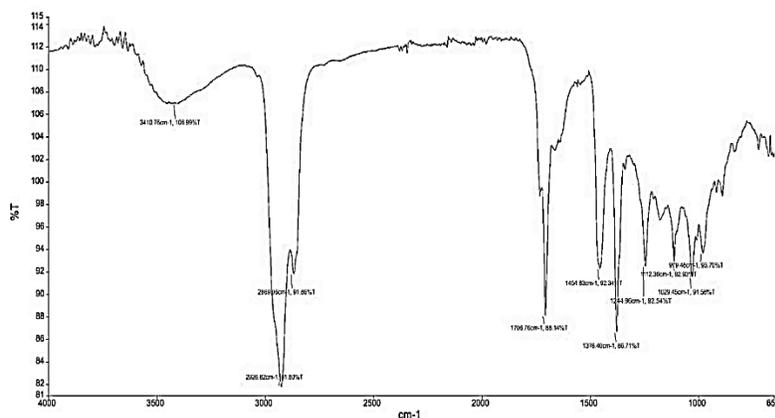


Figura 10. Espectrograma de la resina obtenida del látex de la yaca.

Estas señales con su asignación se resumen en la tabla 4

Tabla 4. Principales espectros en un espectro FTIR de la resina de yaca

	Longitud de onda, cm^{-1}
Tipo de enlace	Valores experimentales
Estiramiento en tensión OH-	3410.76
Estiramiento asimétrico -CH₂	2926.82
Estiramiento simétrico -CH₂	2869.06
Estiramiento en tensión C=O	1706.76
Presencia del grupo éster	1706.76 y 1112.36
Presencia de grupos alifáticos	2855, 2928, 1454 y 1376

Análisis termo gravimétrico de la resina

Los resultados del análisis termo gravimétrico realizado a la resina extraída del látex se presentan en la Figura 11. La pérdida por el contenido de humedad en la muestra corresponde a un porcentaje de 1.42% que ocurre a temperatura de 200°C. Se observa una disminución inicial de la masa a una temperatura cercana a 63°C que corresponde a la pérdida de componentes, principalmente sustancias volátiles. Es importante resaltar que hasta este momento la salida de dichos componentes no implica la degradación del material y por tanto estrictamente no se podría considerar como una reducción en la estabilidad térmica del material.

Conforme aumenta la temperatura a aproximadamente 190°C se genera un decrecimiento de la masa, asociado a la eliminación de otros componentes que constituyen la resina; de acuerdo a la curva de la derivada DTG, al menos hay tres diferentes materiales en la resina de la yaca, que generan picos a temperaturas de: 190°C, 395° y 445 °C aproximadamente y se asocian a pérdidas de masa de la resina de 45, 60 y 92%

En el termograma correspondiente al análisis de calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) de la resina, presentado en la Figura 11, se observaron unos picos endotérmicos asociados a transiciones de primer orden en el material, la primera señal se dio entre 50-65 °C, el siguiente se presentó en el rango de 190°C, asociado con la pérdida de masa y el ultimo aproximadamente a 450 °C



CARACTERIZACIÓN PARCIAL DE LA RESINA PRESENTE EN EL LÁTEX PROVENIENTE DE LA ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS LAM

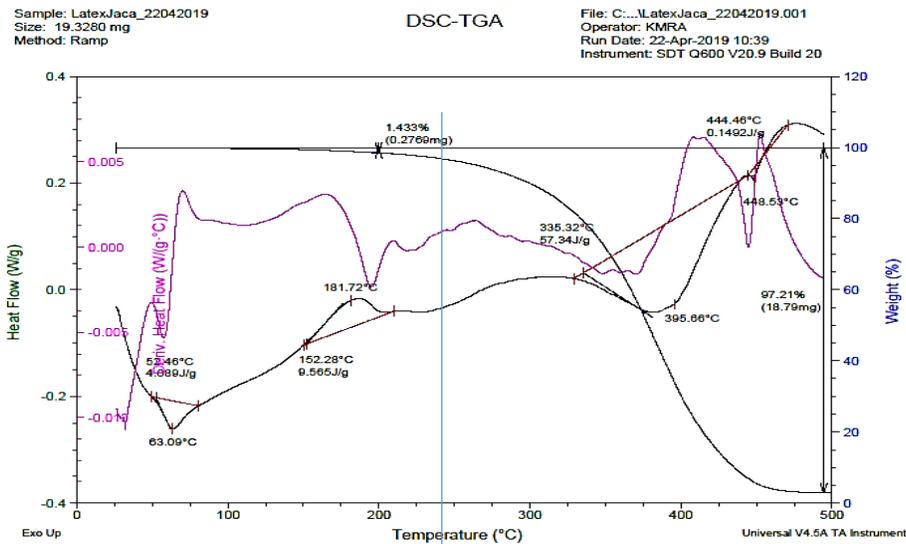


Figura 11. Resultado del TGA y DSC de la resina

CONCLUSIONES

La extracción del látex presentó dificultades técnicas en los dos métodos evaluados, en la exudación natural, la auto cicatrización de la planta impidió un flujo continuo del látex, por lo que se recomienda evaluar el uso de agentes químicos para impedir este proceso natural y de esta manera tener una extracción continua. Mientras que la extracción con solventes no resultó factible, debido a que la goma se adhirió a la fibra de la fruta.

