UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

SEDE CONCEPCION - REY BALDUINO DE BELGICA

PROPUESTA DE MEJORA A ARCO DE MESA ENZUNCHADORA, EN CELDA ROBÓTICA, PLANTA PILOTO INCHALAM

Trabajo De Titulación Para Optar al Título Profesional Ing. de Ejec. en Mantenimiento Industrial

Alumno:
Pablo Esteban Leal Agüero.

Profesor Guía:
Marcelo Quiroz Neira

Profesor Correferente:
Aldo Fuentes Troncoso.

2021

DEDICATORIA

El presente trabajo es fruto del esfuerzo y constancia realizada no solo por mí si no por un gran grupo de personas que siempre me prestó ayuda, apoyo y la dedicación de su tiempo para poder ampliar mis conocimientos en el área de la mecánica industrial.

Dedicado a mi madre y padre, Erika y José por la confianza depositada en mí, por el esfuerzo y dedicación que pusieron en mi crecimiento como persona y estudiante, siendo este trabajo fruto de años de esfuerzos para formarme como un joven universitario íntegro y esforzado.

A mi profesor guía Don Marcelo Quiroz Neira por su innegable apoyo, paciencia y preocupación por mí y mi trabajo, en un tiempo donde no me encontraba bien ya sea por el contexto sanitario de la época, así como también por motivos personales, en el siempre encontré apoyo, comprensión y orientación muchísimas gracias, por su gran sentido de la docencia y compromiso con sus estudiantes.

Dedicado a mis compañeros y colegas de diferentes instituciones que supieron apoyarme, guiarme y enseñarme nuevas formas o métodos de trabajo y análisis en mis primeros años en el mundo laboral, donde me introduje a un mundo nuevo y desconocido para mí, un estudiante sin experiencia en el área industrial. También dedico este presente trabajo a cada uno de los docentes e instructores que aportaron con sus conocimientos y experiencias en mi formación como profesional.

También dedicado a mí amigo, compañero y mascota Junior por siempre hacerme compañía en las largas noches y madrugadas estudiando y realizando trabajos, sin duda su compañía es un gran apoyo.

A todos ellos muchísimas gracias.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Aumentar la producción en la planta piloto de la industria inchalam S.A., más específicamente del conjunto de equipos denominado celda robótica de dicha área, la cual está encargada de paletizar los rollos de mallas hexagonales, de diferentes mediadas, que ahí se producen. Para eso analizaremos la situación actual del sistema mediante indicadores de mantenimiento y herramientas de mejora.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer los equipos del área, el proceso productivo, la materia prima y el problema a solucionar.
- Agrupar y analizar datos del área utilizando los indicadores de mantenimiento y herramientas de diagnóstico como lo es el diagrama de Pareto
- Diseñar propuesta de arco zunchador, con su diseño, cálculos y selección de componentes.
- Evaluar económicamente la implementación de las mejoras propuestas.

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo proponer una mejora al sistema de paletizado de los rollos de mallas hexagonales, producidas en el área de la planta piloto en Inchalam planta Talcahuano.

El problema radica en la caída de rollos dentro de la celda robótica, la cual se encarga de paletizar los productos terminados. Esta celda paletiza rollos de mallas hexagonales y lo hace por medio de una serie de pasos que se explicaran en el presente trabajo, pero a grandes rasgos el proceso seria, que en un primer paso los rollos de malla son etiquetados y enzunchados en parejas, para luego ser depositados en un palet, hasta llenar el primer nivel con una cantidad de 5 rollos (el palet posee 25 rollos, 5 rollos por cada uno de sus 5 niveles), para llenar los 5 rollos se enzuncharan en 2 parejas y un rollo solo en medio de ambas parejas.

Esta celda robótica es completamente automatizada, y su defecto se debe a la distancia de los arcos zunchadores, lo que le imposibilita el poner zunchos en cada extremo al par de rollos menores de 1,8 metros de largo principalmente los rollos que caen del proceso son de 1.5 metros, ya que los menores a dicha medida quedan solo con un zuncho en uno de sus extremos, esto debido a la distancia (1,60 m) entre los arcos zunchadores de la mesa.

La solución actual a dicho problema era el ingreso del operador a la celda robótica para levantar dichos rollos interrumpiendo el trabajo de la celda (se detiene por seguridad ante un ingreso a su perímetro cerrado), dicha celda robótica es alimentada por una cinta transportadora que recibe los rollos de mallas desde el conjunto de máquinas tejedoras de mallas y tecles, ambos manuales activados por los operadores del área.

El hecho de que se detenga de la celda, el cual es un equipo crítico en la producción del área, debido al alto flujo que presenta la cinta, genera una saturación en dicha cinta, impidiendo a los operadores de las máquinas tejedoras, continuar con la producción a su máxima eficiencia.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO 2
1.1 Inchalam 3
1.2. Materia prima 5
1.3 Proceso productivo 6
1.4 Celda Robótica 11
1.5 Definición Del Problema 17
CAPÍTULO II ANÁLISIS DE DATOS Y DIAGNÓSTICO 19
2.1 Indicadores del mantenimiento 20
2.2 Clasificación de los indicadores de mantenimiento 20
2.3 Análisis de falla 24
2.4 Datos de la celda robótica 28
2.5 Diagnostico del Equipo 33
CAPÍTULO III PROPUESTA DE MEJORA 39
3.1 Mesa zunchadora actual 40
3.2 Propuesta de mejora a mesa zunchadora 43
CAPÍTULO IV : ANÁLISIS FINANCIERO 47
4.1 Pérdidas y sus frecuencias 48
4.2 Costos de las mejoras propuestas 48
4.3 Beneficios de las propuestas 51
CONCLUSIÓN 55
BIBLIOGRAFÍA Y LINKOGRAFIA 56
ANEXO 1 57
ANEXO 2 58
ANEXO 3 59
ANEXO 4 60

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1: Ingreso de alambrón a la planta 5

Ilustración 1-2: Diagrama de Flujo de la planta 7

Ilustración 1-3: Diagrama de flujo de mallas hexagonales 8

Ilustración 1-4: Maquina tejedora de mallas, Wafios DF32 9

Ilustración 1-5: Maquina tejedora de mallas, Wafios VDF80 10

Ilustración1-6: Cinta trasportadora del área 10

Ilustración 1-7: Producto del área, malla Ecosol 11

Ilustración 1-8: Producto del área, malla 5014 11

Ilustración 1-9: Orbital, encargado de poner film a los productos 12

Ilustración 1-10: Ingreso a la celda robótica 12

Ilustración 1-11: Mesas acumuladoras 13

Ilustración 1-12: Dispensador de Palets 13

Ilustración 1-13: Mesa rodillos 14

Ilustración 1-14: Carro de salida 14

Ilustración 1-15: Brazo robótico 15

Ilustración 1-16: Mesa zunchadora 16

Ilustración 1-17: línea de embalaje 16

Ilustración 2-1: Formula MTBF 21

Ilustración 2-2: Fórmula MTTR 22

Ilustración 2-3: Formula Disponibilidad 23

Ilustración 2-4: Formula de Confiabilidad 23

Ilustración 2-5: Ejemplo cálculo de porcentaje individual 27

Ilustración 2-6: Diagrama de Pareto de la propuesta 30

Ilustración 2-7: Formula MTBF 31

Ilustración 2-8: Formula MTTR 31

Ilustración 2- 9: Formula de disponibilidad.....32

Ilustración 2-10: Diagrama de Pareto 34

Ilustración 2- 11: Grafico de comparación MTBF.....35

Ilustración 2- 12: Grafico de comparación MTTR 36

Ilustración 2- 13: Grafico de comparación disponibilidad.....36

Ilustración 3-1: Mesa zunchadora actual……...……..40

Ilustración 3-2: Arco de mesa zunchadora.....41

Ilustración 3-3: Arco de mesa zunchadora.....41

Ilustración 3-4: Perfil de aluminio que forma la estructura del arco.....42

Ilustración 3-5: Accesorios de ensamble modular 42

Ilustración 3-6: Cabezal zunchador Titán T-200 43

Ilustración 3-7: Sistema de guías del arco para zunchos.....43

Ilustración 3-8: Diseño de la propuesta.....44

Ilustración 3-9: Selección de cilindro con herramienta digital de FESTO.COM 46

Ilustración 3-10: Cilindro neumático seleccionado.....46

Ilustración 4-1: Tablas de flujo, ingreso y egreso (elaboración propia, Excel).....53

Ilustración 4-2: Formulación de datos para cálculo de VAN (Fuente: Elaboración propia, Excel) 53

Ilustración 4-3: Flujo de efectivo neto (Fuente: elaboración propia, Excel).....53

Ilustración 4-4: Formula de TIR (Fuente: economia3.com) 54

Ilustración 4-5: Flujo de efectivo neto (Fuente: elaboración propia, Excel).....54

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Maquina tejedora de mallas Wafios DF32 9

Tabla 1-2: Maquina tejedora Wafios VDF80 9

Tabla 2-1: Eventos y sus frecuencias mensuales..... 26

Tabla 2-2: Eventos y sus frecuencias acumuladas 26

Tabla 2-3: Eventos, frecuencias y porcentaje acumulados 27

Tabla 2-4: Tabla completa para crear un Diagrama de Pareto 28

Tabla 2-5: Tiempo perdido en caída de rollos 29

Tabla 2-6: Tiempo perdido en un mes 29

Tabla 2-7: Tiempos de funcionamiento y pérdidas 29

Tabla 2-8: Tiempo perdido en cada evento 30

Tabla 2-9: Frecuencia mensual de eventos y tiempos de detención de nuestro equipo ... 31

Tabla 2-10: Tipo de tiempo y sus horas mensuales 32

Tabla 2-11: Tabla completa de nuestro equipo 33

Tabla 2-12: Datos para cálculo de indicadores 34

Tabla 4- 1: Tiempos de detenciones 48

Tabla 4-2: Costos de servicios para mejora 49

Tabla 4- 3: Horas de detención 49

Tabla 4- 4: Costo de componente asociado a la mejora 50

Tabla 4- 5: Ganancias estimadas 52

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

ISO 9001: International Standarization Organization o ISO por sus siglas en inglés, Contiene los requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad, que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, sin importar si el producto y/o servicio lo brinda una organización pública o empresa privada, cualquiera que sea su rama.

M2: Metros cuadrados, cuantifica el área de una figura, objeto o cuerpo

CAP: Compañía de Acero del Pacífico S.A.

SAE: la Society of Automotive Engineers de EUA es un sistema de identificación de 4 o 5 dígitos basada en la composición química del acero, es como un código que atesta cuales elementos están presentes en la aleación.

Kg: El kilogramo es una unidad de masa que equivale a 1000 gramos.

Mm: Medida de longitud del sistema métrico. Un milímetro (mm) es una milésima de un metro.

PVC: Es la sigla inglesa derivada de 'Polyvinyl chloride' que en castellano corresponde a Policloruro de Vinilo o PVC

KPIs: En inglés corresponde a Key Performance Indicator, o sea, Indicador Clave de Actuación. Son aquellas métricas más relevantes para tu estrategia

SMART: Es una metodología muy útil para establecer metas tanto personales como profesionales, su definición es el acrónimo de las palabras en inglés: Specific, Measurable, Achievable, Realistic y Timely, las cuales se traducirían como Específico, Mensurable; Alcanzable; Relevante; Temporal.

TTD: Tiempo Total Disponible

TTP: Tiempo Total Perdido

e: constante Neperiana (e=2.303...)

N: La unidad de medida de fuerza es el newton (N), nombrada así en reconocimiento a Isaac Newton, El newton es una unidad derivada del SI que se define como la fuerza necesaria para proporcionar una aceleración de 1 m/s2 a un objeto de 1 kg de masa.

M/seg: Es una unidad derivada del Sistema Internacional, de símbolo m/s, tanto de rapidez (magnitud escalar) como de velocidad (magnitud vectorial). Equivale a la velocidad de un cuerpo que recorre una longitud de 1 metro en 1 segundo.

FRL: Componente de los sistemas neumáticos, está conformado por 3 elementos el Filtro, regulador (de presión) y el lubricador.

PLC: Controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller)

Bar: Un bar es una unidad de presión, equivalente a un millón de barias, y a 0,986923 atmósferas, un bar corresponde a 14,503 Psi

N/A: Tiene su origen en el idioma inglés y en general hace alusión a la falta de información, como, not available (no disponible), not applicable (no corresponde en el caso), no answer (sin respuesta)

INTRODUCCIÓN

Actualmente las industrias siempre buscan formas de disminuir los costos de producción, automatizando el mayor número de procesos posible, buscando eliminar la falla humana, para aumentar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos o máquinas, situando a la mejora continua como un objetivo primordial de las industrias altamente eficientes.

Para el presente trabajo nos situaremos en la industria productora de alambres y clavos Inchalam S.A. la cual se ubica en la comuna de Talcahuano, más específicamente en la planta piloto, la cual posee una celda robótica encargada del paletizado automático de los rollos de mallas, producidos en el área., dicha área se dedica a la fabricación de mallas Ecosol y mallas 5014, las cuales son creadas por medio de máquinas tejedoras de alambre. Estas liberan las mallas en forma de rollo, los que serán depositados por los operadores (utilizando tecles) en una cinta trasportadora, la cual los hará pasar a través de un orbital, donde se envolverán en papel aluza, e ingresados a la celda robótica para ser paletizado.

