



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“ESTUDIO DEL TRABAJO Y BALANCE DE LÍNEA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE TOLVAS EN EMPRESAS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS LIMA – 2021”.

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Ricardo Isaias Lozano Quiroz

Asesor:

Mg. Ing. Richard Alex Farfán Bernales

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

- A Dios, por permitirme lograr culminar mis metas propuestas y darme las fortalezas para seguir adelante.
- A mi mamá Gloria Quiroz por siempre confiar en mí.
- A mis hermanos Yanira, Cesar y Maximo, por apoyarme en todo momento para cumplir mis metas.
- A mi Papá Maximo Bermudez en el cielo.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Privada del Norte por prepararme profesionalmente.
- A mi asesor MBe. Mg. CPPI. Ing. Richard Alex Farfán Bernal, por brindarme el mejor asesoramiento para lograr culminar mi tesis satisfactoriamente.
- Al Ing. Rodrigo Carranza Torres por la confianza brindada y apoyarme con la realización de mi trabajo de suficiencia profesional.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES	10
RESUMEN EJECUTIVO	11
ABSTRACT.....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1.1 Problemática	13
1.2 Antecedentes	37
1.2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	37
1.2.1.2 Antecedentes Nacionales	41
Antecedentes Locales	43
1.2.2 Bases Teóricas	46
1.2.2.1 Variable Y.....	46
1.2.2.2 Variable X.....	46
1.2.3 Justificación.....	47
1.2.3.1 Justificación Teórica.....	47
1.2.3.2 Justificación Práctica.....	47
1.3 Formulación del problema	47
1.3.1 Problema General	47
1.3.2 Problemas Específicos.....	48
1.3.2.1 Problema Específico 1	48
1.3.2.2 Problema Específico 2	48
1.3.2.3 Problema Específico 3	48
1.3.2.4 Problema Específico 4	48
1.4 Objetivos	48
1.4.1 Objetivo General	48
1.4.2 Objetivos Específicos.....	49
1.4.2.1 Objetivo Específico 1	49
1.4.2.2 Objetivo Específico 2	49
1.4.2.3 Objetivo Específico 3	49
1.4.2.4 Objetivo Específico 4	49
1.5 Hipótesis	50
1.5.1 Hipótesis General.....	50
1.5.2 Hipótesis específicas	50
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	51
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	71

CAPÍTULO IV. RESULTADOS	119
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES	124
REFERENCIAS.....	126
ANEXOS	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Cuadro de emisión de órdenes de producción	27
Tabla 1.2: Cuadro de paradas de línea de producción	29
Tabla 1.3: Cuadro de factores de pérdidas	32
Tabla 2.1: Cociente para el numero de observaciones	57
Tabla 2.2: Sistema Westinghouse para calificar habilidades.....	60
Tabla 2.3: Sistema Westinghouse para calificar el esfuerzo.....	61
Tabla 2.4: Sistema Westinghouse para calificar las condiciones.....	62
Tabla 2.5: Sistema Westinghouse para calificar la consistencia.....	63
Tabla 3.1: Estudio preliminar de observaciones.....	79
Tabla 3.2: Resultado tarjetas rojas.....	103
Tabla 3.3: Resumen del destino de elementos.....	103
Tabla 3.4: Costo de base anticorrosiva	106
Tabla 3.5: Características de base anticorrosiva	107
Tabla 3.6: Comparación de base anticorrosiva costos	107
Tabla 3.7: Comparación de base anticorrosiva características	107
Tabla 3.8: Precedencias	109
Tabla 3.9: Costos por hora mano de obra	117
Tabla 3.10: Costos por hora empleados	117
Tabla 3.11: Costos de implementación de balance de línea	117
Tabla 3.12: Costos proyectado	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Tolva Semiroquera Semicircular Compuerta Standard.....	15
Figura 1.2: Tolva Semiroquera Piso plano Compuerta Standard	15
Figura 1.3: Diagrama de procesos fabricación e instalación de tolva.....	17
Figura 1.4: Chasis ASMT Volvo Peru SA.....	18
Figura 1.5: Chasis ASMT Diveimport SA	19
Figura 1.6: Mapa de Procesos	20
Figura 1.7: Recepción de chasis	22
Figura 1.8: Proceso de Corte	23
Figura 1.9: Proceso de doblez	23
Figura 1.10: Proceso de armado de tolva	24
Figura 1.11: Proceso de doblez	24
Figura 1.12: Granallado de tolva	25
Figura 1.13: Pintado de tolva	25
Figura 1.14: Montaje de tolva	26
Figura 1.15: Acabado de tolva	26
Figura 1.16: Entrega de unidad	27
Figura 1.17: Productividad de la fabricación e instalación de tolvas	28
Figura 1.18: Pareto perdidas en horas paradas	30
Figura 1.19: Ishikawa por Causas	31
Figura 1.20: Pareto por factores de pérdidas	33
Figura 2.1: Diagrama de precedencia	65
Figura 3.1: Productos Principales	75