Los análisis preliminares de solubilidad realizados al látex, así como su apariencia lechosa, blanda y pegajosa, indican características similares a las oleorresinas o bálsamos con un elevado contenido de aceites esenciales. La goma separada resultó insoluble en agua y soluble en tolueno y xileno, lo que indica su afinidad a las sustancias aromáticas.

Los análisis químicos cualitativos realizados al látex dieron positivos para saponinas y fenoles, lo que indica la presencia de algunos compuestos aromáticos, lo que reafirma que se trata de una oleorresina o bálsamo.

En cuanto a la resina separada del látex, presentó una apariencia opaca, amarillenta, lo que indica su falta de cristalinidad, con un porcentaje de sustancias volátiles de 39.93%, similar al contenido que se requiere en la preparación de las resinas alquídicas.

El espectro infrarrojo de la resina detecta la presencia de grupos funcionales alifáticos, de terminaciones metilo y del grupo carbonilo y la unión simple C-O, lo que permite presuponer que se trata de un éster, que son derivados de los ácidos carboxílicos. Esto podría estar ligado a su reacción positiva a la presencia de saponinas

La descomposición térmica de la resina indica gran estabilidad térmica, lo que hace factible su aplicación en el sector industrial a temperaturas inferiores a los 250°C.

CARACTERIZACIÓN PARCIAL DE LA RESINA PRESENTE EN EL LÁTEX PROVENIENTE DE LA ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS LAM

BIBLIOGRAFÍA

Alarcón J., Navarro C. (2012). *Determinación de la presencia de algunos compuestos químicos por métodos fitoquímicos colorimétricos en cinco especies forrajeras*. Revista de Sistemas de Productos Agroecológicos, vol. 3:1. Recuperado de <http://www.sistemasagroecologicos.com/art4 /pag5.pdf>

ASTM D1278 – 91 A (Re aprobado en 2015) *Métodos de prueba estándar para caucho a partir de fuentes naturales: análisis químico*.

ASTM D1076 - 15 *Especificación estándar para el caucho: látex natural concentrado, amoníaco preservado, en crema y centrifugado*

Barcia Posligua José Antonio. (2015). *Obtención de etanol a partir de Artocarpus Heterophyllus Lam. (Jackfruit) considerando diferentes estados fisiológicos de la fruta*. Quevedo. UTEQ. 80 p.

EcuRed. *Resina de pino*. (2012). Consultado el 14:37, agosto 16, 2019. En https://www.ecured.cu/index.php?title=Resina_de_pino&oldid=1355711

Matteini Mauro, Moles Arcangelo, (2008) *La química en la restauración: Los materiales en el arte pictórico*. Ed. Nerea

Molina Martinez, R. F., & Leshner Gordillo, J. M. (2008). *El látex en México, una vision historica* . Revista de divulgacion. Division Acadmica de Ciencias Biologicas UJAT. ISSN 1665-0514.

Pérez L. E. (2006) *Estudio fitoquímico bio dirigido de las plantas con potencial actividad insecticida trichiliahavanensis y crotonciliatoglanduliferus*. Tesis de pregrado. Puebla, México. 70 p.

Quiroz Carranza, Joaquín Antonio, & Magaña Alejandro, Miguel Alberto. (2015). *Resinas naturales de especies vegetales mexicanas: usos actuales y potenciales*. Madera y bosques, 21(3), 171-183. Recuperado en 13 de enero de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712015000300013&lng=es&tlng=es

SEMARNAT. (2014). Anuario estadístico de la producción forestal. México.

UNAM. (2012). *Elaboración de un material de recubrimiento con características impermeables a partir del fruto Artocarpus Heterophyllus Lam*. México



IMPLEMENTACIÓN DE KAIZEN EN UNA EMPRESA DE MAQUINADOS INDUSTRIALES
EN LA CIUDAD DE REYNOSA TAMAULIPAS

IMPLEMENTACIÓN DE KAIZEN EN UNA EMPRESA DE
MAQUINADOS INDUSTRIALES EN LA CIUDAD DE REYNOSA
TAMAULIPAS.

IMPLEMENTATION OF KAIZEN IN AN INDUSTRIAL MACHINERY COMPANY
IN THE CITY OF REYNOSA TAMAULIPAS.

Jorge Alejandro Hernández Moreno¹
Gabriela Cervantes Zubirías²
Juan Yared Wong Gallegos³
Mario Alberto Morales Rodríguez⁴

RESUMEN

El proyecto se realiza en la empresa MAQYRO S.A. de C.V. (Maquinados y Roscas) en el cual se aplican y desarrollan los conocimientos adquiridos a lo largo de la investigación de diversas materias del ámbito industrial, con la finalidad de realizar e implementar un método Kaizen para proyectar una nueva área de trabajo con lo cual habrá notable mejora en el proceso del uso diario en cuestión de producción, trabajo en equipo y eficiencia.

El objetivo de este estudio se realizó con la finalidad de reducir tiempo muerto en movimientos innecesarios, ampliar el espacio por donde se transporta el montacargas, reducir la probabilidad de accidentes en la planta y minimizar costos en el área de producción.