Sin embargo esta celda posé un defecto, la caída de rollos de mallas desde los palets en proceso de armado, principalmente caen los rollos de medidas 1,2 y 1,5 metros, dicho defecto produce una interrupción en el proceso de paletizado, ya que debe ingresar un operador al perímetro de la celda para levantar los rollos caídos, deteniendo el paletizado (por apertura del perímetro de la celda robótica, programado así por seguridad), y creando un cuello de botella en el avance de la cinta transportadora, evitando a los operadores depositar sus rollos en la cinta.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Inchalam

Industrias Chilenas de Alambre, INCHALAM S.A., nace el año 1947 como empresa en Santiago, cuando sus fundadores, Jorge y Víctor Matetic y Juan Conrads, asumen el desafío de producir en Chile los elementos básicos necesarios para proveer al mercado nacional, favoreciendo así el desarrollo industrial del país. En el año 1949 Inchalam suscribe convenio con la Compañía de Acero del Pacífico (CAP) trasladando la industria a Talcahuano en las inmediaciones de la usina, dentro de un programa de intercambio comercial y de expansión.

En 1950 ingresa a la sociedad la empresa belga trefilería león Bekaert, aportando no solo tecnología y un importante capital sino, un fundamental apoyo de asistencia técnica. La incorporación de esta prestigiosa empresa internacional, líder mundial en fabricación de alambre permitió a inchalam s.a. realizar un gran salto cualitativo en infraestructura y tecnología, inaugurando en abril de 1954 la gran planta Talcahuano. La planta Talcahuano comenzó con una producción de 11.00 toneladas anuales para un mercado nacional que ofrecía muy buenas perspectivas con la puesta en marcha de la siderúrgica Huachipato.

1.1.1 Crecimiento empresarial

La permanente asistencia técnica recibida de parte de Bakaert y la capacidad de la empresa de adelantarse a las nuevas tecnologías, posibilitaron la realización de significativos cambios organizacionales y estructurales, ampliando y modernizando las instalaciones de la planta y aumentando, día a día, su capacidad de producción.

En 1986 la empresa adopto la Gestión de Calidad y Excelencia Operacional, como una filosofía de gestión de empresa. A través de ella se buscó crear un estilo de trabajo participativo donde la satisfacción del cliente, tanto externo como interno, fue el objetivo principal en la gestión de cada uno de los trabajadores de la empresa.

A inicios del año 2000 inchalam s.a. se consolida como el mayor productor de alambres y sus derivados en el país. El prestigio adquirido en estos años permitió a la empresa llegar con sus productos a diversos puntos del continente. En mayo de 2001 INCHALAM S.A. obtiene la certificación ISO 9001 por parte de la prestigiosa empresa Lloyds Register Assurance, norma que tiene como objetivo mejorar la satisfacción de los clientes entregando productos de acuerdo a requisitos previamente acordados.

1.1.2 Actualidad

INCHALAM S.A., instalada en el corazón económico de la VIII Región, cuenta con 60 mil m2 de superficie construida; más de 100 mil toneladas de producción anual y cerca de 400 personas buscan la excelencia y perfección en cada una de sus específicas áreas de trabajo. En Chile el consumo de alambre y sus derivados sobrepasa las 120 mil toneladas anuales, gran parte de la producción de INCHALAM S.A., abastece esta necesidad, el éxito radica en la calidad de sus productos que ofrece al mercado nacional y mundial.

La posición de liderazgo que ocupa ha sido posible, además, gracias al fundamental compromiso, responsabilidad y eficiencia de sus trabajadores, quienes, haciendo suya la filosofía de vida Calidad Total, han doblado sus esfuerzos para buscar la excelencia e integración de cada área laboral, asegurando así, la competitividad y el crecimiento sostenido de la organización.

Desde junio del año 2010, la empresa cuenta con la certificación ISO 9001:2008 y en el mes mayo del 2013 se realizó el proceso de recertificación, en donde se destacó como siempre la solidez del Sistema de Gestión

En abril del año 2013 se inauguró el nuevo edificio administrativo, este cómodo y moderno edificio se caracteriza por sus espacios luminosos, transparentes y alta eficiencia energética, lo cual permite un ahorro en el consumo de energía destinada a la calefacción e iluminación. En el diseño se destacan las formas geométricas y el detalle de los gaviones, que mezcla la arquitectura moderna con nuestra identidad, además, cuenta con todos los estrictos estándares de construcción antisísmicos.

Más de cinco décadas de experiencia han consolidado a INCHALAM S.A., como el mayor productor de alambres y sus derivados en el país. El prestigio adquirido en más de medio siglo de funcionamiento nos permite llegar hoy con nuestros productos al mundo entero y nos avalan como una organización eficiente y proactiva, atenta a los vertiginosos cambios que se producen en tecnología y procesos y, por supuesto, alerta para seguir satisfaciendo las necesidades y requerimientos específicos de un mercado cada día más exigente. Ese es nuestro desafío y compromiso.

1.2. Materia prima

El alambrón es la principal materia prima de Inchalam este llega procedente de CAP aceros ambas plantas situadas estratégicamente, y unidas por una línea ferroviaria que facilita el traslado de materia prima

El alambrón es producto de acero fabricado por laminación en caliente, de sección circular y superficie lisa.

Ilustración 1-1: Ingreso de alambrón a la planta (fuente: imagen propia)

1.2.1 Normas Técnicas

CAP Aceros fabrica diversos tipos de alambrones de acero de bajo o alto carbono de acuerdo a las especificaciones de las Normas SAE o a especificaciones propias de cada cliente.

1.2.2 Composición Química Y Propiedades Mecánicas

Los alambrones cumplen con las especificaciones químicas establecidas en las Normas SAE o en las especificaciones de los clientes. Las propiedades mecánicas de los alambrones corresponden a las características químicas del acero y se pueden ajustar de acuerdo a los requerimientos propios del cliente.

Principalmente está compuesto por carbono, silicio, manganeso, fósforo, azufre, aluminio, cromo, titanio, vanadio. Y se divide en dos grupos

- Alambrón de alto porcentaje de carbono (%C de > 0.5)
- Alambrón de medio porcentaje de carbono (%C de 0.3 a 0.5)

1.2.3 Presentación

En rollos de 1,800 kg y 2,300 kg (+200/- 200 kg) firmemente empacados, presentando 4 amarres adecuadamente distribuidos y ajustados.

Los rollos están identificados con etiquetas con código de barras que indican el nombre del producto, norma de fabricación, número de colada, número de paquete (rollo) y peso.

1.2.4 Dimensiones Y Tolerancias Dimensionales

Los diámetros son 4.5mm a 30mm con una tolerancia máxima de + 0.30 mm. El más utilizado es el 5.5 mm Otros diámetros pueden fabricarse a pedido del cliente. Tolerancia en la ovalización máximo 0,40 mm.

1.2.5 Certificación De Calidad

A pedido del cliente, INCHALAM S.A. en este caso, CAP Aceros emite Certificados de Calidad para cada lote de producto entregado, indicando el número de colada, la composición química, y las propiedades mecánicas del producto (límite de fluencia, resistencia a la tracción, alargamiento o estricción).

1.3 Proceso productivo

El proceso para obtener alambre, con el cual se tejerán las mallas Ecosol y 5014 en sus diferentes mediadas comienza con la llegada del Alambrón a la planta, posteriormente el alambrón es sometido a un proceso de limpieza (decapado) que permite eliminar los óxidos e impurezas de la superficie, facilitando su procesamiento y la adherencia de algún revestimiento posterior.

La limpieza puede cumplirse adecuadamente a través de dos formas: por Decapado Mecánico o Decalaminado, o por Decapado Químico.

Posteriormente al decapado comienza la etapa principal en la elaboración del alambre la Trefilación, este proceso propiamente dicho consiste en el estirado del alambre en frío, por pasos sucesivos a través dados de carburo de tungsteno, cuyo diámetro es paulatinamente menor. Esta disminución de sección da al material un cierto beneficio en sus características mecánicas, la disminución de sección en cada paso es del orden de un 20% a un 25%, lo que da un aumento de resistencia entre 10 y 15 kg/mm2. Pero, alcanzado cierto límite, variable en función del tipo de acero, no es aconsejable continuar con el proceso de trefilado pues, a pesar de que la resistencia a tracción sigue aumentando, se pierden otras características, como la flexión.

Una vez trefilado, el alambre puede ser utilizado para la fabricación de diferentes tipos de clavos o venderse como producto final.

Para poder conseguir diámetros muy delgados es necesario someterlo a diferentes tratamientos térmicos, como el recocido y patentado.

Para prevenir que los alambres se oxiden se les puede recubrir con una película de zinc a través del proceso de galvanizado. Otra forma es sumergir el alambre en una solución de cobre, proceso que se conoce como cobrizado, y por último está el proceso de plastificado, el cual consiste en recubrir el alambre galvanizado con plástico (PVC) que no solamente lo protege contra la oxidación, sino que además le da un bonito aspecto.

Luego de ser sometido a los diferentes tratamientos térmicos o a los recubrimientos contra la oxidación, el alambre puede tener varios usos. Puede ser vendido como producto terminado: alambre galvanizado, recocido, plastificado, o cobrizado; o ser utilizado para la fabricación de productos tales como: resortes, malla cuadrada galvanizada/plastificada, malla hexagonal, cerca ursus, alambre de púas, entre otros.

Una vez fabricados los productos son embalados y almacenados en Bodegas esperando el momento de ser despachados a cualquier punto del país.

En el siguiente esquema se ejemplifica de mejor manera los procesos y diferentes salidas de productos que se realizan en Inchalam.

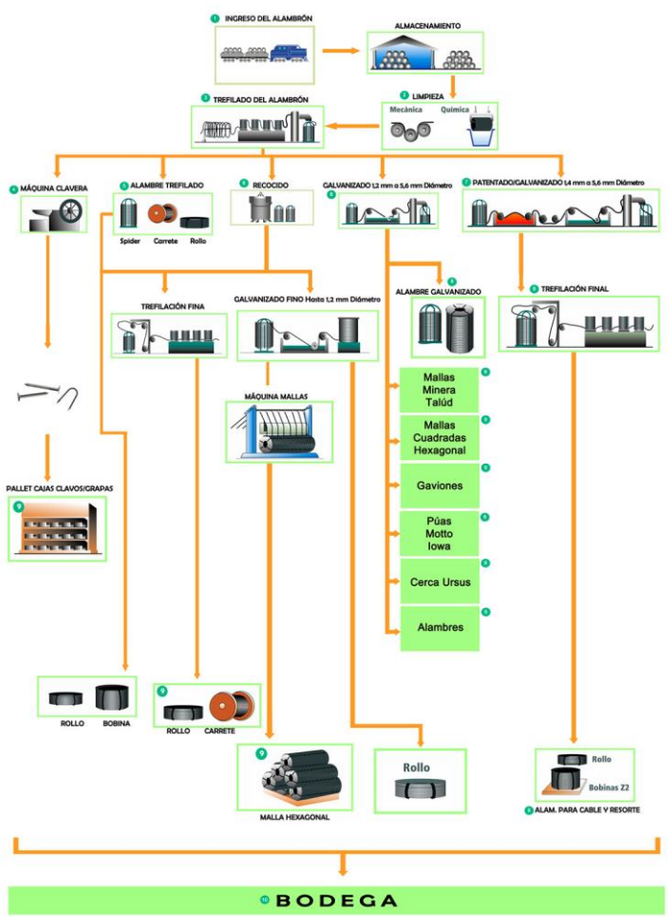


Ilustración 1-2: Diagrama de Flujo de la planta (fuente: inchalam)

Para nuestro trabajo nos centraremos en la planta piloto productora de mallas Ecosol y 5014, por lo que nuestro diagrama de flujo quedaría reducido de la siguiente forma.

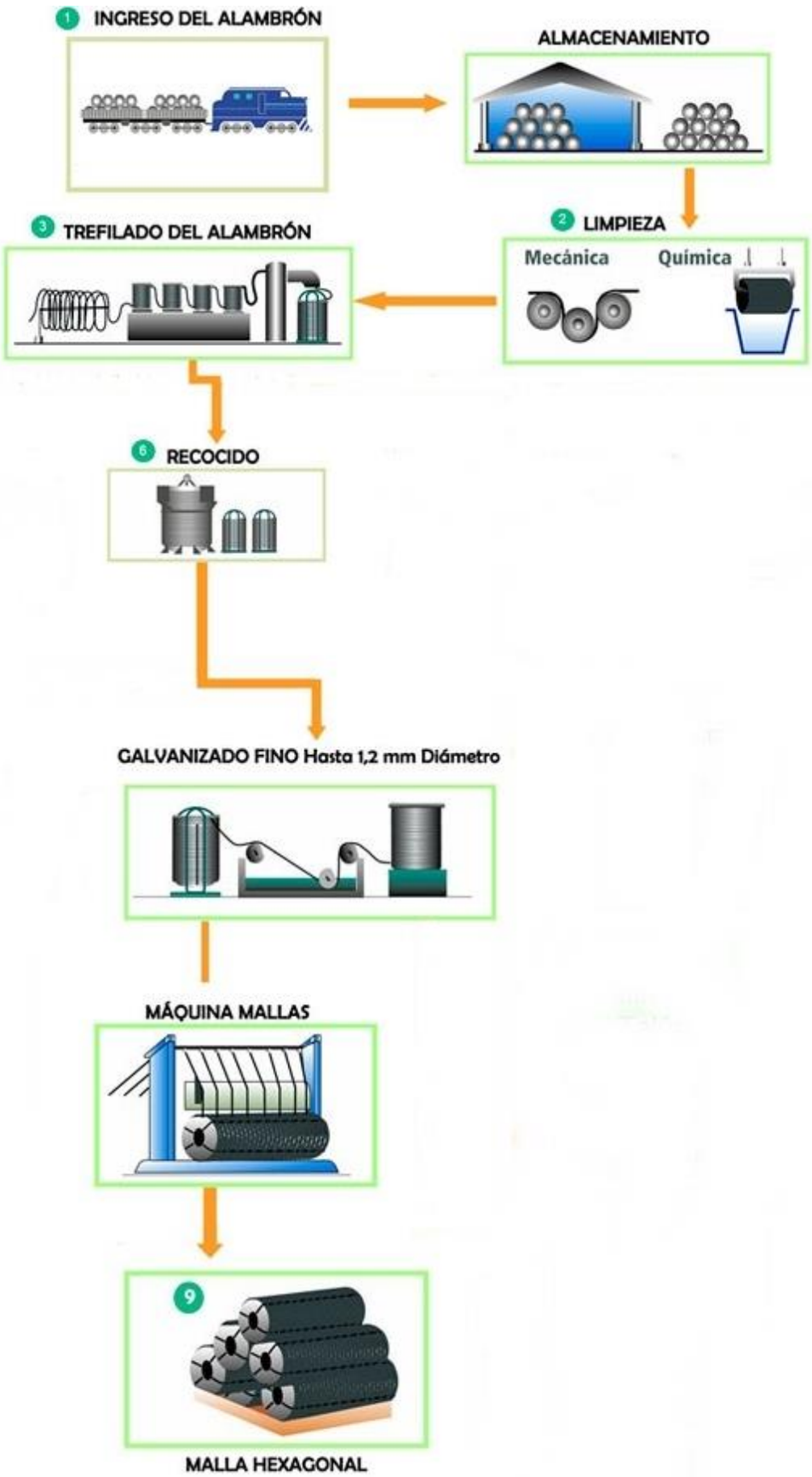


Ilustración 1-3: Diagrama de flujo de mallas hexagonales (fuente: inchalam)

1.3.1 Equipos del área involucrados

- **WAFIOS DF32:** Máquina tejedora de mallas cuadrada, su principio de funcionamiento es un espiral doble, en el que cada espiral lleva una hebra de alambre.