Figura 3.2: Facturación de productos	76
Figura 3.3: Gráfico de ventas en dólares	77
Figura 3.4: Sub-Proceso Recepción de Chasis	82
Figura 3.5: Tiempo estándar de Sub-Proceso Corte de plasma	83
Figura 3.6: T.S. de Sub-Proceso de Dobles de plancha A36 y plancha HD 450.....	84
Figura 3.7: Tiempo estándar de Sub-Proceso de Armado de tolva	85
Figura 3.8: Tiempo estándar de Sub-Proceso de Instalar mecanismo en tolva HD 450.....	86
Figura 3.9: Tiempo estándar de Sub-Proceso de Granallado de tolva	87
Figura 3.10: Tiempo estándar de Sub-Proceso de Pintado de tolva HD 450.....	88
Figura 3.11: Tiempo estándar de Sub-Proceso de Montaje de tolva.....	89
Figura 3.12: Tiempo estándar de Sub-Proceso de Acabado en camión volquete	90
Figura 3.13: Tiempo estándar de Sub-Proceso de entrega de camión volquete	90
Figura 3.14: DAP de Sub-proceso Recepción de chasis.....	91
Figura 3.15: DAP de Sub-proceso Corte de plancha Estructural A36 y HD 450	91
Figura 3.16: DAP de Sub-proceso Dobles de plancha Estructural A36 y HD 450	92
Figura 3.17: DAP de Sub-proceso de Armado de Tolva HD 450.....	92
Figura 3.18: DAP de Sub-proceso de Instalación de mecanismo para tolva HD 450.....	93
Figura 3.19: DAP de Sub-proceso de Granallado de tolva HD 450.....	93
Figura 3.20: DAP de Sub-proceso de Pintado de Tolva	94
Figura 3.21: DAP de Montaje de tolva	94
Figura 3.22: DAP de Acabado de tolva	95
Figura 3.23: DAP de Entrega de camión volquete	95
Figura 3.24: Pareto por Sub-proceso	96

Figura 3.25: Matriz de solución	97
Figura 3.26: Matriz de solución	98
Figura 3.27: Planchas para reproceso desordenado	99
Figura 3.28: Planchas para reproceso desordenado	99
Figura 3.29: Formato de tarjetas rojas	101
Figura 3.30: Porcentaje de elementos	104
Figura 3.31: Tiempo promedio de sub-procesos después de las 5S's	108
Figura 3.32: Diagrama de precedencia	109
Figura 3.33: Asignación de tareas	110
Figura 3.34: Asignación en diagrama de precedencias	110
Figura 3.35: Layout Propuesto	112
Figura 3.36: Diagrama PHVA	113
Figura 3.37: Productividad Comparada 2019 – 2021	116
Figura 3.38: Grafico de Productividad comparada.....	116
Figura 3.39: Productividad 2019	119
Figura 3.40: Productividad 2019 - 2021	121

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.1: Productividad	53
Ecuación 1.2: Eficiencia.....	54
Ecuación 1.3: Eficacia.....	54
Ecuación 1.4: Cociente de método tradicional.....	58
Ecuación 1.5: Formula de valoración	60
Ecuación 1.6: Formula de tolerancias	60
Ecuación 1.7: Formula de estaciones requeridas	68
Ecuación 1.8: Formula de tiempo estándar.....	82

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo da a conocer la productividad en la fabricación e instalación de tolvas en empresas de estructuras metálicas. Donde al enfocarnos en buscar un posible cuello de botella, aplicaremos nuestra experiencia al centrarnos específicamente en la instalación de mecanismos que llevan las tolvas, donde incrementaremos la producción para lograr una mayor productividad. Para ello tomaremos como referencia la producción de los años 2018 y 2019 de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC, Teniendo en cuenta la caída del 30% de la economía del rubro metalmecánico en el año 2020. Un posible problema en el sistema de fabricación e instalación de tolvas puede tener problemas con la cancelación de ordenes de producción y/o retrasos de entrega, que impactarían en el desprestigio y estancamiento de material en proceso. Realizaremos diagrama de Ishikawa para determinar que causas pueden generar tal efecto, y con el estudio de trabajo también podemos saber otros efectos que se generarían, como la necesidad de realizar varias horas extras, doble esfuerzos y muchas demoras en la realización por cada actividad, la posible falta de un supervisor o un estudio de tiempos para cumplir con las tareas pueden esconder tiempos perdidos y sobrecostos en materiales despilfarrados que a fin de cuenta reduce la productividad de la fabricación e instalación de tolvas. La productividad permite evaluarse como empresa, para poder tomar mejores decisiones que beneficie el incremento de las ventas. Se obtuvieron ahorros en tiempos y costos. Se aplicó el balance de línea, optimizando los tiempos por reducción de recorridos, Se logró un ahorro anual, Se identificaron y evaluaron los puntos más críticos de pérdidas en tiempos, logrando tener ahorro en tiempos por operación y minutos en diagrama de actividades.

