



Revista Electrónica Tecnología e Innovación Para el Desarrollo Local
3ra. Edición. Diciembre 2022
Rediseño del Sistema de Corte y Empaque en la Línea de Fabricación de Tubería en
Acero
Aplicando Autodesk InventorIng
T.S.U. Elena Ivette Logan Alfaro, Dr. Wilmer Méndez
Depósito Legal: TR2022000003



**REDISEÑO DEL SISTEMA DE CORTE Y EMPAQUE
EN LA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE TUBERÍA EN ACERO
APLICANDO AUTODESK INVENTOR**

T.S.U. Elena Ivette Logan Alfaro
Email: loganalfaroe@uvm.edu.ve
Dr. Wilmer Méndez
Email: mendezw@uvm.edu.ve



REDISEÑO DEL SISTEMA DE CORTE Y EMPAQUE EN LA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE TUBERÍA EN ACERO APLICANDO AUTODESK INVENTOR FABRICACIÓN DE TUBERÍA EN ACERO APLICANDO AUTODESK INVENTOR

RESUMEN

La manufactura de tubos en la empresa Perfiles en Frío PERFRICA, C.A., representa el proceso medular de la organización, por lo que mantener la calidad de sus productos y procesos es un factor esencial para la continuidad del negocio. Sin embargo, se han evidenciado una serie de fallas en una de sus líneas de producción de tubos, presentando muy baja confiabilidad en sus dos últimas etapas del proceso, específicamente en el sistema de corte y empaque, generando una serie de consecuencias que inciden directamente en los objetivos de la empresa. Es por ello que, manteniendo un enfoque en la mejora continua del sistema de gestión de la calidad de la organización, mediante este proyecto de investigación, basado en una metodología de diseño documental de campo no experimental, aplicando mediante la observación directa, sobre el sistema de corte y empaque de la línea de producción de tubos, con el uso de listas de chequeo desarrolladas para realizar el diagnóstico de las condiciones estructurales y funcionales actuales, así como determinar los requisitos de diseño para el cumplimiento con las especificaciones del producto y del proceso, se plantea un rediseño al sistema de corte y empaque aplicando Autodesk Inventor, como herramienta CAD, para generar los planos de los equipos y componentes que se requieren para presentar un diseño como propuesta que permita la mejora de la operatividad, productividad así como de las condiciones de operación de las últimas dos etapas del proceso.

Palabras clave: sistema productivo, diseño industrial, Inventor.



REDESIGN OF THE CUTTING AND PACKAGING SYSTEM IN THE STEEL PIPE MANUFACTURING LINE APPLYING AUTODESK INVENTOR

ABSTRACT

The manufacture of tubes in the company Perfiles en Frío PERFRICA, C.A., represents the core process of the organization, so maintaining the quality of its products and processes is an essential factor for business continuity. However, a series of failures have been evidenced in one of its tube production lines, presenting very low reliability in its last two stages of the process, specifically in the cutting and packaging system, generating a series of consequences that directly affect company goals. That is why, maintaining a focus on the continuous improvement of the organization's quality management system, through this research project, based on a non-experimental field documentary design methodology, applied through direct observation, on the system cutting and packaging of the tube production line, with the use of checklists developed to diagnose the current structural and functional conditions, as well as determine the design requirements for compliance with the product and process specifications, a redesign of the cutting and packaging system is proposed, applying Autodesk Inventor, as a CAD tool, to generate the plans of the equipment and components that are required to present



a design as a proposal that allows the improvement of the operability, productivity as well as of the operating conditions of the last two stages of the process.

Keywords: production system, industrial design, Inventor.

INTRODUCCIÓN

Las organizaciones se mantienen en una evolución y cambios continuos, en la búsqueda de mejoras para sus procesos, productos o servicios. Las actividades de manufactura se ven enmarcadas en un dinamismo direccionado a la satisfacción de las diferentes partes interesadas de la empresa, siendo que la calidad de los productos es un factor determinante para la mantenibilidad en un mercado competitivo, la forma como se elaboran estos productos, es lo que define esa calidad. Por ello, contar con máquinas y equipos que estén de la mano con las nuevas tecnologías es imperativo para cualquier organización.

En este sentido, contar con herramientas tecnológicas que faciliten la búsqueda de alternativas de actualización de los equipos disponibles, implica una contribución importante para cualquier empresa. Tal es el caso de las herramientas CAD, específicamente, Autodesk Inventor, la cual, es una de las herramientas más versátiles que se emplean en la industria metalmecánica por sus funciones y su diseño dirigido a la creación de piezas o elementos mecánicos.



Actualmente, existen muchas empresas de manufactura en el mundo, que han dado pasos agigantados para avanzar hacia la generación de procesos industrializados inteligentes, vislumbrando un futuro nada distante de máquinas automatizadas, con la incorporación cada vez más, de nuevas y mejores tecnologías que permitan la optimización de los procesos. Es posible que para muchas empresas venezolanas del sector metalmecánico, este sea un escenario ideal apenas proyectado o en el mejor de los casos, estén dando sus primeros pasos. Un ejemplo notable, es el caso de la Empresa Perfiles en Frío PERFRICA, C.A.

La Empresa Perfiles en Frío PERFRICA, C.A., es una organización establecida con una trayectoria de negocios en el mercado venezolano, desde hace más de 40 años, tiempo, en el que ha evolucionado y ha incorporado a sus procesos de manufactura de tubería en acero, elementos requeridos para la mejora continua, no sólo para el producto sino también de los procesos. La empresa cuenta con una línea de corte para un producto semielaborado y con cuatro líneas de producción de tubos, en las que se fabrica la tubería, en diferentes geometrías.

A finales de los años setenta, se realizó la instalación de una de las primeras líneas de fabricación de tubos, la denominada Línea 12, donde se procesan tubos en una gama media en relación a las dimensiones, cuyas geometrías son redondas, cuadradas, y rectangulares, los cuales son empleados para la construcción y herrería en general, es una de las más antiguas, instalada desde la fundación de la empresa. Para ese entonces,



se contaba con equipos robustos y de muy buena tecnología para la época. Sin embargo, con el pasar de los años y el desgaste por el uso, se fueron convirtiendo en equipos con componentes y tecnologías manuales y analógicas, generando, además, continuas y cada vez más frecuentes limitaciones para el cumplimiento del mantenimiento preventivo, cuyos repuestos requeridos para su ejecución, son escasos en el mercado.