Fabricante/modelo	WAFIOS DF32
Año de construcción	1986
Diámetro de alambre	1.5-3.1 mm
Anchura de trabajo	2500 mm
Salida m² / hora	250 m²

Tabla 1-1: Maquina tejedora de mallas Wafios DF32

Ilustración 1-4: Maquina tejedora de mallas, Wafios DF32 (fuente: inchalam)

- **WAFIOS VDF80:** Máquina trenzadora cuadrada su principio de funcionamiento es un espiral doble, similar al modelo DF32.

Fabricante/modelo	WAFIOS VDF80
Año de construcción	1963-1980
Diámetro de alambre	1.6-3.8 mm
Anchura de trabajo	800-2.000 mm
Salida m² / hora	Hasta 180 m²

Tabla 1-2: Maquina tejedora Wafios VDF80

Ilustración 1-5: Maquina tejedora de mallas, Wafios VDF80 (fuente: inchalam)

- **Cinta trasportadora**: Consta de 4 tramos, equipo crítico que debido a la detención de la celda robótica, para que operador ingrese a ordenar los rollos de mallas caídos interrumpiendo el proceso, deteniéndose la cinta, se satura impidiendo una mayor producción por parte de las máquinas tejedoras de mallas.

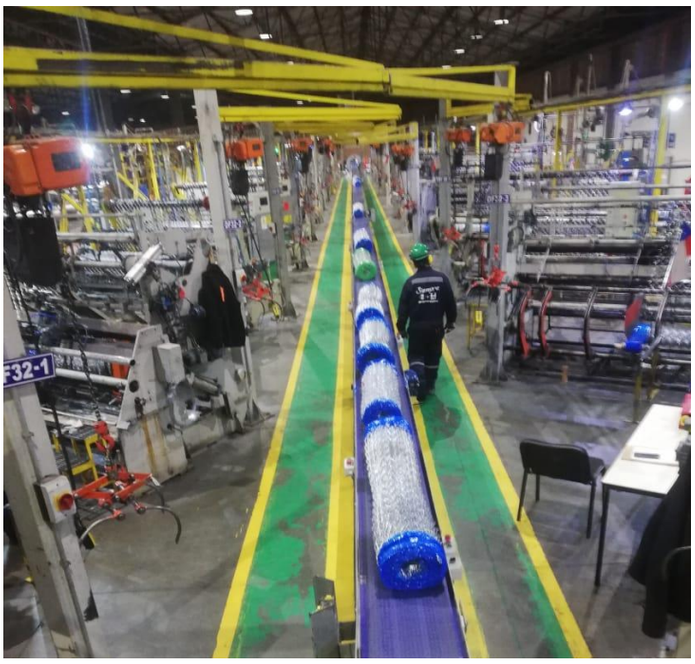


Ilustración1-6: Cinta trasportadora del área (fuente: inchalam)

1.3.2 Productos del área involucrada

Para el presente trabajo me centraré en el área de la planta piloto, la cual fabrica mallas Ecosol y mallas 5014 ambas pueden ser producidas o tejidas por máquinas malleras VDF 80 y DF32

Ilustración 1-7: Producto del área, malla Ecosol (fuente: inchalam)

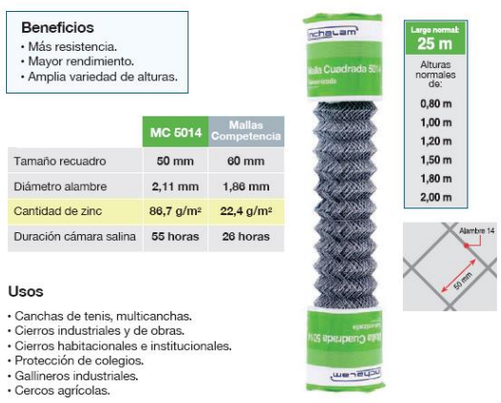


Ilustración 1-8: Producto del área, malla 5014 (fuente: inchalam)

1.4 Celda Robótica

Las celdas robotizadas son un conjunto de equipos cerrados por una cerca perimetral, dentro de esta cerca todos los equipos se encuentran automatizados y programados con sus rutinas de trabajo, además de las acciones variables a sus funciones principales. Realmente son celdas multiplicación, diseñada no solo para el paletizado, sino también para desarrollar y experimentar con nuevas aplicaciones de procesado, como manipulación, ensamblado, soldadura, inspección, etc.

Sin embargo la implementación de un equipo robotizado, de baja confiabilidad o disponibilidad nos supondrá una baja en la producción, llegando incluso a disminuir su

confiabilidad, debido a que estos equipos son generalmente críticos en las líneas de producción.

1.4.1 Proceso de paletisado dentro de la celda robótica

- **Estación de envoltura**: En esta estación se envuelven los productos, se trata de un orbital, que gira alrededor del rollo de malla y lo envuelve con papel film a la vez que dicho rollo avanza a una menor velocidad de la habitual por la cinta. De esta manera los productos se pueden envolver en papel film.

Ilustración 1-9: Orbital, encargado de poner film a los productos (fuente: inchalam)

- **Transporte de entrada:** Se trata de una cinta transportadora a través de la cual los rollos de mallas a paletizar llegan hasta el alcance del brazo robótico.

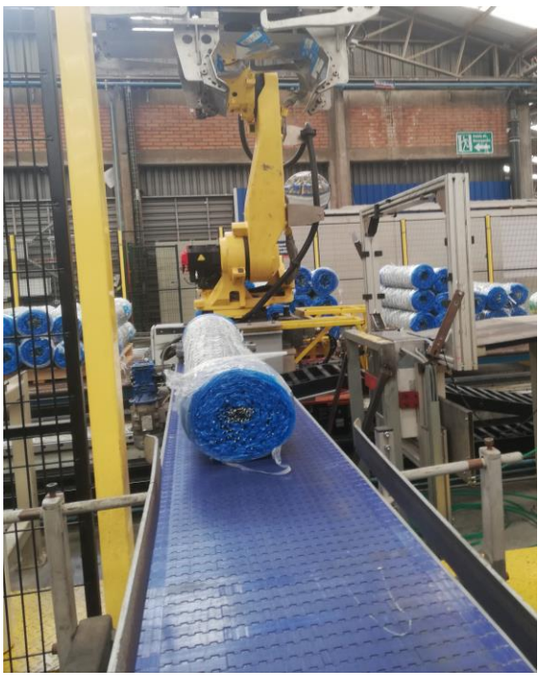


Ilustración 1-10: Ingreso a la celda robótica (fuente: inchalam)

- **Acumulador:** Son unas mesas con pendiente y topes para acumular rollos de mallas, a la espera de armar un par de la misma medida, para cada medida hay una mesa.

Ilustración 1-11: Mesas acumuladoras (fuente: inchalam)

- **Dispensador de palets:** En esta estación se acumulan los palets a utilizar, estos son tomados por el brazo y depositados en las mesas rodillos de manera automática cuando sale un palet armado se genera la reposición del palet en la mesa rodillo vaciado.

Ilustración 1-12: Dispensador de Palets (fuente: inchalam)

- **Mesa rodillos:** El palet a rellenar se transporta por medio del gripper (pinza del brazo robótico) a una mesa de rodillos en la cual el palet se fija, por medio de topes. En esta posición el brazo robótico comenzará a depositar los rollos de malla, con 5 niveles, de 5 rollos cada nivel. Una vez completado el palet se activaran los rodillos, expulsando el palet hacia un carro de salida, que lo llevara a la siguiente estación. Esta celda robótica posee 9 mesas rodillos para el paletizado de 9 medidas diferentes, ya sean mallas tipos Ecosol o 5014.

Ilustración 1-13: Mesa rodillos (fuente: inchalam)

- **Carro de salida.** Terminado el palet sale de la mesa rodillo, por medio de una mesa rodillo que se traslada en un riel que le permite recoger los palet de todas las mesas.

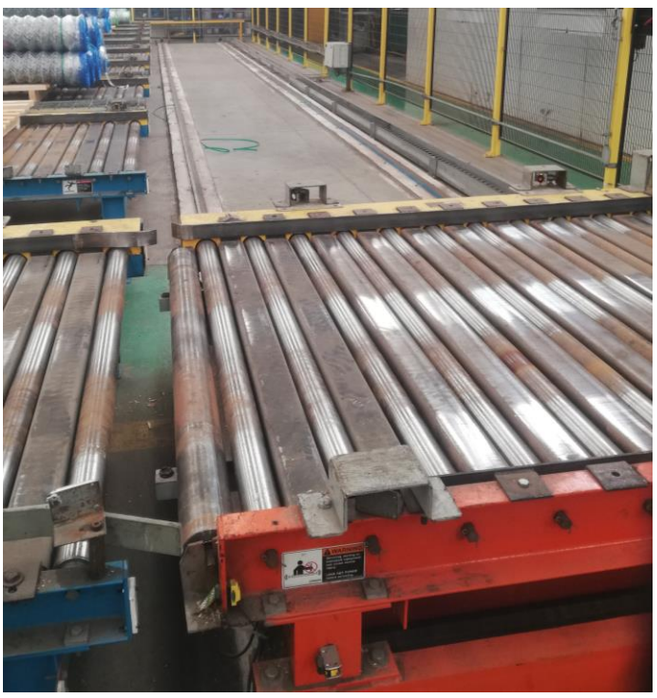


Ilustración 1-14: Carro de salida (fuente: inchalam)

- **Brazo robótico:** Para esta celda de paletizado, han utilizado un brazo robótico, el cual cuenta con un sistema de pinzas (gripper) con las cuales puede manipular tanto los palets o rollo de malla, este brazo robótico posee un desplazamiento lineal por medio de una cinta, movimiento vertical por medio de los cilindros del brazo, y rotacional por el eje del brazo, permitiendo un movimiento de 3 ejes.

Ilustración 1-15: Brazo robótico (fuente: inchalam)

- **Mesa enzunchadora:** Mesa sólida que posee dos arcos de aluminio ubicados en sus extremos, por los cuales pasa un zuncho plástico que une 2 rollos de malla, antes de ser depositados en los palets. Vale decir que el largo de esta mesa es de 1,6 metros y por ende rollos menores de 1,5 metros no reciben 2 zunchas (1 en cada extremo) sino 1 en solo un extremo.

Ilustración 1-16: Mesa zunchadora (fuente: inchalam)

- **Línea de embalaje:** Línea de salida de los palets ya con sus mallas listas para la envoltura final, esta línea está compuesta por mesa rodillos similares al proceso anterior posee 7 metros de largo y es donde la grúa horquilla toma el palet para llevarlo a bodega.

Ilustración 1-17: línea de embalaje (fuente: inchalam)

1.5 Definición Del Problema

Una celda robótica tiene como fin el automatizado de un proceso, en este caso es el paletizado de los rollos de mallas, este proceso automatizado nos entregara múltiples beneficios, pero el principal es aumentar eficiencia, refiriéndose a tiempos y costos lo cual nos permite justificar la gran inversión que significa la instalación de los diferentes equipos que componen dicha celda robótica.

Para este caso si bien el equipo cumple con su producción deseada, en cierta época del presente año al aumentar la demanda de mallas, este equipo comenzó con un problema puntual, el cual es la caída de rollos desde sus mesas rodillos, cuando estos ya se encontraban enzunchados y ordenados en los palet, generalmente en los últimos niveles del palet el que posee 5 niveles, cada uno con 5 mallas, las que se depositan de a pares y una sola en medio de los pares, para completar los 5 rollos por nivel, se debe mencionar que este problema ocurre con las mallas de 1,5-1,6-1,2 metros de largo, pero principalmente la de 1,5 metros que también es la más producida en el área.

Este problema se debe al corte del zuncho plástico ubicado en el extremo del par de mallas, esto debido a que la mesa zunchadora posee 1,6 metros de largo, entre ambos arcos zunchadores, por lo que rollos menores a 1,8 metros solo reciben zuncha en un extremo, también se debe mencionar el hecho de que la mesa rodillo actual posee una extensión de su medida original, de 1,2 metros a 1,6 metros, ya que en principio no se procesaban mallas de mayor largo en el área.

Esta deficiencia en el proceso es la que se busca solucionar por medio de la mejora propuesta, todo esto sin incluir pasos, más bien buscando disminuir a los movimientos del brazo robótico, esto debido al costo de reprogramar el robot, además que dependiendo de la medida del rollo deberá acercarse más o menos al 2 arco y como consecuencia aumenta el tiempo de procesado de cada palet, disminuyendo su producción v/s tiempo empleado.