Palabras clave: producción, kaizen, mejora continua, cambio de modelo, productividad.

Fecha de recepción: 07 de febrero, 2020.

Fecha de aceptación: 19 de marzo, 2020.

¹ Egresado del PE Ingeniero Industrial Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, alexh396@gmail.com

² Profesora de Tiempo Completo del PE Ingeniero Industrial Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, gabriela.cervantes@docentes.uat.edu.mx

³ Profesor de Tiempo Completo del PE Ingeniero Industrial Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, ywong@uat.edu.mx

⁴ Coordinador Académico del PE Ingeniero Industrial y Profesor de Tiempo Completo de la Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, mmorales@docentes.uat.edu.mx



IMPLEMENTACIÓN DE KAIZEN EN UNA EMPRESA DE MAQUINADOS INDUSTRIALES EN LA CIUDAD DE REYNOSA TAMAULIPAS

ABSTRACT.

The project is carried out at the company MAQYRO S.A. de C.V. (Mechanized and subprocesses) in which the knowledge acquired throughout the investigation of various topics in the industrial field is applied and developed, to carry out and implement a Kaizen method to project a new area of work with which there will be notable improvement in the daily use process in terms of production, teamwork and efficiency.

The objective of this study was carried out with the aim of reducing downtime in unnecessary movements, expanding the space where the forklift is transported, reducing the probability of accidents in the plant and minimizing costs in the production area.

Keywords: production, kaizen, continuous improvement, smed, productivity.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto se realizó con la finalidad de implementar un kaizen (método de mejora continua) a la empresa MAQYRO S.A. DE C.V. con el objetivo de reducir tiempos muertos en movimientos innecesarios, ampliar el espacio por donde se transporta el montacargas, reducir la probabilidad de accidentes en la planta y ahorrar dinero invertido en la línea de producción donde se fabrican roscas 3 ½ IF. Es una Empresa 100% mexicana constituida bajo el régimen intermedio de actividades empresariales. Iniciando actividades en enero del año 1999 en la dirección calle Blanca # 201 esquina con Prisma en la colonia Arco Iris en la ciudad de Reynosa Tamaulipas.

Es una empresa que está dirigida principalmente a la industria petrolera, sin embargo, también trabaja para algunos sectores de la industria en general y maquiladora, debido al incremento de las necesidades de maquinados de grandes dimensiones, por las herramientas y equipo que estos sectores utilizan. Ya sea para herramientas, mantenimiento, refacciones y/o producción, alguno de los trabajos que la empresa realiza son: Soldadura, en general con equipo MIG, maquinado de roscas en general y especiales, de diferentes diámetros y materiales de diferentes durezas, maquinados de pernos de ½" a 8" de Diámetro, desbastes interiores exteriores, rectificado de rotores y encasquillado de motores eléctricos de todas las capacidades, mesas de trabajo, herramientas especiales sobre medida, flechas sobre medidas en diámetros hasta 24". Se especializa en la fabricación y reparación de roscas API y roscas especiales; cuenta con la capacidad técnica y humana para fabricar herramientas y realizar maquinados que las empresas nacionales e internacionales líderes en sector petrolero requieran.

Durante el transcurso del tiempo en la empresa se han implementado métodos de mejora continua tales como SMED el cual ha sido un éxito reduciendo los tiempos en los cambios de modelo, así como también la empresa implemento un sistema PULL en el área de producción.

Con misión de ser una empresa que este a la altura de las necesidades de sus clientes, altamente competitiva, comprometida con la honestidad, el medio ambiente y la seguridad de sus clientes y empleados, apoyándose con los mejores y más actualizados sistemas de calidad y seguridad, con el firme propósito de proveer productos y servicios con los más altos estándares de calidad, brindando a sus clientes soluciones apropiadas que le ayuden a alcanzar el éxito. Teniendo siempre en claro la visión de ser una empresa reconocida a nivel nacional e internacional, líder en manufacturas petroleras y posicionarse como la primera opción de proveedores para sus clientes.

Estar comprometidos con la satisfacción de los clientes y con el cumplimiento de sus requisitos mejorando los tiempos de entrega con la colaboración del personal altamente competente, con



IMPLEMENTACIÓN DE KAIZEN EN UNA EMPRESA DE MAQUINADOS INDUSTRIALES EN LA CIUDAD DE REYNOSA TAMAULIPAS

tecnología de punta y la mejora continua de procesos ha sido la filosofía de la empresa que se tiene presente desde 1999 hasta la actualidad.

En la planta de Reynosa, la empresa MAQYRO cuenta con un terreno de 40 mts. x 100 mts. Nave industrial de 16 mts. x 40 mts. Con grúa viajera para 7 toneladas, techada y firme de concreto, área de banales para manejo y almacenamiento de tubería, así como, 1 bodega techada para almacenamiento de material y tubería de 20 mts. x 40 mts. Así como también la siguiente maquinaria: 6 tornos CNC petroleros, 10 tornos convencionales petroleros, 2 tornos rectificadores, 4 fresadoras, 2 taladro radiales, 4 cortadoras sierra cinta para 16" de diámetro y 6 montacargas con diversas capacidades. Sin olvidar que MAQYRO cuenta con equipo de medición calibrado y en cumplimiento con los criterios de aceptación de la normatividad nacional e internacional para asegurar la calidad de los productos maquinados. A pesar de que MAQYRO es una gran empresa, actualmente existen ciertos tipos de problemas en la línea de producción para la fabricación de roscas 31/2 IF, como los son la mala estructuración de la planta, el desbalance de la línea de producción, y la alta probabilidad de accidentes.