Es por esto que, en las etapas del proceso de conformación de la tubería, consideradas esenciales bajo los requisitos de norma, y que están asociadas con los acabados del corte, longitud y además, por requerimientos especiales de los clientes, relacionados con el empaclado, se han visto afectadas por la baja confiabilidad del equipo, lo cual, ha generado como consecuencia, incumplimientos en las especificaciones del producto, limitaciones para el mantenimiento preventivo, imposibilidad del cambio de repuestos y componentes, así como un proceso productivo ineficiente, en el que, se evidencian un incremento en las paradas operativas incurriendo en incumplimiento de la productividad, la falta de confiabilidad en las mediciones, que generan reclamos por parte de los clientes, el incremento en los reprocesos y desperdicios del producto así como en los costos de calidad, adicionalmente, las condiciones del proceso representan una fuente de riesgos para el personal que labora en el área de empaque, ocasionando un incremento en los índices de accidentes laborales.



En vista de la falta de confiabilidad en el sistema de corte y empaque de la tubería, debido, posiblemente, al estado general de obsolescencia, y a la falta de un área responsable exclusivamente de los proyectos, cuya responsabilidad hasta ahora, ha recaído sobre las áreas de Mantenimiento y de la Gerencia General de Operaciones, se planteó el rediseño del sistema de corte y de empaque en la línea de fabricación de tubería en acero aplicando Autodesk Inventor, como una mejora en la Empresa Perfiles en Frío PERFRICA, C.A., alternativa para incrementar la productividad y lograr la calidad del producto requerida. Por lo cual, se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Rediseñar el sistema de corte y de empaque en la línea de fabricación de tubería en acero aplicando Autodesk Inventor.

Objetivos Específicos:

Diagnosticar el estado actual del sistema de corte y de empaque en la línea de fabricación de tubería en acero en la Empresa Perfiles en Frío PERFRICA, C.A.

Determinar los requisitos de diseño de los equipos de corte y de empaque en la línea de fabricación de tubería en acero, para el cumplimiento con las especificaciones del producto y del proceso.



Rediseñar el sistema de corte y de empaque para la mejora en la línea de fabricación de tubería en acero aplicando Autodesk Inventor para la Empresa Perfiles en Frío PERFRICA, C.A.

SUSTENTO TEÓRICO

El sistema de corte y de empaque en la línea de producción de tubería en acero. Según Logan (2022), la línea de fabricación de tubos, denominada en la Empresa Perfiles en Frío Perfrica, C.A., como línea de conformado N° 12, es una de las máquinas con mayor antigüedad en el proceso de fabricación de tubería en acero, la cual produce materiales en tres tipos de geometrías, las mismas clasificadas en redondas, cuadradas y rectangulares, con materias primas en calidades de acero laminados en caliente, mayormente empleados para usos estructurales, y en aceros de aleaciones o calidades laminados en frío, para carpintería metálica o herrería.

La línea 12, cuenta con una serie de etapas para el conformado de los tubos, partiendo desde la etapa del devanado, con el proceso de incorporación de las materias primas (flejes), como producto semielaborado y preparación previa para el ingreso en la línea de producción, pasando por una serie de etapas tales como acumulado, formación, soldadura, calibración, hasta el sistema de corte y empaque, con las cuales, se obtiene la conformación final del material en un producto terminado, tubos, según las



especificaciones requeridas por las normas de fabricación y las necesidades de los clientes. Cada uno de los tubos es debidamente inspeccionado y por muestreo, es sometido a un conjunto de pruebas destructivas y no destructivas, para verificar el cumplimiento con las especificaciones y posteriormente, son almacenados para su respectiva entrega a los clientes.

Condiciones y necesidades de diseño del sistema de corte y empaque. De acuerdo a los fundamentos descritos para la distribución de plantas industriales, un sistema de corte y empaque para una línea de fabricación de tubos, debe cumplir con unas condiciones de diseño específicas, las cuales deben permitir un óptimo funcionamiento de los equipos que la conforman y de la cual también forman parte. Por lo tanto, se inicia por definir los aspectos relacionados con la distribución de planta.

Según lo menciona Vielma (2021), “la distribución de plantas se caracteriza por ser el proceso en el que se movilizan objetos, materiales y elementos propios del proceso productivo” (p. 68). La ubicación de cada elemento dentro de una instalación o planta industrial, es un factor determinante en la optimización de un proceso, en el cual, se pueden ver afectadas positiva o negativamente las operaciones. Por lo que, es necesario para una línea de fabricación de tubos que está conformada por una sucesión de equipos, que estos sean instalados de manera acorde con las recomendaciones del fabricante para lograr un óptimo funcionamiento.



Condiciones funcionales del sistema de corte y empaque. Un sistema de corte se requiere, según Logan (2012), para “asegurar que el material, cumpla con las especificaciones” (p.72), en cuanto a su longitud, acabado en el corte (tener la menor cantidad de rebabas posible), asegure la alineación óptima de la velocidad programada con el equipo principal y permita un área segura para el personal que opera alrededor del equipo. Además de, generar poco desperdicio de material durante el corte, genere bajos niveles de ruido o contaminación sónica, a nivel de componentes y repuestos, que estos sean accesibles y de fácil mantenimiento y operación.

La mesa de empaque debe estar debidamente fijada por medio de anclajes a la superficie del suelo y contar con elementos que faciliten las actividades de los operarios, tales como, la clasificación, marcaje, flejado manual o automático, identificación e inspección. La incorporación de bandas transportadoras para una mesa de empaque, puede depender de la calidad del acero con el que se fabrican los tubos. Por ejemplo, para la tubería elaborada en aceros laminados en frío, las bandas transportadoras ayudan a proteger el material de rayas o impactos.