Siendo el peor momento la caída seguida de rollos de distintas mesas rodillos, lo que produce una saturación en la cinta trasportadora, que retira los rollos de las máquinas tejedoras, estas poseen capacidad limitada para acumular rollos terminados y una vez cumplida esta capacidad por protocolo la máquina tejedora debe detenerse, este es el problema que se busca solucionar mediante una mejora a un equipo puntual del sistema de paletizado llamado celda robótica.

1.5.1 Problemas asociados

Si bien el principal problema es la caída de rollos, este no es único problema producido por este defecto, a continuación se describen los más importantes.

- Los operadores cuando ocurre la caída de rollos, deben ingresar a la celda para reponer los rollos caídos, todo esto sobre mesas rodillos, exponiéndose a riesgos, incumpliendo medidas de seguridad.
- Los rollos pequeños 0,8 metros pesan 20 kg, llegando a los 60 kg los más grandes, superando la normativa de seguridad, de levantar máximo 25 kg.
- No se puede utilizar la velocidad máxima del robot, debido a que estos movimientos más veloces generan una mayor fuerza cinética al momento de detener su traslado, lo que facilita el corte de la zuncha.
- Actualmente trabaja a un 80% de su velocidad.

CAPÍTULO II ANÁLISIS DE DATOS Y DIAGNÓSTICO

2.1 Indicadores del mantenimiento

Los indicadores de rendimiento de mantenimiento o KPIs (Key Performance Indicators) son métricas que determinamos para medir el rendimiento de una acción determinada. Pueden medir tanto el tiempo ocupado con una parada (planificada o no), como la evolución de la producción.

Las métricas (datos expresados numéricamente) de mantenimiento varían según la empresa, sus objetivos, las estrategias y el plan de acción definidos. Sin embargo, hay un conjunto de métricas que son más importantes y se usan más a menudo.

Para establecer cuáles serán nuestros indicadores, podemos utilizar la técnica denominada como SMART: Specific, Measurable; Attainable; Relevant; Timely (Específico, Mensurable; Alcanzable; Relevante; Temporal). Lo cual se reduce al hecho que nuestra estrategia debe ser:

- ***Específica***: dando prioridad a los indicadores clave de rendimiento (KPI) sencillos que puedan prevenir los errores que ha cometido en el pasado.
- ***Mensurable***: para poder contabilizar, cuantificar y comparar con los objetivos definidos en cifras.
- ***Alcanzable***: porque no tiene sentido establecer objetivos por encima de nuestra capacidad de ejecución.
- ***Relevante***: teniendo siempre en cuenta las condiciones actuales y no solo las deseables.
- ***Temporal***: considerando un plazo razonable para alcanzar los objetivos.

2.2 Clasificación de los indicadores de mantenimiento

Un KPI de mantenimiento es una métrica que sirve para evaluar, de forma cuantitativa, el rendimiento de una determinada actividad, activo o departamento, por ende podemos clasificarlos según los aspectos que evalúan en dos grandes grupos.

- Los que ponen de relieve el efecto del mantenimiento en el rendimiento del negocio
- Los que se asocian con la confiabilidad y la disponibilidad de los activos.

De esta categorización, podemos destacar como principales KPIs: downtime; backlog; MTBF; MTTR; OEE; PMP (planned maintenance percentage/tasa de mantenimiento planificado) y tasa de cumplimiento de mantenimiento preventivo. A continuación, explicaremos sus respectivas funciones, beneficios y cuáles son los patrones medios globales para cada uno de los indicadores

2.2.1 Downtime (Tiempo de Inactividad del Equipo)

El downtime corresponde al tiempo de inactividad no programada. Es decir, es el resultado de un acontecimiento imprevisto que requerirá algún tipo de intervención.

2.2.2 Backlog de mantenimiento (retraso en el mantenimiento)

Representa la acumulación de actividades pendientes, por cada técnico o empleado, independientemente de si ya están en marcha o todavía están solo planificadas, La ventaja de este indicador es la oportunidad de comprobar la productividad del equipo, así como de evaluar la causa de los retrasos, si los hubiera. A partir de este punto, recomendamos estrategias de optimización de la producción.

2.2.3 MTBF – Mean Time Between Failures (tiempo medio entre fallas)

Mide la tasa de fallos aleatorios (no previstos), incluso si son causados por fallos de software o defectos de fabricación que comprometen su vida útil. Se excluyen los fallos que no causan downtime. Cuanto más alto sea el MTBF, más fiable es el equipo.

La fórmula para calcular el MTBF es restar del Tiempo Total Disponible (TTD) el Tiempo Total Perdido (TTP); dividido por el Número de Paradas. El TTD puede ser de 24 horas o el período de tiempo que el equipo está en funcionamiento. El TTP considera el tiempo perdido hasta que el equipo vuelva a estar operativo.

$$MTBF = \frac{Tiempo\ total\ disponible - Tiempo\ de\ inactividad}{Número\ de\ paradas}$$

Ilustración 2-1: Formula MTBF (fuente: Blog de la Calidad)

2.2.4 MTTR – Mean Time To Repair (tiempo medio de reparación):

El MTTR considera el tiempo medio que tarda su equipo técnico en intervenir o resolver una avería después de que haya ocurrido, A diferencia del MTBF, el objetivo del equipo de mantenimiento debe ser reducir al máximo este KPI. En cierto modo, la reducción del MTTR sirve de detonante para tomar decisiones que mejoren su estrategia de mantenimiento, siempre con el objetivo de maximizar los beneficios, reducir riesgos y tiempos de reparación.

Para calcular el MTTR es necesario considerar cuánto tiempo se tardó en reparar el activo después de cada fallo; y luego dividirlo por la cantidad de fallos que se produjeron durante un período de tiempo determinado.

$$MTTR = \frac{Tiempo\ Total\ de\ Mantenimiento}{Número\ de\ reparaciones}$$

Ilustración 2-2: Fórmula MTTR (fuente: Blog de la Calidad)

2.2.5 OEE – Overall Equipment Effectiveness (eficiencia general de equipos):

Este es uno de los KPI de mantenimiento más importante ya que mide la eficacia global de la empresa. Con este cálculo se podrá establecer si los procesos son eficientes o no. El promedio global es del 77% o más.

Uno de los beneficios de calcular la OEE es saber con qué frecuencia los equipos están en funcionamiento. También nos ayuda a conocer la rapidez con que se desarrolla la producción de la empresa y, por último, cuántos productos (o servicios) se han producido (o realizado) sin ningún tipo de fallo.

El cálculo es bastante simple. Para calcular la OEE es necesario multiplicar los valores de Disponibilidad, Rendimiento y Calidad. La disponibilidad se calcula de acuerdo con los indicadores de Downtime y Uptime, que ya hemos explicado. El rendimiento, a su vez, se calcula en función de la velocidad de producción actual en relación con la velocidad proyectada. La calidad, en cambio, debe contabilizarse con base en la producción total (de la muestra) menos la producción defectuosa (de la misma muestra).

2.2.6 Disponibilidad

Es sin duda el indicador más importante en mantenimiento, y por supuesto, el que más posibilidades de 'manipulación' tiene. Se calcula de forma muy sencilla: es el cuociente de dividir el número de horas que un equipo ha estado disponible para producir y el nº de horas totales de un periodo de tiempo.

$$Disponibilidad = \frac{Horas\ Totales - Horas\ parada\ por\ mantenimiento}{Horas\ Totales}$$

Ilustración 2-3: Formula Disponibilidad (fuente: Blog de la Calidad)

En plantas que estén dispuestas por líneas de producción, en las que la parada de una máquina supone la paralización de toda la línea, es fundamental calcular la disponibilidad de cada una de las líneas, y después calcular la media aritmética de todas.

En plantas en las que los equipos no estén dispuestos por líneas, se debe definir una serie de equipos significativos, pues es seguro que calcular la disponibilidad de absolutamente todos los equipos será largo, laborioso y no nos aportará ninguna información valiosa. Del total de equipos de la planta, debemos seleccionar aquellos que tengan alguna entidad o importancia dentro del sistema productivo.

Una vez obtenida la disponibilidad de cada uno de los equipos significativos, debe calcularse la media aritmética, para obtener la disponibilidad total de la planta.

2.2.7 Confiabilidad

La confiabilidad puede ser definida como la "confianza" que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación. Otra definición importante de confiabilidad es; probabilidad de que un ítem pueda desempeñar su función requerida durante un intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definidas.

La confiabilidad de un equipo o producto puede ser expresada a través de la expresión:

$$M(t) = 1 - e^{-\mu.t}$$

Ilustración 2-4: Formula de Confiabilidad (fuente: Blog de la Calidad)

- Donde:
- M (t): es la función mantenibilidad, que representa la probabilidad de que la reparación comience en el tiempo t=0 y sea concluida satisfactoriamente en el tiempo t (probabilidad de duración de la reparación).

- e: constante Neperiana (e=2.303..)
- μ: Tasa de reparaciones o número total de reparaciones efectuadas con relación al total de horas de reparación del equipo.
- t: tiempo previsto de reparación TMPR

2.3 Análisis de falla

Todo equipo es proyectado según una función básica que realizan, normalmente el desempeño de un equipo puede ser clasificado como desempeño inherente, es decir lo que el equipo es capaz de proporcionar. El mantenimiento es capaz de restablecer el desempeño inherente del equipo, si este no es el deseado, se reduce la expectativa o se introducen modificaciones.

Cuando un equipo no presenta la función prevista, se usa el término falla para identificar esa situación. Esta puede representar: interrupción de la producción; operación en régimen inestable; caída de la cantidad producida; afectación o pérdida de la calidad del producto y/o pérdida de la función de mando o protección.

Un análisis de falla empieza con una visión amplia, considerando todos los componentes (integración) para explorar posibilidades y luego concentrarse en algunas de ellas (desintegración) y estudiar cualitativamente y cuantitativamente y así sucesivamente hasta lograr los objetivos específicos del estudio.

2.3.1 Diagrama de Pareto

El Principio de Pareto presenta el concepto de que, en la mayoría de las situaciones, el 80% de las consecuencias son el resultado del 20% de las causas. Esto puede ser muy útil para tratar no conformidades, identificar puntos de mejora y definir qué planes de acción deben ser atacados primero en lo que se refiere a la prioridad.

El diagrama de Pareto muestra un gráfico de barras que permite determinar, por ejemplo, qué problemas se deben resolver primero. Por medio de las frecuencias de las ocurrencias, de la mayor a la menor, es posible visualizar que, la mayoría de las veces, hay muchos problemas menores ante otros más graves, que representan mayor índice de preocupación y mayores pérdidas para la organización.

2.3.2 Cómo hacer el diagrama de Pareto

- Determine el tipo de pérdida / problema que desea investigar (detenciones en celda robótica)
- Especifique el aspecto de interés del tipo de pérdida que desea investigar (pérdida de tiempo de producción)
- Organice una hoja de verificación con las categorías del aspecto que usted ha decidido investigar.
- Llene la hoja de verificación.
- Haga las cuentas, organice las categorías en orden decreciente de frecuencia, agrupe aquellas que ocurren con baja frecuencia bajo denominación «otros» y calcule el total.
- Calcule las frecuencias relativas y las frecuencias acumuladas.

2.3.3 Diagrama de Pareto de la propuesta

- Primer paso: Rehacer la hoja de verificación ordenando los valores en orden decreciente de cuantificación.

Eventos	Frecuencia/mensual
Caída de rollos	24
Mantenimiento cilindro orbital, sistema de corte rollo film	5
Engrase de guías de traslado de brazo neumático	4
Falla en cabezal zunchador, obstrucción de guías por restos de zuncho	4

Baja de fusible salva motor, sistema de traslado de brazo neumático	2
Errores de operación	1

Tabla 2-1: Eventos y sus frecuencias mensuales

- Segundo Paso: Añadir una columna más indicando los valores acumulados. Ese cálculo es hecho sumando el número de ocurrencias de una razón más las ocurrencias de la razón anterior.

Eventos	Frecuencia mensual	Frecuencia acumulada
Caída de rollos	24	24
Mantenimiento cilindro orbital, sistema de corte rollo film	5	29
Engrase de guías de traslado de brazo neumático	4	33
Falla en cabezal zunchador, obstrucción de guías por restos de zuncho	4	37
Baja de fusible salva motor, sistema de traslado de brazo neumático	2	39
Errores de operación	1	40

Tabla 2-2: Eventos y sus frecuencias acumuladas

- Tercer paso: Añadir otra columna donde se colocarán los valores porcentuales referentes a cada tipo de ocurrencia.

Eventos	Frecuencia mensual	Frecuencia acumulada	Porcentaje unitario
Caída de rollos	24	24	60%
Mantenimiento cilindro orbital, sistema de corte rollo film	5	29	12.5%
Engrase de guías de traslado de brazo neumático	4	33	10%
Falla en cabezal zunchador, obstrucción de guías por restos de zuncho	4	37	10%
Baja de fusible salva motor, sistema de traslado de brazo neumático	2	39	5%
Errores de operación	1	40	2.5%
Total		40	100%

Tabla 2-3: Eventos, frecuencias y porcentaje acumulados

El cálculo se hace dividiendo el número de ocurrencias de un determinado tipo, por el total de ocurrencias en el período.

$$\% \text{ de atraso en la entrega} = \frac{140}{500} = 0{,}28 = 28\%$$

Ilustración 2-5: Ejemplo cálculo de porcentaje individual (fuente: Blog de la Calidad)

- Cuarto paso: Se acumulan estos porcentuales en una última columna. Para ello basta con sumar el porcentaje de ocurrencia de cada razón al porcentaje de ocurrencia de la razón anterior.