Desde Julio del año 2016 se ha registrado movimientos de los operadores que son extras a los que deberían de realizar, estos movimientos innecesarios de los operadores son uno de los 8 desperdicios que nos enseña Lean manufacturing. Se detectó a principios del 2017 un tiempo de espera muy considerable por parte de los operadores de la línea de producción, el cual ha afectado al balanceo de la línea, cabe destacar que el tiempo de espera es parte de los 8 desperdicios, 35.33 minutos es el promedio de tiempo de espera de los operadores por rosca. A principios de agosto del año 2016 se empezó a llevar a cabo un registro por parte de la oficina de MAQYRO sobre accidentes que han ocurrido en la planta, causados por el descuido de los operadores y la mala estructuración de la empresa en el área de producción. Con un promedio de 2 accidentes mensuales ya han sido casi 100 accidentes que han ocurrido dentro de la planta, todos los accidentes que se han registrados han sido menores, tales como lo son, cortadas, raspones, caídas, golpes en alguna extremidad y golpes en la cabeza.

Gracias a la norma ISO 9001- 2015 el ciclo de Deming PDCA nos permite a las empresas una mejora integral de la competitividad, de los productos y servicios, mejorando continuamente la calidad, reduciendo los costos, optimizando la productividad, reduciendo los precios, incrementando la participación del mercado y aumentando la rentabilidad de la empresa u organización.

Lo que se busca lograr en esta investigación es implementar un sistema de mejora continua tanto para la empresa MAQYRO en general. Como para también en la línea de producción donde se fabrican roscas 31/2 IF aplicando metodologías como los son: 5s, diagrama de espagueti, toma de tiempos reestructuración del layout de la planta y el balanceo de la línea de producción.

JUSTIFICACIÓN

En un mundo cada vez más competitivos, las empresas requieren el uso de herramientas adecuadas que contribuyen con el aumento de la eficiencia, sin dejar de lado la consideración de la calidad, por tal motivo se propone hacer una reestructuración en el layout de la empresa en cuestión. Por lo que este proyecto de investigación pretende generar un ahorro del 64.74% de la inversión total mensual en la línea de producción. La reestructuración de la planta debe ser el balance de hombre, máquina y material. Y Fortalecer una cultura organizacional para adaptarse a los cambios que genera la mejora continua, Y así poder contribuir a la reducción de espacios donde se encuentra el equipo de transporte y poder agilizar la entrega de material, y evitar accidentes al aplicar las metodologías adecuadas en el área de producción para evitar desperdicios.

**IMPLEMENTACIÓN DE KAIZEN EN UNA EMPRESA DE MAQUINADOS INDUSTRIALES
 EN LA CIUDAD DE REYNOSA TAMAULIPAS**

METODOLOGÍA

Se realizó la toma de tiempos con un cronometro profesional en el área de producción para dar a conocer el tiempo total en el que se realiza una rosca 3 1/ IF Drill Collar. El tiempo se empezó a tomar desde el momento en que el operador #1 subía el tubo al torno CNC y se pausaba el tiempo cuando el operador #4 terminaba su acción El tiempo total fue de casi 1 hora debido a las maniobras de tiempo que se ejecutan en esta tarea.

Mientras trabajábamos haciendo los cambios en el layout nos dimos cuenta de que implementar las 5s era muy necesario para la empresa MAQYRO S.A. DE C.V. ya que contaba con equipos de medición, herramientas de maquinados, herramientas de ajuste y Gages de diferentes tipos de roscas dispersos por la empresa, por el cual las 5s ayudo de manera muy satisfactoria la mejora en tiempos muertos.

La línea de producción se encontraba con tiempos desequilibrados, lo cual se tomó la decisión de agregar tareas a operadores que podían hacer dos cosas en vez de una, así los operadores que hacían tareas en muy poco tiempo se les asigno otras tareas en otra línea donde se ocupaba más de su presencia, dejando que esta línea solo la trabajaran dos operadores y realizar el balanceo de líneas

Se llevo a cabo el diagrama de Spaguetti. Es la representación de cómo es el movimiento de los operarios dentro de su puesto de trabajo, busca conocer cada movimiento del empleado para posterior buscar cual es el orden más lógico de las máquinas, armarios, otros puestos de trabajo y ganar en eficiencia dentro de la empresa, en primer lugar, reduciendo tiempos de desplazamientos de operarios y aumentando el rendimiento de producción.

RESULTADOS

Antes de la implementación del layout y del Balanceo de la línea:

Tabla 1. Tiempos de operación en la línea de producción.