Caso contrario que la tubería fabricada en acero laminado en caliente, puede generar un desgaste a las bandas transportadoras, por lo que es más recomendable el uso de guías y cadenas de arrastre. De acuerdo con lo indicado por Zabala (2008), “el ruido es inevitable en una fábrica de tubos, así que se debe de tratar de controlar” (p. 150), con el uso de equipos que dispongan de una tecnología más avanzada, que



permitan una operación intuitiva y armónica para mantener un mayor control sobre el proceso productivo. Esto es aplicable para el sistema de corte y empaque en la línea de fabricación de tubos.

Herramientas CAD (Autodesk Inventor). El Autodesk Inventor, es un software de diseño desarrollado especialmente para la construcción de piezas mecánicas. Sin embargo, su amplitud de uso como herramienta de diseño es extensa. Es empleado incluso, para la simulación del funcionamiento u operación de dispositivos diseñados con esta herramienta.

Se destaca la selección del Autodesk Inventor, para la elaboración de los planos del equipo, ya que, de acuerdo a lo especificado por el fabricante, Autodesk (2022), el cual indica que “mejora el rendimiento del producto, debido a que usa las poderosas capacidades de modelado y simulación 3D para diseñar y optimizar el rendimiento. Reduce las tareas repetitivas, ya que crea rápidamente configuraciones personalizables de tus diseños y automatiza las tareas comunes” (disponible en: <https://latinoamerica.autodesk.com/products/inventor/overview>).

Según explica Saldana (2012), “la aplicación de estándares creados desde el software CAD Autodesk Inventor 2012 se realiza desde el entorno de dibujo del programa, quien muestra una interface de fácil interacción, muy flexible, teniendo en consideración que la aplicación de estándares tiene el propósito de presentar los planos



de fabricación con rapidez, claridad y precisión en la información adjunta en los formatos normalizados” (p.11).

METODOLOGÍA

El tipo de investigación, corresponde a una investigación con un alcance descriptivo, explicativo y proyectivo, dado que se va a realizar un estudio de la situación real, análisis de las características, condiciones estructurales y funcionales del sistema de corte y de empaque de la línea de fabricación de tubos.

El diseño de la investigación es de campo no experimental, en vista de que la información que se requiere para el diseño, se debe obtener de forma directa del equipo, es decir, las mediciones y la información de base para la propuesta, debe ser obtenida del sistema de corte y empaque de la línea de producción de tubos, sin pretender alterar las condiciones del proceso o del equipo durante la investigación.

La población y muestra, está determinada únicamente por el sistema de corte y empaque de la línea de fabricación de tubos en acero, ubicada en la empresa Perfiles en Frío Perfrica, C.A., como objeto a ser estudiado directamente por el investigador, es decir, por observación directa sobre el equipo.

Se empleó la observación estructurada y no estructurada como técnicas para la recolección de datos. Empleando como instrumentos, un diario de campo, cámara



fotográfica, un computador con la herramienta CAD y un formulario diseñado como lista de cotejo o check list, cuya validez y confiabilidad, se debe a que ha sido diseñado bajo la orientación de las Normas Venezolanas COVENIN 2520:89 - Guía de evaluación de la gestión tecnológica en organizaciones industriales y COVENIN 2500:93 - Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Según se evidencia en los informes de gestión de los procesos de Producción, Control de Calidad, Ventas y Mantenimiento, para el último año se obtuvieron entre los resultados de las producciones generadas, valores que no cumplen con las metas de producción, además, existen un número de reclamos por parte de los Clientes, motivado a las fallas en el corte (excedente en la viruta producida durante el corte), el número de productos rechazados por Control de la Calidad debido a desviaciones con la longitud de los tubos, todos estos, afectando la productividad de la línea de fabricación de tubos.

Análisis de las condiciones actuales estructurales y funcionales del sistema de corte y empaque. De acuerdo a los datos recopilados en cada una de las listas de chequeo, y por la observación directa aplicada en los equipos durante su funcionamiento, se consideraron un total de once (11) ítems basados en las Normas Venezolanas COVENIN 2520:89 y 2500:93, para analizar las condiciones desde el punto de vista del



diseño, así como las condiciones estructurales y funcionales del sistema de corte y de empaque, de los cuales, se evidenció que seis (6) aspectos, describen la existencia de información documentada relacionada con el sistema de corte y de empaque, lo cual representa tan sólo el 55% de la documentación requerida según las normas, según se muestran los resultados obtenidos en las siguientes tablas:



Figura 1. Representación gráfica de los resultados obtenidos de la lista de chequeo.

Fuente: Logan (2022)



Figura 2. Representación gráfica de los resultados obtenidos de la lista de chequeo.

Fuente: Logan (2022)

Además, se pudo determinar que la empresa actualmente, cuenta con una serie de lineamientos establecidos para la línea de fabricación de tubos, tales como con una política enfocada en la calidad de los productos, metas y objetivos para el proceso de fabricación. Parte de su política, indica que “los productos son elaborados bajo



estándares de calidad y procesos contralados, enfocados en la mejora continua del sistema de gestión de la calidad”

En un análisis de causas presentado ante la Dirección, se determinó que uno de los principales factores que inciden en la desviación de estos objetivos, es la condición de obsolescencia del sistema de corte y de la mesa de empaque ya que existe una baja confiabilidad en sus componentes, debido a que los mismos presentan una gran cantidad de limitaciones para la ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo, motivado a que las principales partes susceptibles a cambio y que componen al sistema de corte, ya no se consiguen en el mercado por la data de los equipos.

En convergencia con lo indicado por Zabala (2008), debido a que el actual proceso de corte es completamente en seco, en el paso del disco de corte sobre la tubería, se producen altos niveles de ruido, así como el nivel de chispas que se desprenden del proceso, generan un mayor desperdicio de material, acumulación de residuos alrededor del equipo y riesgos en el personal que labora cerca del equipo. Adicionalmente, los discos de corte, son elementos que sufren un alto desgaste, debido a la fricción con los tubos, así como las mordazas que los sujetan durante el corte.

La estructura actual de la mesa de empaque, cuenta con una serie de láminas superpuestas en el carril principal, que reciben el tubo una vez cortado, el cual es descargado mediante un accionamiento neumático. Sin embargo, si se presentan fallas en el sistema de corte o en el suministro de aire comprimido (el compresor), la tubería



no se descarga, ésta continúa el recorrido o en otros casos no se desprende, generando dobles en el tubo que ocasiona daños a otros componentes de la línea y riesgos para el personal.