Eventos	Frecuencia mensual	Frecuencia acumulada	Porcentaje unitario %	Porcentaje acumulado %
Caída de rollos	24	24	60%	60%
Mantenimiento cilindro orbital, sistema de corte rollo film	5	29	12.5%	72.5%
Engrase de guías de traslado de brazo neumático	4	33	10%	82.5%
Falla en cabezal zunchador, obstrucción de guías por restos de zuncho	4	37	10%	92.5%
Baja de fusible salva motor, sistema de traslado de brazo neumático	2	39	5%	97.5%
Errores de operación	1	40	2.5%	100%
Total		40	100%	

Tabla 2-4: Tabla completa para crear un Diagrama de Pareto

2.4 Datos de la celda robótica

A continuación se muestran los datos obtenidos del problema planteado, con su cuantificación en horas, cabe mencionar que la detención de la celda robótica por caída de rollos no califica como falla accidental o mantenimiento correctivo, ya que no se necesita un mecánico de mantenimiento para reponer la línea de producción, por ende los datos fueron tomados por las conversaciones con los operadores de la celda, llegando a un consenso entre los 3 operadores del equipo.

Detenciones	Tiempo (min)	Frecuencia por día (3 turnos de 8 Hr)	Tiempo de detención total
Caída de rollo en traslado	5	1	5 min
Caída de rollos en mesa rodillos (palets)	15	1	15 min
Ingreso a afirmar palets	10	5	50 min
		168	1,15 = Horas

Tabla 2-5: Tiempo perdido en caída de rollos

Datos/Hora	día	Semana	Mes
Caída de rollos	1,15	6,9	27,6

Tabla 2-6: Tiempo perdido en un mes

Datos/Hora	Semanal	Mensual
Horas de funcionamiento	132	528
Mantenimiento correctivo	9	26
Caída de rollos	6,9	27,6

Tabla 2-7: Tiempos de funcionamiento y pérdidas

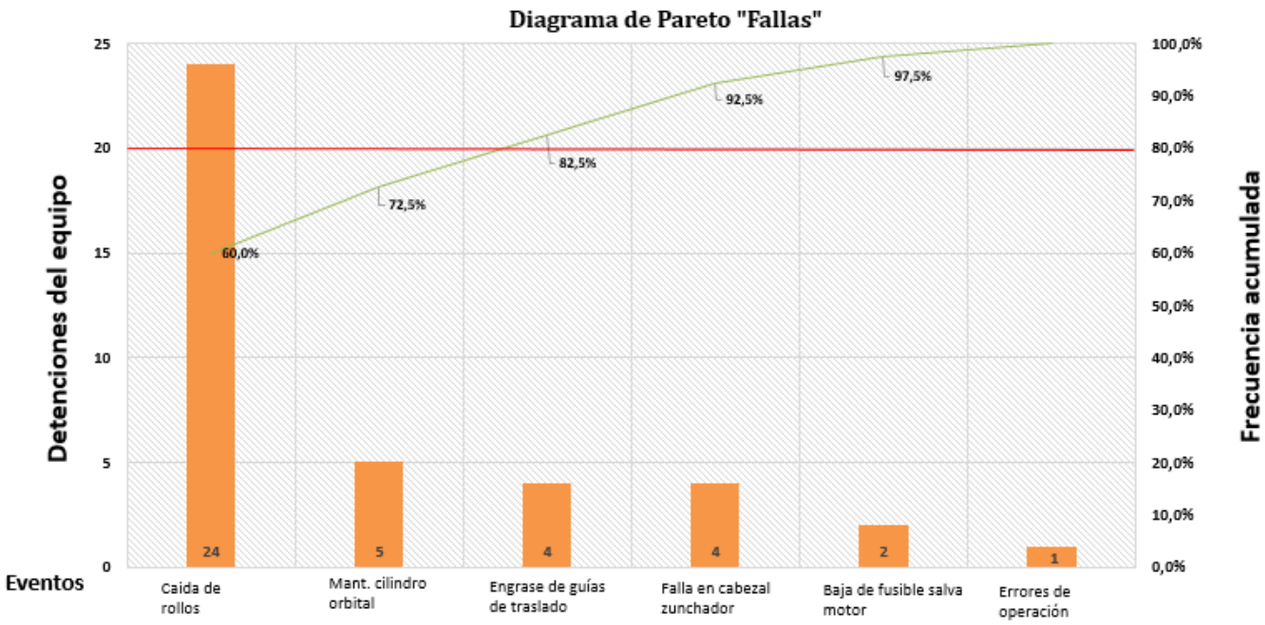


Ilustración 2-6: Diagrama de Pareto de la propuesta (fuente: Elaboración propia)

Eventos	Frecuencia mensual	Tiempo de detención (horas)
Problemas asociados a caída de rollos (Mensual aprox)	168	27,6
Mantenimiento cilindro orbital, sistema de corte rollo film	5	5
Engrase de guías de traslado de brazo neumático	4	4
Falla en cabezal zunchador, obstrucción de guías por restos de zuncho	4	8
Baja de fusible salva motor, sistema de traslado de brazo neumático	1	1
Errores de operación	1	8
Total	207	

Tabla 2-8: Tiempo perdido en cada evento

2.4.1 Cálculo de Indicadores

Para poder evaluar nuestro sistema debemos calcular los indicadores de mantenimiento anteriormente mostrados

Eventos	Frecuencia mensual	Tiempo de detención (horas)
Caída de rollos (Mensual aprox)	168	27,6
Mantenimiento cilindro orbital, sistema de corte rollo film	5	5
Engrase de guías de traslado de brazo neumático	4	4
Falla en cabezal zunchador, obstrucción de guías por restos de zuncho	4	8
Baja de fusible salva motor, sistema de traslado de brazo neumático	1	1
Errores de operación	1	8
Total	207	

Tabla 2-9: Frecuencia mensual de eventos y tiempos de detención de nuestro equipo

$$MTBF = \frac{Tiempo\ total\ disponible - Tiempo\ de\ inactividad}{Número\ de\ paradas}$$

Ilustración 2-7: Formula MTBF (fuente: Blog de la Calidad)

$$MTTR = \frac{Tiempo\ Total\ de\ Mantenimiento}{Número\ de\ reparaciones}$$

Ilustración 2-8: Formula MTTR (fuente: Blog de la Calidad)

$$Disponibilidad = \frac{Horas\ Totales - Horas\ parada\ por\ mantenimiento}{Horas\ Totales}$$

Ilustración 2- 9: Formula de disponibilidad (fuente: Blog de la Calidad)

Datos	Horas mensuales
Tiempo total de mantenimiento	26
Tiempo total disponible	528
Tiempo de inactividad	53,6
Numero de reparaciones	39
Número de paradas	39

Tabla 2-10: Tipo de tiempo y sus horas mensuales

Considerando caídas de rollos

- MTBF: (528-53,6)/207=2,29 = 2:17 Horas
- MTTR:53,6/207=0,258= 16 Minutos
- DISPONIBILIDAD: 2,29/(2,29+0,258)=0,898
- 0,898*100%= 89,8%

Sin considerar caídas de rollos

- MTBF: (528-26)/39=12,87=12:52 Horas
- MTTR: 26/39=0,66=40 Minutos
- DISPONIBILIDAD: 12,87/(0,66+12,87)=0,9512
- 0,9512*100%= 95,1%

2.5 Diagnostico del Equipo

Anteriormente ya realizamos nuestra tabla para análisis de datos según la metodología de Pareto, si bien esta tabla nos ayuda a la creación del diagrama de Pareto, está también nos facilita crear nuestro plan de acción, el cual estará directamente apuntado a mejorar las fallas con mayor frecuencia, en este caso la caída de rollos.

Eventos	Frecuencia mensual	Frecuencia acumulada	Porcentaje unitario %	Porcentaje acumulado %
Caída de rollos	24	24	60%	60%
Mantenimiento cilindro orbital, sistema de corte rollo film	5	29	12.5%	72.5%
Engrase de guías de traslado de brazo neumático	4	33	10%	82.5%
Falla en cabezal zunchador, obstrucción de guías por restos de zuncho	4	37	10%	92.5%
Baja de fusible salva motor, sistema de traslado de brazo neumático	2	39	5%	97.5%
Errores de operación	1	40	2.5%	100%
Total		40	100%	

Tabla 2-11: Tabla de frecuencias completa de nuestro equipo

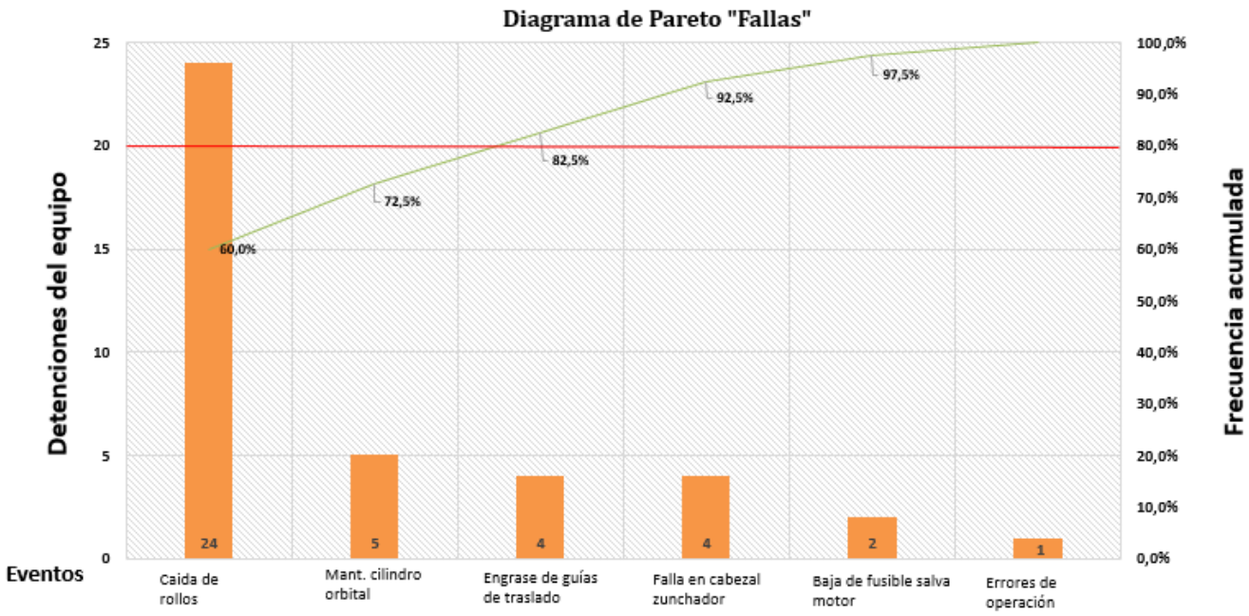


Ilustración 2-10: Diagrama de Pareto (fuente: Elaboración propia)

Datos	Horas mensuales
Tiempo total de mantenimiento	26
Tiempo total disponible	528
Tiempo de inactividad	53,6
Numero de reparaciones	39
Número de paradas	39

Tabla 2-12: Datos para cálculo de indicadores

Considerando caídas de rollos

- MTBF: (528-53,6)/207=2,29 = 2:17 Horas
- MTTR:53,6/207=0,258= 16 Minutos
- DISPONIBILIDAD: 2,29/(2,29+0,258)=0,898
- 0,898*100%= 89,8%

Sin considerar caídas de rollos

- MTBF: (528-26)/39=12,87=12:52 Horas
- MTTR: 26/39=0,66=40 Minutos
- DISPONIBILIDAD: 12,87/(0,66+12,87)=0,9512
- 0,9512*100%= 95,1%

Para una mejor visualización de los indicadores se realiza la comparación mediante gráficos.

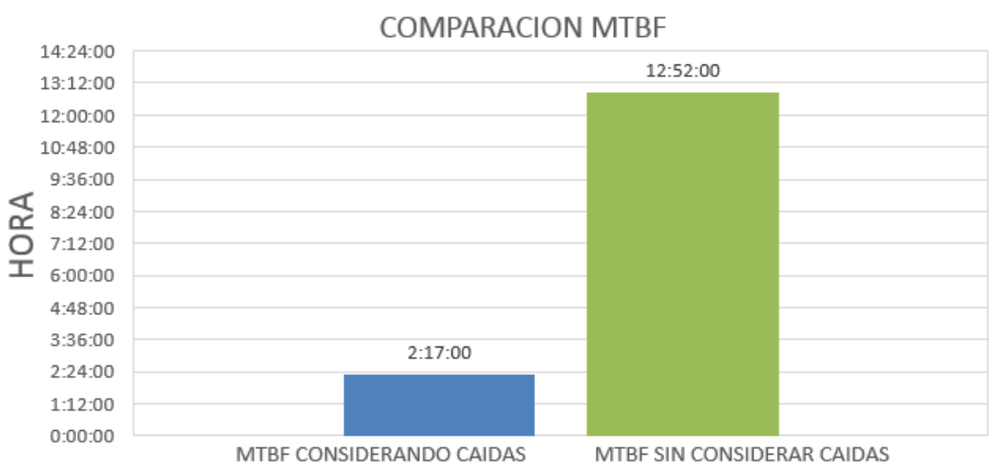


Ilustración 2- 11: Grafico de comparación MTBF (fuente: Elaboración propia)