	TIEMPOS DE OPERACIÓN	OPERACIÓN	HORAS DE TRABAJO DIARAS	OVER TIME DIARIO	SUELDO DIARIO
OPERADOR #1	5 min	acomodar el tubo	8 hrs	2.5 hrs	\$780
OPERADOR #2	20 min	maquinar la rosca	8 hrs	2.5 hrs	\$780
OPERADOR #3	5 min	detallar rosca	8 hrs	2.5 hrs	\$780
OPERADOR #4	10 min	fosfatar rosca	8 hrs	2.5 hrs	\$780
TOTAL	42 min por rosca				

Antes de la implementación del layout en la empresa de maquinados no existía un balance en la línea a de producción, ya que los tiempos estaban en un desnivel muy notorio. La meta total diaria para la producción de roscas Drill Collar son 15 roscas por día, las cuales cada rosca salía en 42 min, lo que tomaba las 8 horas de trabajo establecidas por la empresa más 2.5 horas extra diarias de trabajo que se tenían que implementar para alcanzar la meta de 15 roscas por día.



**IMPLEMENTACIÓN DE KAIZEN EN UNA EMPRESA DE MAQUINADOS INDUSTRIALES
 EN LA CIUDAD DE REYNOSA TAMAULIPAS**

Tabla 2. Valor de rosca en precio unitario, ingresos diarios, semanales y mensuales.

Precio por rosca	Roscas diarias	Ingreso diarios	Ingreso semanal	Ingreso mensual
\$1,500	15 roscas	\$22,500	\$112,500	450,000

En la tabla 2 podemos encontrar el precio de las roscas y el total de ingresos diarios, semanal y mensual a la empresa de maquinados.

Tabla 3. Salario diario, semanal y mensual de un operador en la línea de producción.

	Salario diario	Salario semanal	Salario mensual
OPERADOR #1	\$780	\$4,680	\$18,720
OPERADOR #2	\$780	\$4,680	\$18,720
OPERADOR #3	\$780	\$4,680	\$18,720
OPERADOR #4	\$780	\$4,680	\$18,720
		total mensual	\$74,880

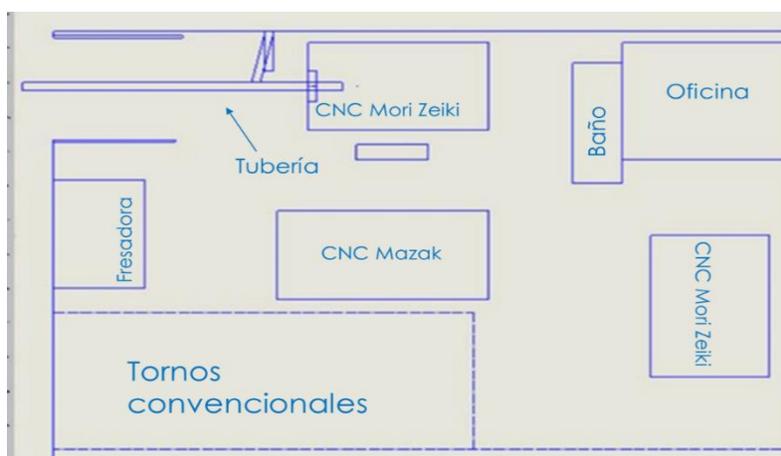


Figura 1. Layout antes de la implementación de mejora continua.

IMPLEMENTACIÓN DE KAIZEN EN UNA EMPRESA DE MAQUINADOS INDUSTRIALES EN LA CIUDAD DE REYNOSA TAMAULIPAS

Después de la implementación del layout:

Tabla 4. Nuevos tiempos de operación, operaciones, horas de trabajo, over time y salario diario de los operadores después del balanceo de la línea.

	TIEMPOS DE OPERACIÓN	OPERACIÓN	HORAS DE TRABAJO DIARAS	OVER TIME DIARIO	SUELDO DIARIO
OPERADOR #1	3 min	acomodar el tubo	8 hrs	1.5 hrs	\$660
OPERADOR #2	20 min	maquinar la rosca	8 hrs	1.5 hrs	\$660
OPERADOR #1	5 min	detallar rosca	8 hrs	1.5 hrs	\$660
OPERADOR #1	10 min	fosfatar rosca	8 hrs	1.5 hrs	\$660
	38 min por rosca				
TOTAL					

Existe un cambio radical en el balanceo de la línea de producción con la implementación del nuevo layout. Se le asignaron nuevas tareas al operador #1 abarcando el trabajo que antes era de los operadores #3 y #4. El tiempo de operación del operador #2 es de 20 min y el tiempo de operación del operador #1 es de 18 min reduciendo notoriamente los tiempos muertos de operadores.

Tabla 5. Salario diario, semanal y mensual de los operadores después del balanceo de la línea.

	Salario diario	Salario semanal	Salario mensual
OPERADOR #1	\$660	\$3,300	\$13,200
OPERADOR #2	\$660	\$3,300	\$13,200
		total mensual	\$26,400

Podemos observar que los operadores trabajan menos tiempo extra y por ende la empresa se ahorra un 64.74% en pagos mensuales a operadores de la empresa de maquinados.