Según la revisión documental realizada, se evidenció que la empresa dispone de información documentada, necesaria para evidenciar la ejecución de las actividades productivas, tales como los diagramas de flujo de cada uno de los procesos, manuales de operación, de la programación del mantenimiento y de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo aplicadas al sistema de corte y de empaque de la línea de fabricación de tubos de acero. Sin embargo, también se evidenció en el instrumento (o en las listas de chequeo), que no existe documentación específica relacionada con los cambios aplicados al sistema de corte y de empaque ya que su diseño inicial ha sido modificado en los últimos años, tales como un manual de diseño y los planos iniciales ni vigentes de los equipos.

Análisis de las condiciones y necesidades requeridas para el diseño. La línea de producción está diseñada para fabricar tubería bajo una gama de laminados en frío y laminados en caliente. Para lograr la fabricación de estos tubos, se requiere de un equipo de corte que cuente con dispositivos acordes al diseño de la máquina y los productos que se planifican para fabricar.



En los resultados obtenidos, con la aplicación del instrumento diseñado para evaluar los requisitos de diseño de los equipos de corte y de empaque en la línea de fabricación de tubería en acero, para el cumplimiento con las especificaciones del producto y del proceso, se evidencia un 80% a favor de los requisitos de diseño del sistema de corte y un 73% para empaque.

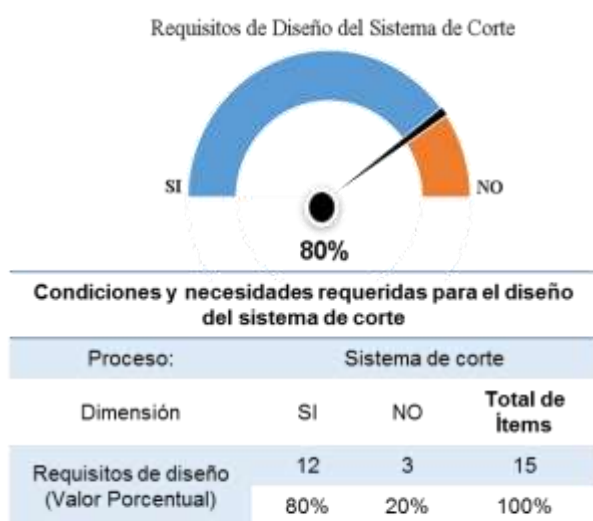


Figura 3. Representación gráfica de los resultados obtenidos de la lista de chequeo.

Fuente: Logan (2022)

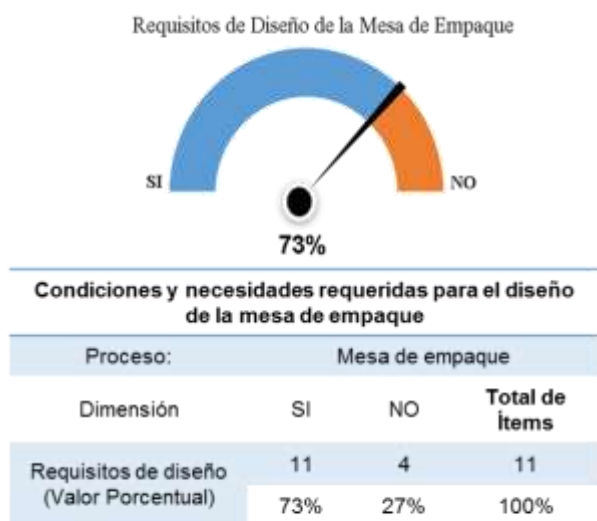


Figura 4. Representación gráfica de los resultados obtenidos de la lista de chequeo.

Fuente: Logan (2022)

Es necesario contar con planos del despiece de los componentes del sistema de corte y de empaque para facilitar las operaciones. Se debe contar con dispositivos que aseguren una lectura confiable para que la longitud de cada tubo se mantenga acorde con las especificaciones requeridas según la norma de fabricación.



En concordancia con Morales (2020) y Barriuso (2021), es necesario contar con componentes mecánicos cuya fabricación y características físico químicas aseguren una mayor durabilidad y resistencia al desgaste, a la fatiga y al deterioro debido al contacto con la tubería, principalmente, para la tubería elaborada con materia prima laminada en caliente. Contar con un equipo de corte en el cual se pueda emplear la misma emulsión que en el resto de la línea, contribuye a minimizar el desgaste de los componentes mecánicos del sistema de corte, obtener una mayor lubricación en el producto. A su vez, tanto la emulsión como una estructura de diseño más amplia (carcasa) sobre el sistema de corte, permite minimizar el nivel de ruido actual.

Mejoras aplicables al sistema de corte y de empaque. El sistema de corte y de empaque actualmente, se puede mejorar mediante la aplicación de un rediseño que permita mejorar la operatividad del equipo y la productividad de la línea de fabricación de tubos. Este rediseño incluye la incorporación de una sierra diseñada con una actualización tecnológica más avanzada, que esté acorde a las necesidades actuales de la empresa, para la producción de la gama de tubos que se requieren, además de los diferentes elementos que comprenden el sistema de corte, tales como por ejemplo, el encoder y el tablero de control de la sierra.

Tal y como lo describe Vielma (2021), se puede evaluar la ubicación actual del sistema de corte para disminuir la distancia de recorrido del material al momento del



corte, factor que incide en la mejora del acabado del corte, en el rendimiento de los tiempos de trabajo de los equipos y en la distribución de la línea en sus últimas etapas de fabricación para la seguridad del personal que labora en el área.

Además, es necesario aplicar una modificación a la mesa de empaque mediante la incorporación de una serie de componentes (rodillos) que permitan un proceso de operación continua, minimizando las fallas que existen actualmente en la línea de producción. Para ello, se presenta la propuesta del rediseño al sistema de corte y de empaque para la mejora en la línea de fabricación de tubería en acero aplicando Autodesk Inventor para la Empresa Perfiles en Frío PERFRICA, C.A.