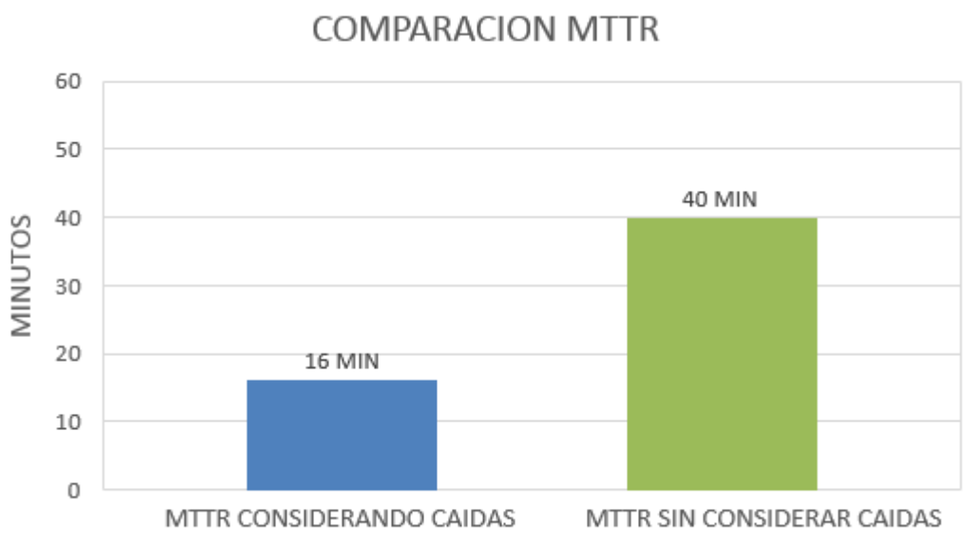


Ilustración 2- 12: Grafico de comparación MTTR (fuente: Elaboración propia)

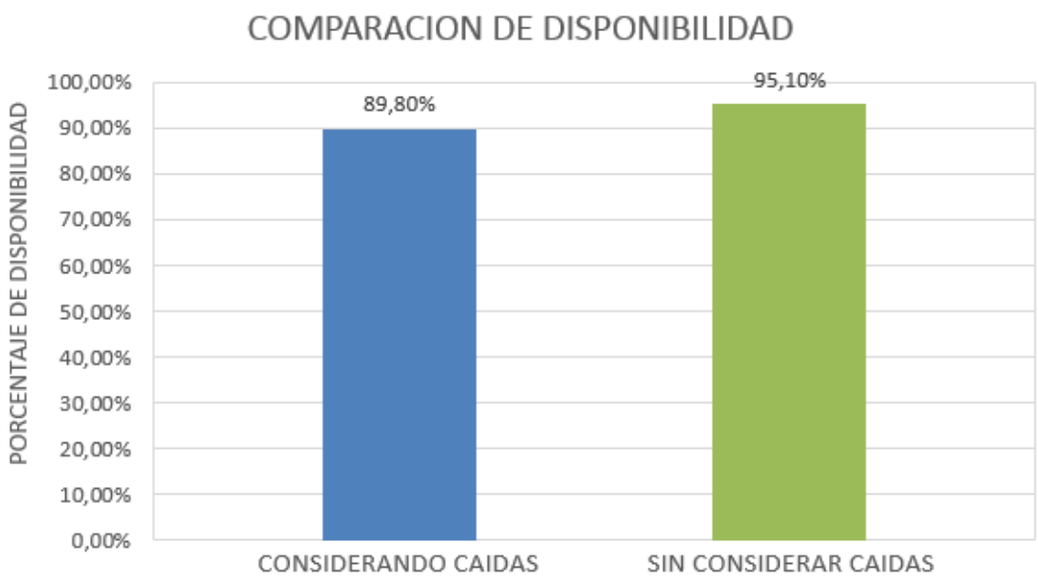


Ilustración 2- 13: Grafico de comparación disponibilidad (fuente: Elaboración propia)

Respecto a los valores de nuestros indicadores de mantenimiento, se aprecia claro que al comparar los valores con o sin caída de rollos, el eliminar este defecto nos genera el hecho de que nuestra disponibilidad alcance un 95% lo cual haría que nuestro equipo prácticamente no se detuviera en todo el mes.

Desde el punto de vista del tiempo media de falla, obtener 12:52 horas supera el turno de 8 horas por lo cual 1 de nuestros 3 operadores no tendrá detenciones por mantenimiento correctivo, o también que durante un día laboral solo se detendría una vez por fallas.

Por ende podemos concluir que para los objetivos propuestos, esta mejora si es viable, ya que los indicadores de tiempo medio de falla y disponibilidad mejoraran, y por consecuencia la producción del área también, además no olvidar el riesgo (principalmente caída a desnivel) a la que se expone el operador al ingresar para acomodar los rollos de malla.

2.5.1 Plan de acción

Eventos	Frecuencia mensual	Frecuencia acumulada	Porcentaje unitario %	Porcentaje acumulado %
Caída de rollos	24	24	60%	60%
Mantenimiento cilindro orbital, sistema de corte rollo film	5	29	12.5%	72.5%
Engrase de guías de traslado de brazo neumático	4	33	10%	82.5%
Falla en cabezal zunchador, obstrucción de guías por restos de zuncho	4	37	10%	92.5%
Baja de fusible salva motor, sistema de traslado de brazo neumático	2	39	5%	97.5%
Errores de operación	1	40	2.5%	100%
Total		40	100%	

Tabla 2- 13: Tabla de frecuencias completa

De la tabla realizada en el sub capítulo anterior, la cual nos permitió crear nuestro diagrama de Pareto, podemos crear nuestro plan de acción, el cual consiste en una tabla con un listado con diversas acciones como capacitaciones, mejoras mecánicas, mejoras de insumos, etc., donde además de la acción correctiva, se deja plasmado el o los encargados de ejecutarlas. Dicho plan tiene como fin detener las fallas de mayor frecuencia en el sistema.

Problema	Soluciones	Encargado de ejecutar
Problemas asociados a caída de rollos (mensual)	• Mejorar rollo film de orbital • Mejora mecánica del sistema	• Área de Operaciones • Área de mantención y departamento de mejoras continuas
Mantenimiento cilindro orbital, sistema de corte rollo film	• Mejorar mantenimiento autónomo	• Área de mantenimiento y producción
Engrase de guías de traslado de brazo neumático	• Mejorar sistema de engrase	• Área de mantención
Falla en cabezal zunchador, obstrucción de guías por restos de zuncho	• Aumentar frecuencia de mantenimiento • Incluir limpieza en mantenimiento autónomo	• Área de mantenimiento • Área de producción
Baja de fusible salva motor, sistema de traslado de brazo neumático	• Inspeccionar componentes eléctricos de seguridad	• Área de mantención
Errores de operación	• Capacitación específica a operadores	• Área de producción

Tabla 2- 14: Plan de acción

CAPÍTULO III PROPUESTA DE MEJORA

3.1 Mesa zunchadora actual

La actual mesa zunchadora está conformada por un arco de aluminio en cada uno de sus extremos, 2 cabezales zunchador (T-200), el dispensador de zuncho y la estructura de dicha mesa. Si bien estos equipos constituyen un sistema de enzunchado funcional, la modificación del arco podría aumentar la eficiencia de la celda robótica, eliminando el defecto expuesto en el presente trabaja, el que radica en la diferencia con que se enzunchan los rollos malleros, dependiendo de sus medidas, disminuyendo la disponibilidad de la celda robótica.

A continuación podemos apreciar la actual mesa zunchadora.

Ilustración 3-1: Mesa zunchadora actual (Fuente: Inchalam)

Ilustración 3-2: Arco de mesa zunchadora (Fuente: Inchalam)

Ilustración 3-3: Arco de mesa zunchadora, se observa la extensión realizada la a mesa original (Fuente: Inchalam)

3.2.3 Partes del Arco para enzunchar

El arco enzunchador, es una estructura de perfiles de aluminio, al cual se le agregaron componentes de enzunchadora industrial, todo a fin de facilitar el paso del zuncho. Este zuncho será el encargado de mantener unidas nuestras mallas, durante todo el proceso de paletizado y también en traslado.

- **<u>Perfiles de aluminio 20x80x4:</u>** Estos serán el principal componente de la estructura debido a esto un dato relevante a considerar, además de sus dimensiones, es su peso de 2.3 kg por metro, teniendo en cuenta que el perímetro del arco es de 2,40 metros su peso total será de 5,6 kg siendo estos levantados por los cilindros neumáticos, este esfuerzo que realizan es necesario considerarlo al momento de la selección de los actuares neumático.

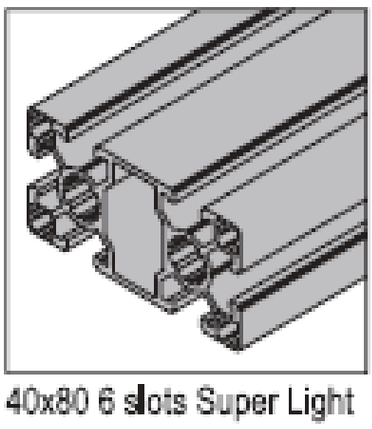


Ilustración 3-4: Perfil de aluminio que forma la estructura del arco (Fuente: Alutipo)

- **<u>Accesorios de ensamble modular:</u>** Existen de variados tipos y se les pueden dar variados usos, dependiendo de las necesidades estructurales que se tenga el proyecto, en este caso lo principal es la unión de los perfiles y darle firmeza a la estructura, es muy importante su calidad, y como son ensamblados.

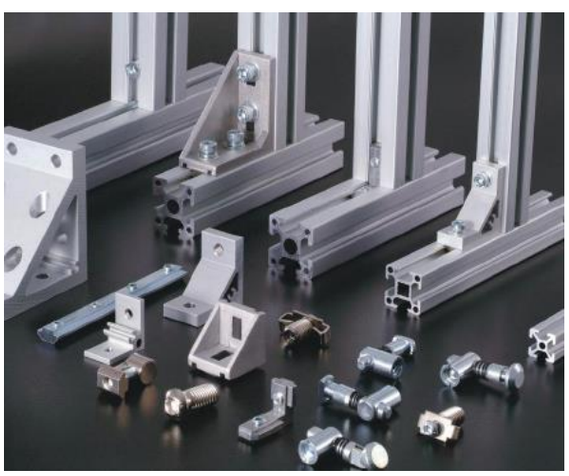


Ilustración 3-5: Accesorios de ensamble modular (Fuente: Alutipo)

- **<u>Cabezal zunchador Titán T-200:</u>** Es el encargado de impulsar, tensar, sellar y unir la zuncha. Entre sus datos técnicos más relevantes esta su peso de 60kg, que debe ser soportado por la parte inferior del arco, sus ciclos por minutos el cual es de 3.2m/seg y su fuerza de tensión la cual va de 200N a 2500N.

Ilustración 3-6: Cabezal zunchador Titán T-200 (Fuente: Mageva.com)

- **Sistema guía de zuncha:** Importante para envolver a los rollos malleros en zunchos, estas guías están unidas a los perfiles por el interior del arco, se componen por guías y unas bisagras accionadas por resorte, las que le permiten al zuncho, salir de las guías, cuando el cabezal comienza a tensionar dicho zuncho, posteriormente los resortes cierran la guía.

Ilustración 3-7: Sistema de guías del arco para zunchos (Fuente: Inchalam)

3.2 Propuesta de mejora a mesa zunchadora

La propuesta para mejor la mesa zunchadora, es convertir el arco rígidos actuales en arcos abatibles, lo cual viene a mejorar principalmente dos parámetros de funcionamiento de la celda como conjunto, el primero es aumentar la confiabilidad de la celda, ya que al ser un

equipo crítico dentro de la línea de producción, se debe tener la mayor certeza posible de que nos fallara, o atrasara el proceso. También la implementación de esta mejora nos permitirá utilizar nuestro brazo robótico a su mayor velocidad de funcionamiento, ya que para disminuir la posibilidad de caída de rollos, la velocidad de traslado del brazo robótico no debe superar el 80% de su máxima velocidad, lo que significaría una reducción en los tiempos de paletizado de rollos y por lo cual aumentaría la relación hora palet creados.

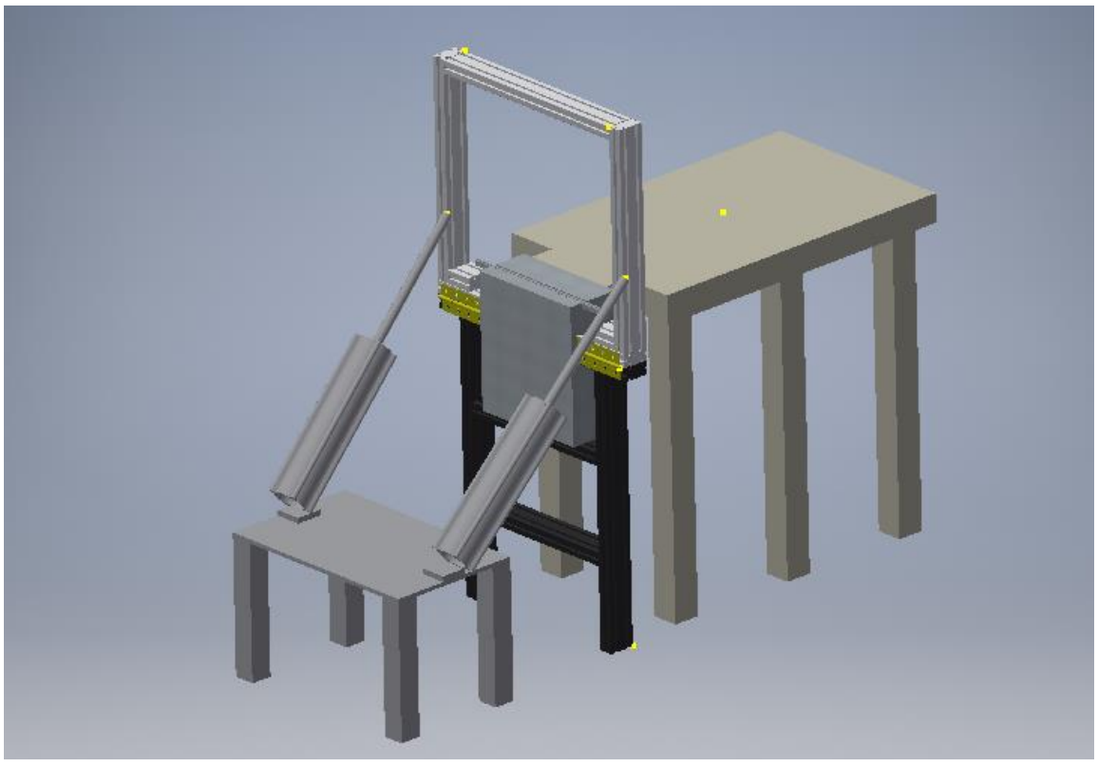


Ilustración 3-8: Diseño de la propuesta (Fuente: Elaboración propia)

3.2.1 Partes a incorporar para la mejora

Para lograr incorporar la mejora anteriormente propuesta, es necesario el disponer de todos los materiales servicios e insumos para este proyecto y no dejar nada a la improvisación. Uno de los componentes más importantes de la mejora, son los cilindros neumáticos, los cuales se seleccionaran a continuación, también debemos considerar el sistema de alimentación neumático para los cilindros, su electroválvula (controlada por PLC), válvula antirretorno y su respectivo sistema de FRL (filtro, regulador lubricador). Además de todo lo necesario para formar una estructura estable, entre los que destacan las bisagras que permitirán el movimiento abatible del arco, el sistema modular de aluminio, así como todos los sistemas de acoples y soportes para el actuador neumático.