Se puede observar en la figura 2 cuando la mejora ha sido implementada la reducción de espacios

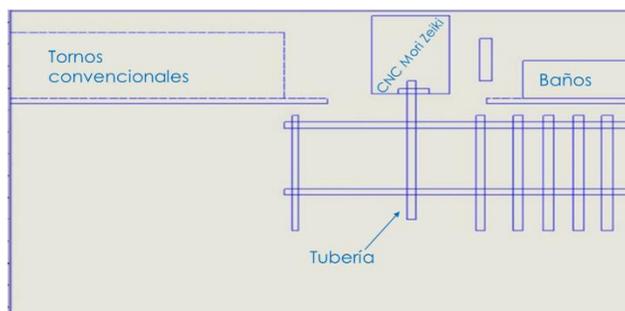


Figura 2. Layout después de la mejora continua implementada.



IMPLEMENTACIÓN DE KAIZEN EN UNA EMPRESA DE MAQUINADOS INDUSTRIALES EN LA CIUDAD DE REYNOSA TAMAULIPAS

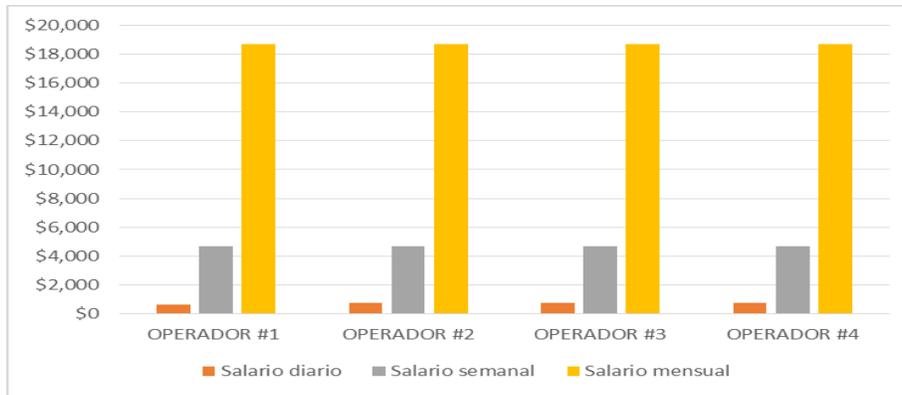


Fig. 3. Sueldos antes de la implementación del layout y del Balanceo de líneas

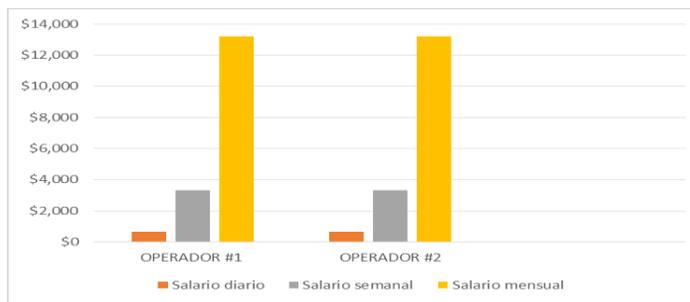


Fig. 4. Gráfica de sueldos después de la implementación del layout y del balanceo de la línea

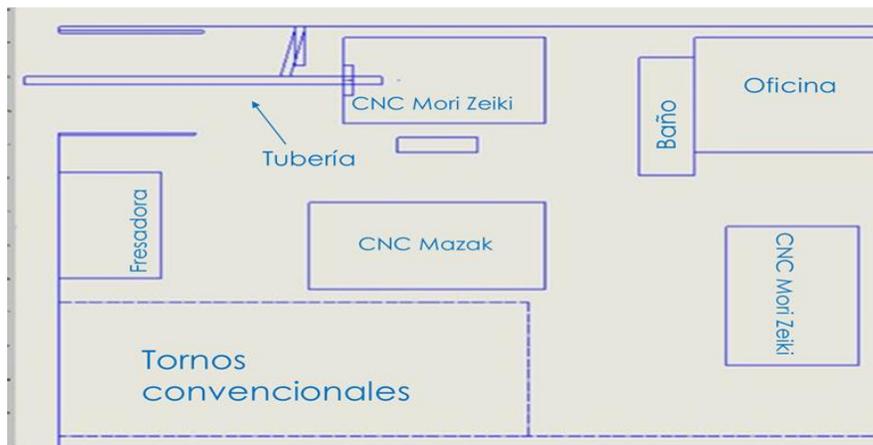


Figura 5. Antes de la mejora continua.

IMPLEMENTACIÓN DE KAIZEN EN UNA EMPRESA DE MAQUINADOS INDUSTRIALES EN LA CIUDAD DE REYNOSA TAMAULIPAS

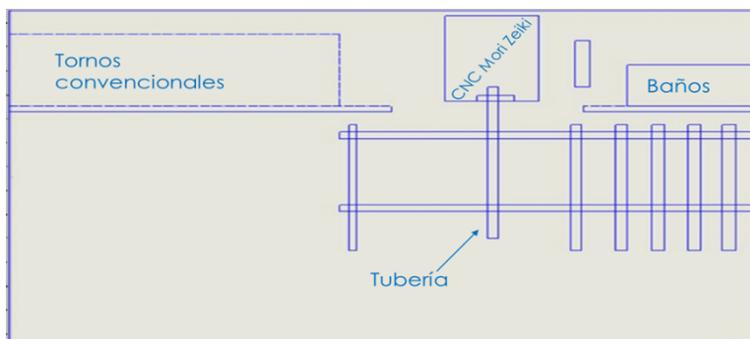


Figura 6. Después de la mejora continua.