CONCLUSIONES

Desde el diagnóstico del estado actual del sistema de corte y de empaque en la línea de fabricación de tubería en acero en la Empresa Perfiles en Frío PERFRICA, C.A., se evidenció mediante la aplicación de los instrumentos diseñados para la recolección de datos, la interacción directa con el proceso productivo y los equipos, que la línea actualmente no cumple con las metas establecidas ya que, sus condiciones de funcionamiento y estructura se encuentran en estado de obsolescencia por ser equipos instalados y en operaciones desde hace más de 40 años.

A fin de determinar los requisitos de diseño de los equipos de corte y de empaque en la línea de fabricación de tubería en acero, para el cumplimiento con las



especificaciones del producto y del proceso, con base en la fundamentación teórica, en la revisión y análisis de la información documentada del proceso, diseño y condición de los equipos, se evaluaron los factores asociados a los diferentes requisitos, incluyendo las necesidades, elementos y dispositivos requeridos para la mejora del desempeño y operación de la línea, los cuales, son necesarios para la propuesta del rediseño aplicable, el cual implica una mejora a nivel del proceso productivo, para el cumplimiento de los objetivos establecidos en la organización, incluyendo una mejora representativa para la calidad de los productos suministrados a los clientes y su satisfacción.

Y como tercer y último objetivo, en cuanto a rediseñar el sistema de corte y de empaque para la mejora en la línea de fabricación de tubería en acero aplicando Autodesk Inventor para la Empresa Perfiles en Frío PERFRICA, C.A., para la propuesta del proyecto, se realizaron un conjunto de planos con el empleo de la herramienta CAD Autodesk Inventor, con el fin de aportar a la organización, una herramienta de base para mantener información documentada que ilustre los cambios planteados en los equipos. Esto, pudiendo ser una mejora extensiva al resto de las líneas de producción, las máquinas, equipos o sus componentes.

En vista de las limitaciones en cuanto a las políticas de confidencialidad de los procesos internos de la empresa, se elaboró un rediseño de manera general de los equipos, los cuales permiten obtener una visión global de los componentes principales del sistema de corte y empaque. Sin embargo, son la base para la aplicación de un futuro



proyecto de mejora, en el caso de que la organización decida llevarlo a cabo para la línea de fabricación de tubería en acero, o emplearlos para cualquier modificación a bien en sus componentes.

Recomendaciones

Tomar en cuenta los diferentes requisitos del diseño planteados en la presente investigación, son necesarios para lograr la mejora del proceso de conformación de tubos en sus dos últimas etapas, el corte y empaque del material, así como para mejorar los objetivos establecidos en la organización, su productividad y para la mejora, desde el punto de vista de protección al personal que labora tanto en la sierra de corte como en la mesa de empaque.

Es necesario generar una base de datos que incluya los manuales de diseño, los cambios o modificaciones realizadas a los equipos y los planos requeridos con el despiece de cada una de las líneas de producción, las máquinas, equipos, componentes o dispositivos ya que esta información facilita las actividades e intervenciones de mantenimiento y en especial, en casos de futuros cambios o mejoras aplicables.

La herramienta CAD Autodesk Inventor, es una de las más recomendadas para la elaboración de los planos que se requieren en la empresa, ya que el programa, está diseñado especialmente para la creación de piezas mecánicas ofreciendo una amplia



versatilidad y además permite generar la simulación del movimiento y funcionamiento de las mismas.

LA PROPUESTA

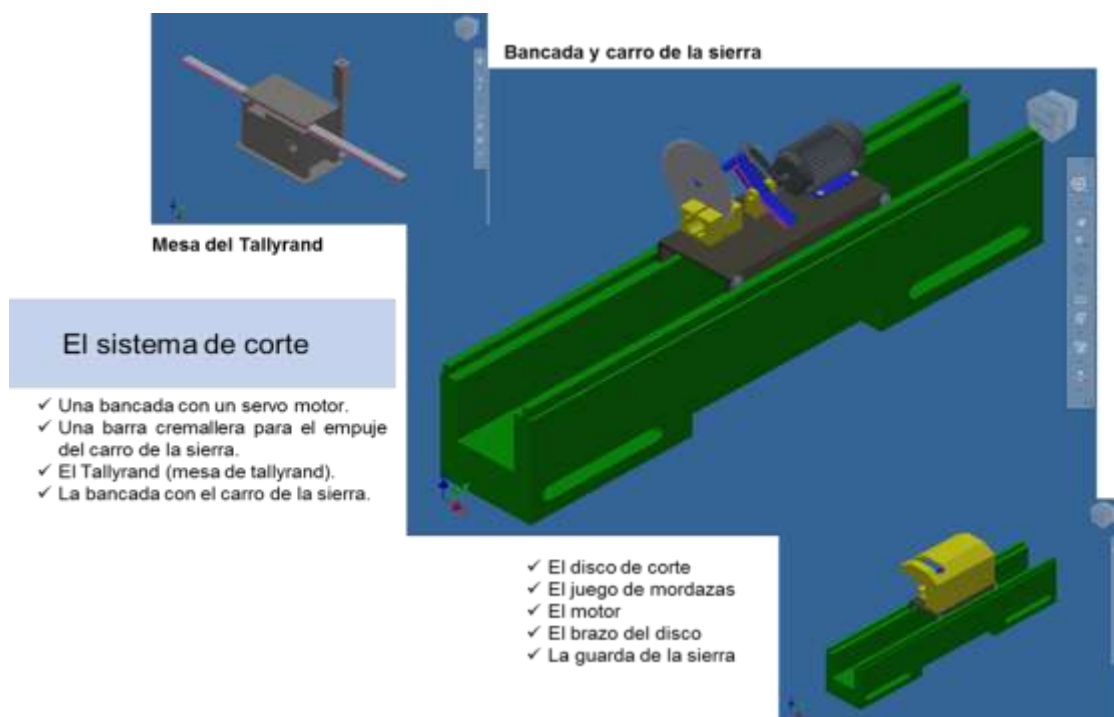
Se presenta la propuesta de “rediseño del sistema de corte y empaque en la línea de fabricación de tubería en acero aplicando Autodesk Inventor”, con el objetivo de mejorar el acabado en el corte de los tubos, cumplir con las especificaciones de calidad del producto terminado, principalmente en cuanto a la longitud requerida por las normas de fabricación y/o los clientes y mejorar el proceso de empaque del material conformado.