- **Bisagras Hinge:** Son las encargadas de permitir el movimiento de abatimiento que realizara el arco, deben poseer la capacidad de soportar los 10 kg aprox. que pesa el nuevo arco, no se descarta el enviarla a confeccionar para aumentar la calidad

del material del cual se fabrica. Es indispensable mantener repuesto de bisagras en bodega.

- **Circuito neumático:** Será el encargo de alimentar de aire comprimido a los actuadores neumático, también debe poseer un sistema FRL para filtrar, regular y lubricar el caudal que alimenta los cilindros. Se consideraran la válvula antiretorno, electroválvula que se conectara al PLC de la celda. Todos los componentes anteriormente mencionados estará conectado a la red de aire comprimido de la planta, la cual también alimenta a diferentes componentes de la celda robótica, cabe mencionar que la red entrega 6 Bar de presión.

3.2.2 Selección de cilindros neumático

Para elegir el cilindro ideal para nuestro proyecto, hay parámetros de funcionamiento que se deben tener en cuenta como lo es la presión necesaria para alimentar el sistema, fuerza necesaria para levantar el arco, recorrido y también el medio donde trabajara (en este caso un medio limpio)

- Perfiles: 2,3kg/m
- Perímetro de arco : 2,4 m
- Peso del arco: 2,3 x 2,4 = 5,2 kg
- También debe considerarse el peso de las guías del zuncho, se desconoce, pero se utilizará el mismo peso que para los perfiles
- 5,2 (peso perfiles) x 2 = 10,4 kg
- Recorrido necesario para levantar el arco 500mm
- Presión entregada por la red 6 bar

Para la selección de cilindro utilizaremos la herramienta digital de festo.com (https://www.festo.com/eap/es_es/PneumaticSizing/) el cual nos entrega variadas opciones para definir nuestros requerimientos, como lo son tiempo de salida, carga a levantar, presión disponible y recorrido del vástago.

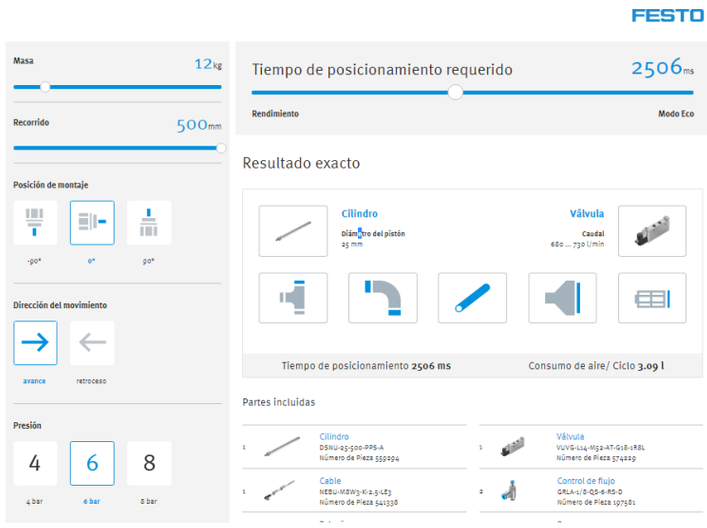


Ilustración 3-9: Selección de cilindro con herramienta digital de FESTO.COM (Fuente: Festo)

- **<u>Cilindro neumático</u>:** El cilindro seleccionado es un DSNU-25-500-PPS de festo, el cual posee un diámetro de vástago de 25mm una carrera de 500mm y un sistema de amortiguación neumática regulable.

Ilustración 3-10: Cilindro neumático seleccionado (Fuente: Festo)

CAPÍTULO IV : ANÁLISIS FINANCIERO

4.1 Pérdidas y sus frecuencias

Si bien el equipo de la mesa enzunchadora, tanto como la celda robótica, posee una baja tasa de averías (mantenimiento correctivo) este error operacional, la caída de rollos es el que con mayor frecuencia produce pérdidas de tiempo y disponibilidad.

Este defecto no se encuentra dentro de las fallas accidentales que ingresan al sistema de gestión de mantenimiento, debido a que no requiere un técnico mecánico para la reposición de servicio, aun así por medio de las conversaciones con los 3 operadores que trabajan en turno se pudo llegar al consenso de promedio que ocurren las fallas (caídas de rollos), las cuales podemos separar en 3 por el tiempo de parada que generan así como la frecuencia con la que ocurren.

Detenciones	Tiempo (min)	Frecuencia por día (3 turnos de 8 Hr)	Tiempo de detención total
Caída de rollo en traslado	5	1	5 min
Caída de rollos en mesa rodillos (palets)	15	1	15 min
Ingreso a afirmar palets	10	5	50 min
		168	1,15 = Horas

Tabla 4- 1: Tiempos de detenciones

4.2 Costos de las mejoras propuestas

Lo primero que debemos saber de la inversión a realizar es que la mano de obra para modificar las estructura actual será ejercida por los propios técnicos de la planta en día domingo, cuando la celda robótica se encuentre detenida, también considerar el cargo adicional por ser día domingo, además aunque una tarea se muestre de corto tiempo (ejemplo 3 horas) se debe cancelar el turno completo de 8 horas.

4.2.1 Servicios para lograr la mejora

También se requerirán contratar servicios externos, como lo es el caso de asesoría en diseño y una revisión o reprogramación del brazo robótico, con el fin de reducir sus movimientos, aumentar sus parámetros de funcionamiento, principalmente la velocidad de desplazamiento (actualmente al 80%) todas estas mejoras llevaran a que el tiempo de paletizado sea menor, aumentado su output.

Servicios	H.H.	Trabajador	Valor
Asesoría en diseño	N/A		500.000
Mejora a estructura modular de aluminio	5	2	120.000
Instalación de bisagras	3	1	48.000
Instalación de pedestal para cilindro neumático	4	2	96.000
Instalación y acople de cilindro neumático a arco zunchador	4	2	96.000
Instalaciones neumáticas (conexiones)	6	1	48.000
Análisis de la programación actual de robot	N/A		1.000.000 A 5.000.000
		Total	5.860.000

Tabla 4-2: Costos de servicios para mejora

Datos/Hora	día	Semana	Mes
Caída de rollos	1,15	6,9	27,6

Tabla 4- 3: Horas de detención

4.2.2 Nuevos componentes para la mejora

En el caso de los nuevos componentes se debe mencionar que muchos de ellos ya se encuentran en la planta de Inchalam ya sea en el área como respuestas o en otra, todos estos serán de fácil acceso, ya que están dentro de un sistema de gestión de materiales y repuestos y su adquisición es relativamente rápida.

Y en el caso de los accesorios de ensamble modular o anclaje de los cilindros el proveedor actual (Alutipo) puede entregarlos sin mayores problemas.

Componentes	Cantidad	Precio	Total
Cilindros neumáticos DSNU-25-500-PPS-A festo	2	250.000	500.000
Bisagras Hinge Alutipo	4	25.000	100.000
Sistema de aire comprimido (FRL)	1	120.000	120.000
Soporte de cilindros neumáticos. Alutipo	4	15.000	60.000
junta tipo B Alutipo	4	12.000	48.000
Horquilla de festo	4	20.000	80.000
Perfiles de aluminio Alutipo	4	25.000	100.000
Accesorios de ensamblaje modular Alutipo	1	120.000	120.000
Electro válvula 5/2	2	350.000	700.000
Plataforma para cilindro	1	60.000	60.000
		Total	1.888.000 + I.V.A

Tabla 4- 4: Costo de componente asociado a la mejora

4.3 Beneficios de las propuestas

Para calcular los beneficios económicos, se deben calcular la invención total y las ganancias posibles al solucionar el problema de caída de rollos, evitando caídas, se gana en tiempo de producción, lo que se traduciría en mayor número de mallas paletizadas. Para esto debemos tener en cuenta que:

- Al año por caída de rollos se estima una pérdida de 331.2 horas
- Un palet de 1,5 metros demora en promedio 45 min, que corresponde al 0,75 horas por tanto:

➢ 331.2/0,75 (45 min es 0,75)= 441 palets de 1,5 metros

- Las mallas de 1,5 en promedio (Ecosol y 5014) entregan una ganancia de

  15.000 $
- Si cada palet posee 25 mallas = 25x441=11.025
- Finalmente 11.025 x 15.000= $ 165.375.000

$ 165.375.000 millones anuales en ganancias se podrían generar, si se soluciona el problema de caída de rollos, por tiempos muertos, en reponer las mallas caídas.

El costo total de inversión entre servicios y materiales haciende aproximadamente a $ 8.000.000 pudiendo llegar hasta los $ 12.000.000 por impuestos (I.V.A.), variaciones en precios de materiales o servicios adicionales como transporte de materiales o servicios adicionales.

Considerando los $12.000.000 de inversión

Ganancias $165.375.000 el saldo positivo sería de $ 150.000.000 aproximadamente siendo este una cantidad bastante alta, por lo que desde el punto de vista económico esta propuesta si es viable.

Además de aumentar producción y eficiencia del equipo se elimina un riesgo, al cual se sometía el operador o ayudantes de producción al ingresar al perímetro de la celda robótica teniendo que moverse en las mesas rodillos para levantar rollos malleros de más de 25 kg, impedido por la legislación chilena, la llamada ley del saco, además de producción se gana en seguridad y bienestar laboral.

Indicadores	Valor
Horas totales perdidas	331,2
Palets perdidos	441
Total de rollos no producidos	11025
Ganancia por rollo mallero	$15.000
Ganancia estimada	$ 165.375.000

Tabla 4- 5: Ganancias estimadas

4.3.1 Valor actual neto

El Valor Actual Neto o simplemente VAN es uno de los indicadores financieros para valorar y determinar la viabilidad y la rentabilidad de un proyecto de inversión, más conocidos y utilizados. Se determina mediante la actualización de los flujos de gastos e ingresos futuros del proyecto, menos la inversión inicial. Si el resultado de esta operación es positivo, es decir, si refleja ganancia se puede decir que el proyecto es viable.

De esta manera la empresa está en posición de evaluar desde el inicio y con proyección a futuro la viabilidad de su proyecto y los resultados de su inversión.

La forma más utilizada para calcular el VAN es:

VAN = Beneficio Neto Actualizado (BNA) – Inversión Inicial (Io)

Donde el BNA es el valor actualizado del flujo de caja que se obtiene al estipular el valor de venta a futuro y aplicarle una tasa de descuento para actualizar su valor al presente. Es decir, se calcula el valor en que podrías vender en el futuro y le aplicas una tasa de interés inversa para estimar ese valor al día de hoy.

Esta operación nos arrojará 3 posibles resultados que nos servirán para determinar la viabilidad del proyecto en cuestión:

- VAN = 0. Sí el resultado es igual a cero (0), se determina que el proyecto no dará ganancias ni perdidas, o sea, es indiferente.
- VAN > 0. Cuando el valor obtenido es mayor a cero (0) se asume que el proyecto será rentable.
- VAN < 0. Si el valor obtenido es menor a cero (0) se considera el proyecto no viable.

4.3.2 Cálculo del valor actual neto del proyecto

Para poder calcular el VAN de nuestro proyecto utilizaremos la formula anteriormente presentada, sustrayendo los egresos de capital de "x" periodo (mantenciones al proyecto), a los ingresos producidos por la mejora, en el mismo intervalo de tiempo (cada periodo será de 1 año)

Formulacion de datos		
f1	$ 127.627.000	Inversion Inicial = 7,748,000
f2	$ 135.375.000	Presupuesto anual de mantenciones externas = 30,000,000
f3	$ 135.375.000	
f4	$ 135.375.000	
f5	$ 135.375.000	
n	5	
i (Interes)	0,10%	
IO (Inversion inicial)	$ 7.748.000	

Ilustración 4-1: Formulación de datos para cálculo de VAN (Fuente: Elaboración propia, Excel)

Flujo de ingreso

	A
Año	**Valor ($)**
1	165.375.000
2	165.375.000
3	165.375.000
4	165.375.000
5	165.375.000
Total	

Flujo de egreso

	B
Año	**Valor ($)**
1	37.748.000
2	30.000.000
3	30.000.000
4	30.000.000
5	30.000.000
Total	

Ilustración 4-2: Tablas de flujo, ingreso y egreso (elaboración propia, Excel)

Flujo de efectivo neto

	A-B		
Año	**Valor ($)**	INVERCION INICIAL	-$ 7.748.000
1	127.627.000		$ 127.627.000
2	135.375.000		$ 135.375.000
3	135.375.000		$ 135.375.000
4	135.375.000		$ 135.375.000
5	135.375.000		$ 135.375.000
Total			
		VAN	$ 513.882.123
		TIR	1652,93%

Ilustración 4-3: Flujo de efectivo neto (Fuente: elaboración propia, Excel)

En nuestro calculo anterior, en el cual obtuvimos un VAN mayor a cero podemos decir que la inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida, por lo cual nuestra propuesta representa un proyecto aceptable desde la vista económica.