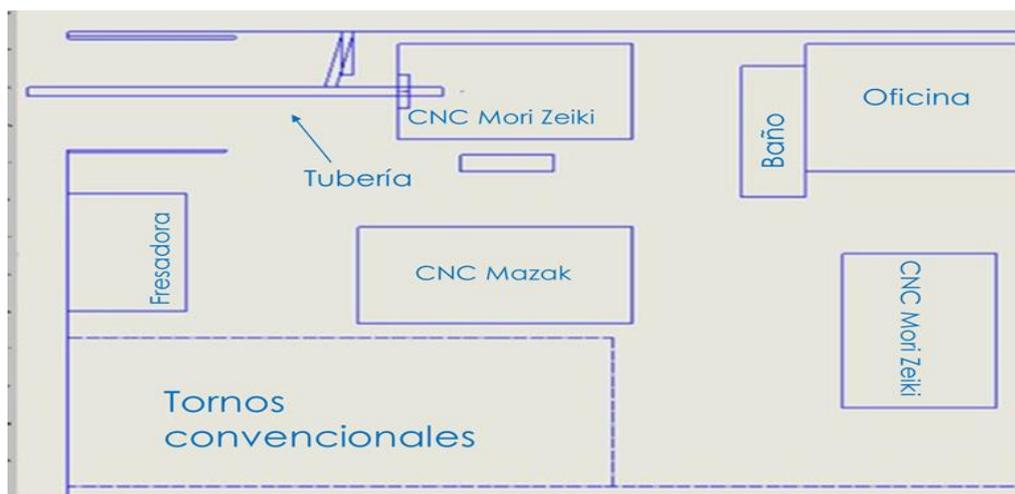


Figura 7. Recorrido de los operadores en la línea de producción antes de la mejora continua

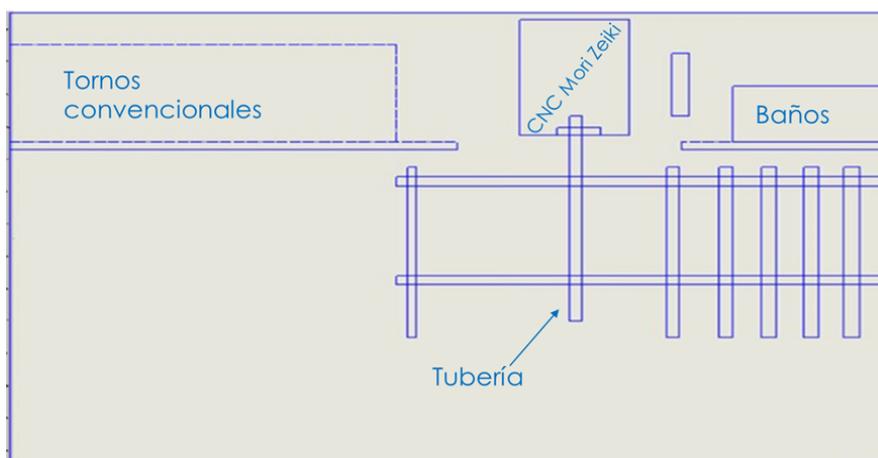


Figura 8. Recorrido de los trabajadores Implementando la mejora continua

IMPLEMENTACIÓN DE KAIZEN EN UNA EMPRESA DE MAQUINADOS INDUSTRIALES EN LA CIUDAD DE REYNOSA TAMAULIPAS

La mejora continua, si se quiere, es una filosofía que intenta optimizar y aumentar la calidad de un producto, proceso o servicio. Es mayormente aplicada de forma directa en empresas de manufactura, debido en gran parte a la necesidad constante de minimizar costos de producción obteniendo la misma o mejor calidad del producto, porque como sabemos, los recursos económicos son limitados y en un mundo cada vez más competitivo a nivel de costos, es necesario para una empresa manufacturera tener algún sistema que le permita mejorar y optimizar continuamente.

Hay varias metodologías asociadas a la Mejora Continua; entre ellas están Lean Manufacturing, Six Sigma, Kaizen, entre otras, pero podemos decir que la piedra angular de la Mejora Continua en cualquier ámbito de los procesos, productos y/o servicios.

En los estudios previos se puede apreciar los resultados de cada ingeniero industrial que ahorro dinero a sus empresas con sus proyectos y diferentes metodologías utilizadas para la mejora continua en cada una de sus empresas en diferentes partes del país. La ingeniero Karla Flores realizó un gran trabajo con su proyecto de mejora continua implementando un kanban de tarjetas ahorrando un 55% de lo que se estaba invirtiendo mensualmente en esa línea de producción. El ingeniero Manuel Jiménez logró ahorrar un 31% de lo que se invertía en su línea de producción gracias a la implementación de un método andon, mientras tanto el ingeniero Jesús con su proyecto de un poka yoke financieramente a su empresa un 47% de lo que se llegó a invertir en su línea de producción.

Cabe destacar que su servidor Jorge Hernández realizo un ahorro financiero del 67% gracias al balanceo de la línea de producción implementando un layout en la empresa MAQYRO S.A DE C.V.