Esto para generar un beneficio conjunto, tanto en un incremento en la rentabilidad de la empresa con la disminución de los índices de reclamo, para mejorar la ergonomía del puesto de trabajo con un beneficio para el personal del área de corte y empaque, así como mejorar la disponibilidad de información documentada, en este caso, presentar los planos de los equipos, que se requieren en las áreas de Producción y de Mantenimiento para su gestión.



Revista Electrónica Tecnología e Innovación Para el Desarrollo Local
3ra. Edición. Diciembre 2022
Rediseño del Sistema de Corte y Empaque en la Línea de Fabricación de Tubería en
Acero

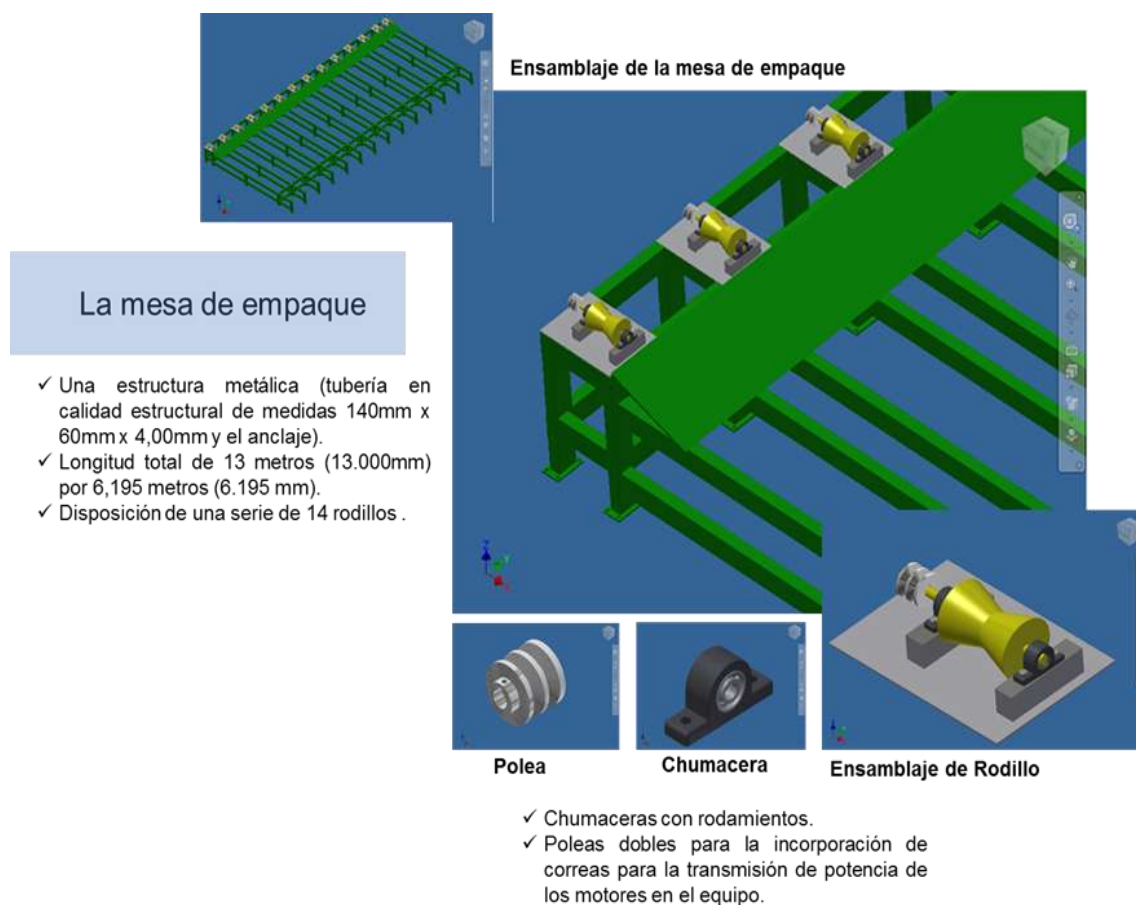
Aplicando Autodesk InventorIng
T.S.U. Elena Ivette Logan Alfaro, Dr. Wilmer Méndez
Depósito Legal: TR2022000003