4.3.2. Tasa Interna de Retorno

TIR o Tasa Interna de Retorno es uno de los métodos de evaluación de proyectos de inversión más recomendables. Se utiliza frecuentemente para analizar la viabilidad de un proyecto y determinar la tasa de beneficio o rentabilidad que se puede obtener de dicha inversión. Estrechamente ligado al VAN, el TIR también es definido como el valor de la tasa de descuento que iguala el VAN a cero, para un determinado proyecto de inversión. Su resultado viene expresado en valor porcentual.

Es sumamente confiable cuando la empresa quiere determinar la rentabilidad y viabilidad de un proyecto de inversión. El TIR utiliza el flujo de caja neto proyectado y el monto de la inversión del proyecto. Aunque, esa confiabilidad se ve disminuida si se compara la rentabilidad de dos proyectos diferentes, debido a que no toma en cuenta la variación entre las dimensiones de ambos. En conclusión, TIR es el porcentaje de beneficio o pérdida que se puede obtener de una inversión.

$$TIR = \sum_{T=0}^{n} \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

Ilustración 4-5: Formula de TIR (Fuente: economia3.com)

Flujo de efectivo neto

	A-B		
Año	**Valor ($)**	NVERCION INICIAL	-$ 7.748.000
1	127.627.000		$ 127.627.000
2	135.375.000		$ 135.375.000
3	135.375.000		$ 135.375.000
4	135.375.000		$ 135.375.000
5	135.375.000		$ 135.375.000
Total			
		VAN	$ 513.882.123
		TIR	1652,93%

Ilustración 4-4: Flujo de efectivo neto (Fuente: elaboración propia, Excel)

Respecto al cálculo del valor de TIR, este indicador es utilizado en casos donde se necesite capital externo, para asegurarnos que en "x" periodo de tiempo recuperemos la inversión para devolver lo prestado, siempre que los flujos de caja de los primeros años sean, negativos debemos prestar mayor atención a este indicador (en este caso los flujo de caja son positivos). Así también a mayor sea el valor de TIR más rentable será el proyecto, por ende nuestro proyecto es viable considerando el cálculo anteriormente realizado, además del hecho de que los flujos de caja son positivos.

CONCLUSIÓN

Este trabajo se centró en un sistema de paletizado automático, el cual está compuesto de múltiples equipos, el más importante nuestro brazo robótico, un equipo que conlleva un gran inversión, sin embargo un error puntual de un equipo de menor envergadura como lo es la mesa zunchadora nos impide el aprovechar en un 100% la eficiencia de nuestro brazo robótico, como lo es el hecho de que no pueda funcionar a su velocidad máxima de traslado para disminuir la probabilidad de caída de rollos, esto a su vez, impide el aumentar el número de máquinas tejedoras de mallas, ya que actualmente la cinta trasportadora presenta un alto flujo de productos (malla), todo en consecuencia disminuye la eficiencia de la planta piloto.

También debemos agregar que toda propuesta de mejora no puede evaluarse o aprobarse sin antes realizar un contraste entre el estado actual de la máquina, ya sea su tonelaje de salida, eficiencia, tiempos o indicadores, los que nos darán el diagnóstico de nuestro estado actual. Dichos parámetros o indicadores a evaluar dependerá de las necesidades de la empresa, para este caso un equipo crítico el cual compromete más de una docena de máquinas productoras la disponibilidad de dicho equipo, se genera una relación proporcionalmente directa entre la producción del área y disponibilidad de la celda robótica es de vital importancia así como su confiabilidad.

Vale la pena decir que los problemas dentro de las industrias siempre tienen más de una solución sin embargo es importante seleccionar la que nos entregue más confianza, independencia de servicios externos y que sea sostenible en el tiempo, para nuestro caso el mejorar un equipo del conjunto de nuestra celda rebotica, puede abrirnos mayores oportunidades, como lo es la expansión del área o su implementación en distintas áreas de la planta.

BIBLIOGRAFÍA Y LINKOGRAFIA

Proceso productivo y marco teórico: Inchalam S.A - Inchalam.cl

Indicadores de Mantenimiento: KPIs Para Una Gestión Eficiente - Infraspeak Blog

Diagrama de Pareto: Blog de La Calidad Diagrama de Pareto - Blog de la Calidad

VAN y TIR: economia3.com/van-tir-concepto-diferencias-como-calcularlos/

Corrector ortográfico y gramatical: Corrector Castellano; corrector-castellano.com

ANEXO 1

standards-based cylinder
DSNU-25-500-PPS-A

Part number: 559294

FESTO

with self-adjusting pneumatic end position cushioning

Data sheet

Feature	Value
Stroke	500 mm
Piston diameter	25 mm
Piston rod thread	M10x1,25
Cushioning	PPS: Self-adjusting pneumatic end-position cushioning
Assembly position	Any
Conforms to standard	CETOP RP 52 P ISO 6432
Piston-rod end	Male thread
Design structure	Piston Piston rod Cylinder barrel
Position detection	For proximity sensor
Variants	Single-ended piston rod
Operating pressure	1 ... 10 bar
Mode of operation	double-acting
Maritime classification	see certificate
Operating medium	Compressed air in accordance with ISO8573-1:2010 [7:4:4]
Note on operating and pilot medium	Lubricated operation possible (subsequently required for further operation)
Corrosion resistance classification CRC	2 - Moderate corrosion stress
Ambient temperature	-20 ... 80 °C
Impact energy in end positions	0.3 J
Cushioning length	17 mm
Theoretical force at 6 bar, return stroke	247.4 N
Theoretical force at 6 bar, advance stroke	294.5 N
Moving mass with 0 mm stroke	71 g
Additional weight per 10 mm stroke	11 g
Basic weight for 0 mm stroke	238 g
Additional mass factor per 10 mm of stroke	6 g
Mounting type	with accessories
Pneumatic connection	G1/8
Materials note	Conforms to RoHS
Material cover	Wrought Aluminium alloy neutral anodisation
Material seals	NBR TPE-U(PU)
Material piston rod	High alloy steel, non-corrosive
Material cylinder barrel	High alloy steel, non-corrosive

ANEXO 2

MAGEVA
embalaje industrial

TITAN T-200

ACCESORIOS

COMBINACIÓN ELÉCTRICA

SKU: T-200

Tipo de Zuncho: ZUNCHOS PLÁSTICOS

Tipo de bulto: SUPERFICIE PLANA E IRREGULAR

Descripción

Cabezal compacto, fácil de usar y eficiente para el enzunchado de plástico con sello de soldadura por fricción. El cabezal T200 ofrece una tecnología de disco ultramoderna en el formato más pequeño. Un controlador de CC por función elimina la necesidad de un acoplamiento propenso al desgaste. La tensión del zuncho se establece electrónicamente y alcanza hasta 2,500 N / 520 lbs. Funciona con zunchos de PP y PET de 3/8 "a 5/8" de ancho. Por su diseño estrecho, la cabeza también se puede utilizar horizontalmente para operara a baja altura.

Especificaciones Técnicas

Automatización :
ELECTRICA

Ciclos por minuto :
3,2 mt. / seg.

Ancho Zuncho :
9 - 12 - 16 mm.

Tipo de Trabajo :
Standard & High-Strength

País de Origen :
ALEMANIA

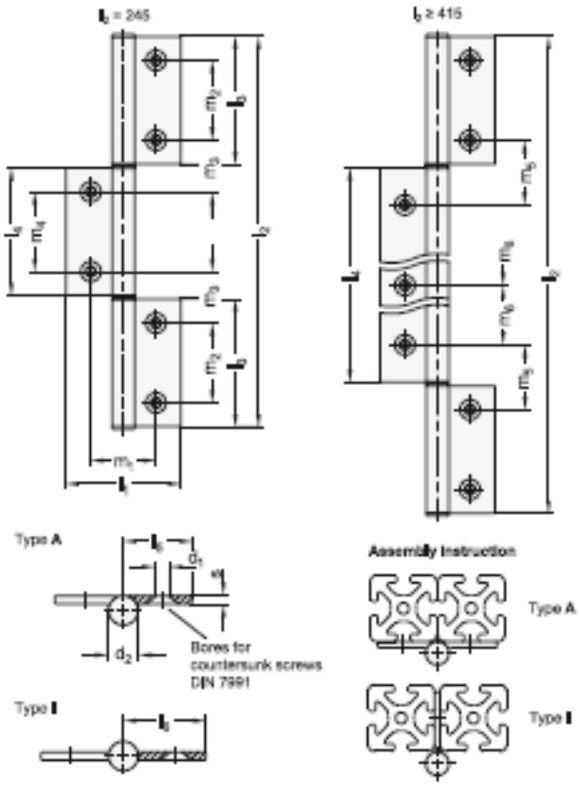
Marca	TITAN
Tipo trabajo	Standard & High-Strength
Rendimiento	aprox. 3,2 mt/seg.
Peso	60 kg.
Largo	560 mm.
Ancho	215 mm.
Alto	430 mm.
Sellado	soldadura por fricción
Automatización	ELECTRICA
Ancho zuncho	9 - 12 - 16 mm.
Espesor zuncho	0,60 - 0,90 mm.
Fuerza de tension	ajustable 200 - 2500 N
Ciclos por minuto	3,2 mt. / seg.
Sellado	soldadura por fricción
Conexion electrica	600 W max. 25 A
Pais origen	ALEMANIA

ANEXO 3

GN 2295 Triple Winged Hinges

Aluminum, for Profile Systems / Panel Elements, with Extended Outer Wings

JW WINCO® A Gerber Company



Type
- A Exterior hingewings
- I Interior hingewings

Identification
- O With countersunk holes

Metric table

Dimensions in millimeters - *inches*

l_1 Type A	l_1 Type I	l_2 - l_4		d_1	d_2	l_3	l_5	l_6	m_1 Type A	m_1 Type I	m_2	m_3	m_4	m_5	m_6	s
72 *2.83*	86 *3.39*	245 - 80 *9.65 - 3.15*	-	6.6 *0.26*	14 *0.55*	80 *3.15*	36 *1.42*	43 *1.69*	40.8 *1.61*	55 *2.17*	50 *1.97*	32.5 *1.28*	50 *1.97*	-	-	3.5 *0.14*
72 *2.83*	86 *3.39*	415 - 250 *16.34 - 9.84*	565 - 400 *22.24 - 15.75*	6.6 *0.26*	14 *0.55*	80 *3.15*	36 *1.42*	43 *1.69*	40.8 *1.61*	55 *2.17*	-	-	-	67.5 *2.66*	150 *5.91*	3.5 *0.14*

Specification

- Body
  Aluminum
  Anodized finish, natural color EL
- Bearing bushing / cover cap
  Plastic
  Technopolymer (Polyamide PA)
  Gray, RAL 7035
- Tapered dowel pin ISO 8741
  Steel, zinc plated, blue passivated finish
- RoHS compliant

On request

- Other lengths and hole spacings
- Other finishes

Information

GN 2295 triple winged hinges are made of drawn profiled aluminum and can be used on doors and covers.

External hinge wing, type A hinges, allow mounting with a very small door gap. Type I hinges are mounted between the door gap. This results in the mounting screws being hidden when the door is closed, which reduces the chance of vandalism.

The hinges are delivered loose and must be mounted according to the accompanying instructions. Any hinge combination may be created (if needed, by shortening the middle wing) thanks to the modular design and available accessories.

see also...
- *List of Hinge Types*

How to order

GN2295-86-565- I-C-EL

1	Width l_1
2	Length l_2 - l_4
3	Type
4	Identification
5	Finish

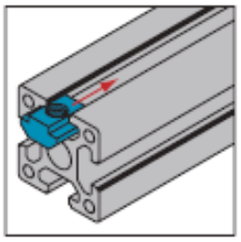
ANEXO 4

Elementos de Fijación
Fastening Elements

Tuerca tipo "Pre-set"
Pre-set Nut

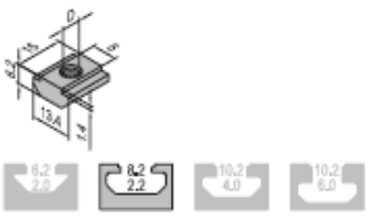
La Tuerca tipo "Pre-set" puede ser colocada en la ranura tipo T sólo desde el extremo del perfil.

Material: Acero niquelado

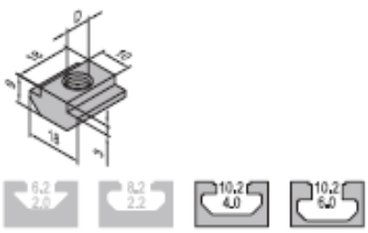


Clean Room

Descripción	D	Material	Masa (g/pcs)	Part No.
Pre-set Nut-6-M4	M4	nickel plated steel	3	2.11.06.M4
Pre-set Nut-6-M5	M5	nickel plated steel	3	2.11.06.M5



Descripción	D	Material	Masa (g/pcs)	Part No.
Pre-set Nut-8-M4	M4	nickel plated steel	8	2.11.08.M4
Pre-set Nut-8-M5	M5	nickel plated steel	8	2.11.08.M5
Pre-set Nut-8-M6	M6	nickel plated steel	8	2.11.08.M6



Descripción	D	Material	Masa (g/pcs)	Part No.
Pre-set Nut-10-M4	M4	nickel plated steel	16	2.11.10.M4
Pre-set Nut-10-M5	M5	nickel plated steel	16	2.11.10.M5
Pre-set Nut-10-M6	M6	nickel plated steel	16	2.11.10.M6
Pre-set Nut-10-M8	M8	nickel plated steel	16	2.11.10.M8