CONCLUSIONES

El objetivo principal de este proyecto era solucionar la problemática que existía en la empresa MAQYRO S.A. DE C.V. La empresa sufrió una crisis financiera muy fuerte debido a la reforma energética que se implementó en México en el año 2012 por el presidente electo aquel año, debido a las circunstancias se tuvo que reducir el 80% del personal con el que se contaba para la fabricación de roscas en piezas de perforación petroleras. Así como también la empresa se vio afectada en dejar las instalaciones con las que contaba y se tuvieron que mover con toda la maquinaria y herramientas a otro lugar con espacios más reducidos, lo cual fue difícil debido a los tamaños de los tornos y la cantidad con los que la empresa contaba, esto afectó en gran manera la forma de trabajar de los operadores ya que contaban con un espacio reducido por causa a las dimensiones que la maquinaria ocupaba en la nueva planta.

A futuro la empresa se vio afectada con problemas nuevos, tales como líneas de producción con desperdicios, afectando económicamente a la empresa MAQYRO S.A. DE C.V.

Cuando una línea de producción no está correctamente balanceada crea muchos desperdicios, tales como lo son el tiempo de espera, movimientos y talento, en este caso los tres influyen mucho en esta línea de producción.

Se buscó soluciones y se logró concluir que un nuevo layout sería la solución adecuada para ayudar el balanceo de la línea, también la capacitación del personal para que así el operador #1 pudiera realizar más tareas para casi igualar el tiempo de trabajo del operador #2 y así solo manejar la línea de producción con solo dos operadores.

Como conclusión, gracias al diseño del nuevo layout y a la capacitación del personal, la empresa MAQYRO S.A. DE C.V. logro ahorrar un 64.74% de la inversión mensual que se realizaba en la línea de producción donde se fabrican roscas 3 ½ IF Drill Collar y se redujo el 10% de tiempo en fabricación por rosca.

**IMPLEMENTACIÓN DE KAIZEN EN UNA EMPRESA DE MAQUINADOS INDUSTRIALES
EN LA CIUDAD DE REYNOSA TAMAULIPAS****BIBLIOGRAFÍA**

Alvarez, Cesar. (2009). Ingeniería Industrial. Metodología Kaizen. EditorPrint; Lean Manufacturing. Retraído en Sep. 2019.

Arellano, Miguel T. (2001). Manufactura y Medición Completa. Gerencia Integral de Proyectos. Universidad del valle. Vistaprint DC. Retraído en Sep. 2019.

Artoleda, Vicente, G. (1998). Proyectos, Formulación y Control de Planta. Cali;AC Editores. Retraído en Agosto, 2019.

Chase, Richard B. (2001). Administracion de produccion y operaciones, octava edición, editorial McGraw-Hill interamericana, S.A. Santa Fe de Bogotá, Colombia.

Currie, R. M. (1979). Análisis y Medición del Trabajo, Primera Edición, Editorial Diana, México D.F. Retraído en Agosto, 2019.

Dounce Villanueva Enrique & Jorge Fernando Dounce Perez-Tagle. (2001). La productividad en el mantenimiento industrial. Tercera Edición, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México, Mexico. Retraído en Sep. 2019.

Emanuel, Kerry A. (2018). Introduccion a la Ingenieria Industrial. Edición avanzada, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. Retraído en Agosto, 2019.

Franklin, Enrique B. (1998). Organización de Empresas: Análisis, Diseño y Estructura, Editorial McGraw-Hill, México. Retraído en Dic. 2019.

Kramis, José L. (1985). Sistemas y Procedimientos Administrativos: Metodología para su aplicación en instituciones privadas y públicas. Segunda Edición, Editorial Pac. Retraído en Agosto, 2019.

Montgomery, Douglas C. (1990). Probabilidad y Estadística. Editorial McGraw-Hill, México. Retraído en Sep. 2019.

Mundel, Marvin E. (1985). Motion and Time Study, Sexta Edicion. Editorial Prentice Hall, New Jersey. Retraído en Dic. 2019.

Niebel, Benjamin. (1980). Ingeniería Industrial: Estudio de tiempos y movimientos. Tercera Edición. Alfaomega, México. Retraído en Agosto, 2019.

Niebel Benjamin W. (2004). Ingeniería Industrial: Metodos, Estandares y Diseño del trabajo. Onceava Edición, Editorial Alfaomega, México. Retraído en Agosto, 2019.

Oficina Internacional del Trabajo. (2002). Introducción al Estudio del Trabajo, Cuarta Edición, Editorial Limusa. México. Retraído en Sep. 2019.

Salazar, Bryan L. (2016). Ingeniería Industrial Online. Diseño y distribución en planta. Universidad Autónoma del Occidente. Retraído en Dic. 2019.

Sumanth, David J. (1990). Ingeniería y Administración de la Productividad: Medición, Evaluación, Planeación y Mejoramiento de la Productividad en las Organizaciones de Manufactura y Servicio. Editorial McGraw-Hill, México. Retraído en Sep. 2019.

Sapag Puelma, J. (2007). Evaluación de proyectos (1st ed.). Ingeniería Económica, Evaluación de Proyectos, Diseño del Producto. Colombia, Bogotá: McGraw-Hill Interamericana. Retraído en Dic, 2019.

Torres, José A. (2016) Formato Interno de Control de Accidentes. Historial de registros Maqyro, México. Retraído en Nov, 2019