Fuente: Elaboración propia



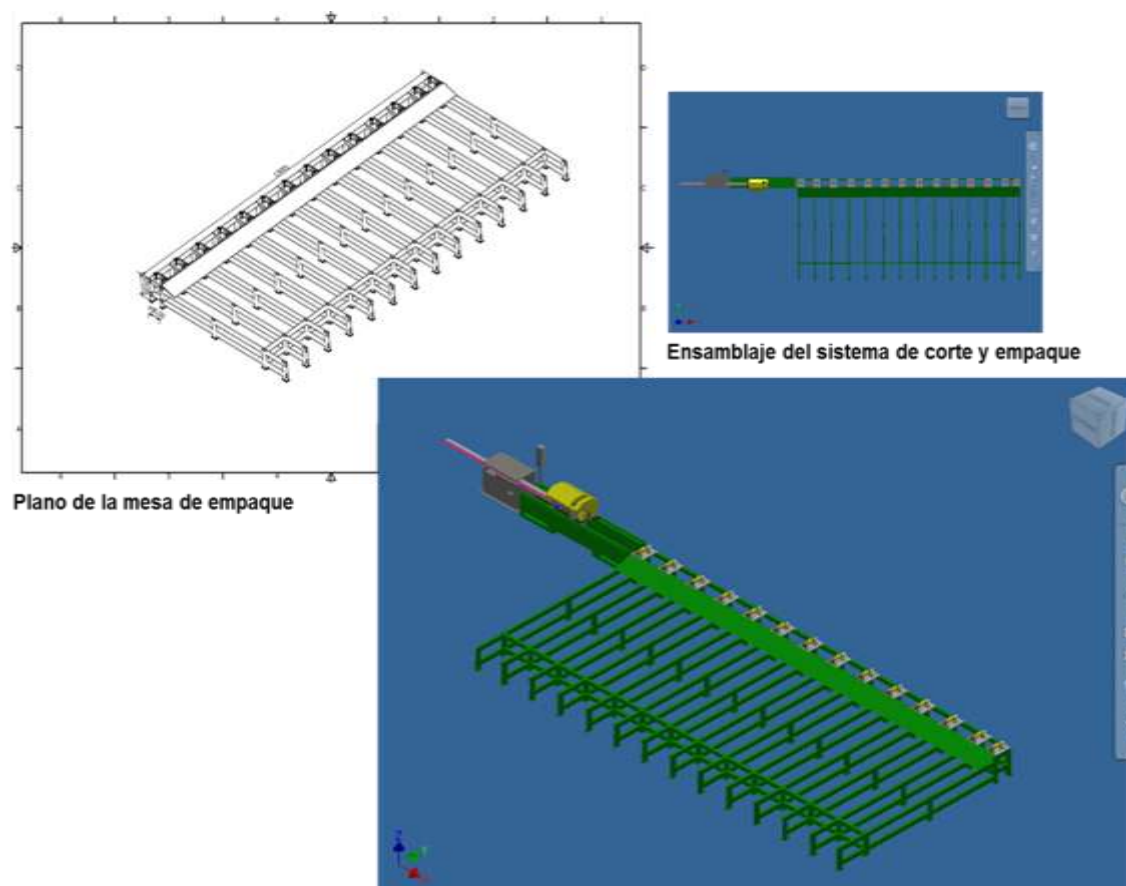
Imagen 2: La mesa de empaque



Fuente: Elaboración propia



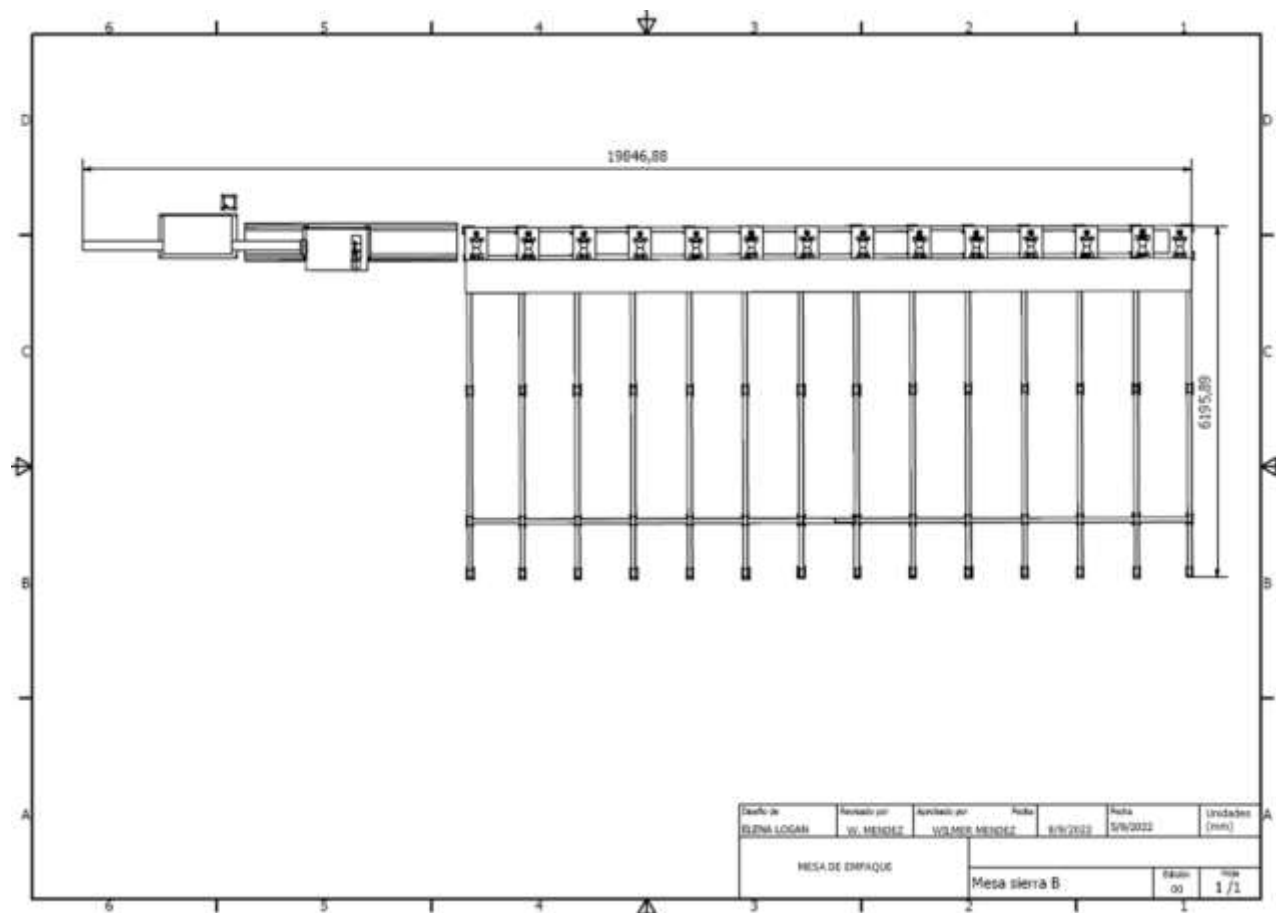
Imagen 2: Plano de la mesa de empaque



Fuente: Elaboración propia



Imagen 2: Plano de la mesa de empaque



Fuente: Elaboración propia

REFERENCIAS

Arias, F. (2006). *El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica* (6a. Ed.). Editorial Episteme.



https://www.academia.edu/23573985/El_proyecto_de_investigaci%C3%B3n_6ta_Edici%C3%B3n_Fidias_G_Arias_FREELIBROS_ORG

Autodesk (2002) Autodesk Inventor. Recuperado el 15 de julio de 2022, en <https://latinoamerica.autodesk.com/products/inventor/overview>

Balestrini, M. (2002). *Cómo se elabora el proyecto de investigación*. BL Consultores Asociados. Servicio Editorial. Sexta edición.

Bermúdez, S. (2013) *Sistema para empacar productos metálicos con énfasis en el factor humano en empresas fabricantes de mobiliario. Programa de Diseño Industrial, Pereira* (tesis para optar al título de diseñadora Industrial). Universidad Católica de Pereira. <https://repositorio.ucp.edu.co/handle/10785/1689>

Clemenza, C., Urbina, A., Rodríguez, R., Roncancio, A., Roncancio L. (1997). La pequeña y mediana industria metalmecánica ante el proceso de apertura petrolera. *Revista Venezolana de Gerencia, Vicerrectorado Académico - Luz*, 2 (4), 193-211, https://www.google.com/url?esrc=s&q=&rct=j&sa=U&url=https://produccioncientificcaluz.org/index.php/rvg/article/download/8816/8806/&ved=2ahUKEwjNmJP8qPb6AhVbTDABHQLtAV8QFnoECAcQAg&usg=AOvVaw1n_XUqt-kWnPFDhUk5c6nh

Gómez, J. (2005). *Desarrollo de la creatividad*. Fondo Editorial Fachse, Lambayeque. <https://www.aacademica.org/jose.wilson.gomezcuppa/5.pdf>

Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6ta ed.). México: McGraw Hill.

Logan, E., Pérez P. Araujo, J. (2016). *Procedimiento para la manufactura de tubos de línea 12*. Empresa Perfiles en Frío Perfrica, C.A. Versión 00.



Logan, E. (2012). *Propuesta de mejora en la planeación y control de la producción para la línea de corte de bobinas de acero laminado en frío Slitter (Caso: Empresa Perfiles en Frío Perfrica, C.A.)* (tesis para optar al título de Técnico Superior Especialista en Calidad y Productividad). Universidad de Carabobo - Convenio IUTI – UC. Caracas.
<http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/4814/elogan.pdf?sequence=1>

Logan, E. (2006). *Diseño de un banco de pruebas para bombas de superficie (reciprocantes) marca Gardner Denver 6" x 4" x 6" en la Empresa PDVSA, Distrito Sur San Tomé* (informe de pasantía para optar al título de Técnico Superior en Mecánica). Instituto Universitario de Tecnología José Antonio Anzoátegui, El Tigre.

Maquinaria Barriuso. (diciembre 2021). *Tipos de sierra industrial y sus distintos usos*. Recuperado el 15 de julio de 2022, en:
<https://www.maquinariabarriuso.com/magazine/tipos-de-sierra-industrial>

Morales, A. (2020) *Propuesta para mejorar la eficiencia de producción de tubería redonda, en la línea Yoder 35-2, enfocado en la etapa de alimentación de materia prima, formado y corte, de la Industria de Tubos y Perfiles S.A.* Licenciatura thesis, Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/>

Norma Venezolana COVENIN 2500 (1993). Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria. Comisión Venezolana de Normas Industriales. 1° revisión.



Norma Venezolana COVENIN 2520 (1989). Guía de evaluación de la gestión tecnológica en organizaciones industriales. Comisión Venezolana de Normas Industriales.

Posadas, M. (2019) *Análisis y mejora en el rendimiento del corte de acero al carbono, utilizando sierras circulares de fresa lenta en molinos industriales, en una empresa que fabrica tubería estructural, industrial y cañería*. Licenciatura thesis, Universidad de San Carlos de Guatemala.
<https://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoUSAC13706/Details>

Prieto (2020) *Diseño de una máquina para el corte de láminas de empaque flexible para flores en la empresa CRISTAPACK S.A.S.* (proyecto integral de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico). Fundación Universidad de América, Bogotá. Colombia.

<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7894/1/4142851-2020-1->

[IM.pdf&ved=2ahUKEwjTsrj4_vr4AhVXcDABHdU7DssQFnoECAYQAg&usq=AOvVaw1OAGrQFTIArv3vadBXUEvZ](https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7894/1/4142851-2020-1-IM.pdf&ved=2ahUKEwjTsrj4_vr4AhVXcDABHdU7DssQFnoECAYQAg&usq=AOvVaw1OAGrQFTIArv3vadBXUEvZ)

Quispe, E. (2018) *Diseño de un sistema automatizado para un equipo de sellado al vacío en una empresa de fabricación de maquinarias en acero* (tesis para optar al título de Ingeniero Mecatrónico). Universidad Tecnológica del Perú.
<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/1578>

Sabino, C. (1992). *El Proceso de Investigación*. Ed. Panapo, Caracas.
<https://hormigonuno.files.wordpress.com/2010/10/el-proceso-de-investigacion-carlos-sabino.pdf>

Sabino, C. (1978). *Metodología de Investigación. Una introducción teórico-práctica*. El CID Editor.



- Sánchez, E., & Jiménez, J. (2017). *Diseño y construcción de un prototipo de máquina de pultrusión y estudio experimental de las variables para la obtención de perfiles "O" de material compuesto con matriz termoestable* (tesis para optar al título de Magíster en Diseño, Producción y Automatización Industrial). Escuela Politécnica Nacional de Quito, Ecuador. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17384>
- Torres, M. (2021). *Diseño de cabezal para la transformación de una fresadora convencional a una máquina de control numérico computarizado en la Empresa SUSEIM, C.A.* (tesis para optar al título de Ingeniero Industrial). Decanato de Ingeniería de la Universidad Valle del Momboy. Estado Trujillo, Venezuela.
- Vielma, R. (2021). *Manual de diseño y distribución de plantas industriales basado en CAD para la Universidad Valle del Momboy* (tesis para optar al título de Ingeniero Industrial). Escuela de Ingeniería Industrial. Estado Trujillo, Venezuela.
- Yacuzzi, E., Martín, F. (s.f.). QFD: Conceptos, Aplicaciones y Nuevos Desarrollos. Universidad del Cema y Aventis Pharma. <https://ucema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/234.pdf>
- Zavala, G. (2008). *Optimización y mejora de la eficiencia en la manufactura de Tubos de 1/2" a 4" pulgadas, en una fábrica de tubos de acero* (tesis para optar al título de Ingeniero industrial). Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4095/1/T-ESPEL-0448.pdf>