Palabras clave: Estudio del trabajo, balance de línea y productividad.

ABSTRACT

The present work reveals the productivity in the manufacture and installation of hoppers in metal structures companies. Where when we focus on looking for a possible bottleneck, we will apply our experience by focusing specifically on the installation of mechanisms that carry the hoppers, where we will increase production to achieve greater productivity. For this, we will take as a reference the production of the company Fabricaciones Metálicas Carranza SAC for the years 2018 and 2019, taking into account the 30% drop in the economy of the metalworking sector in 2020. A possible problem in the manufacturing and installation system hoppers may have problems with the cancellation of production orders and / or delivery delays, which would impact the loss of prestige and stagnation of material in process. We will make an Ishikawa diagram to determine what causes can generate such an effect, and with the work study we can also know other effects that would be generated, such as the need to perform several overtime hours, double efforts and many delays in carrying out each activity, the Possible lack of a supervisor or a time study to fulfill tasks can hide lost time and cost overruns on wasted materials that ultimately reduce the productivity of the manufacture and installation of hoppers. Productivity allows you to evaluate yourself as a company, to be able to make better decisions that benefit increased sales. Savings in time and costs were obtained. The line balance was applied, optimizing times due to reduction of routes, an annual saving was achieved, the most critical points of losses in time were identified and evaluated, achieving savings in times per operation and minutes in the activity diagram.

Keywords: Work study, line balance and productivity.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

1.1.1 Problemática

Actualmente el rubro metalmecánico está pasando por la recuperación económica post- covid-19. Se está valorando más los recursos y la concientización es clave para cumplir con las obligaciones ambientales. En China, por ejemplo, se ha creado regulaciones estrictas para la actividad de importación de chatarra. Esta era originalmente adquirida en grandes cantidades en las costas de EE. UU. y en parte de Europa.

Con esto, el país asiático busca incrementar el consumo y reciclaje interno. Este es un fenómeno que ha afectado a nivel mundial (ya que muchos países han optado por el proteccionismo comercial), la oferta de materiales con respecto a la alta demanda que se ha generado, durante y post pandemia.

Aun así, el futuro se muestra más claro y motivador. Esto teniendo en cuenta los movimientos que se están dando a nivel mundial. De reapertura y de modificación de tendencias de producción y de consumo.

Desarrollando estrategias de logística seguras y de calidad y gracias a la alta demanda existente, los países productores podrán incrementar sus exportaciones y aumentar su participación con respecto a lo visto en el 2020. (Isntituto Asteco, 2021)

Asociaciones de consultoría comercial como el IREPA pronostica con positivismo el incremento, con respecto al año pasado, del movimiento del acero a nivel mundial.

Entre los años 2015 al 2019, la industria metalmecánica había crecido a tasas promedio anuales de 0.4%. Sin embargo, una vez acentuada la pandemia, en el periodo febrero 2020 – enero 2021, la rama industrial de bienes intermedios acumuló una caída de 18%, mientras que la de bienes de capital de 45%, según la Sociedad Nacional de Industrias (SNI).

Además, en enero de 2021 se contrajo a doble dígito la demanda externa de productos metalmecánicos (-20,1%), destacando las menores ventas al exterior de maquinaria y equipo generadores de fuerza (-38,1%) y maquinaria y equipo industrial y sus partes (-34,4%)

Por su parte, la viceministra de Mype e Industria Rosa Balcázar indicó que hay varios retos que enfrenta la metalmecánica, como la caída de la demanda de sus productos en 13%. Sin embargo, proyectó que, con la recuperación del sector construcción para el 2021 (estimada en 17.4%), y el crecimiento de la inversión minera, la producción de la industria metalmecánica podría incrementarse en 6.5% este año.

Frente a esta situación, durante el foro Retos para el Desarrollo del Sector Metalmecánico Nacional, que organizó ESAN en febrero, el ministro de la Producción, José Luis Chicoma, adelantó que ese ministerio está diseñando varias iniciativas para potenciar a la metalmecánica en el país como una medida para contribuir a la

reactivación de la economía ante la crisis sanitaria. (HLC INGENIERÍA
Y CONSTRUCCIÓN, 2021)

El presente trabajo se desarrolla en el área de producción de la empresa
Fabricaciones Metálicas Carranza S.A.C

La empresa se dedica a la fabricación de remolques, semi remolques y
tolvas para el transporte terrestre de carga.

La empresa con sede en Lima tiene a cargo la fabricación e instalación
de tolvas, que es donde se enfoca la mejora.

Tolvas

Según: (MANRIQUE MORAN, 2017), Las tolvas son diseñadas para
abarcar o transportar material de acuerdo a la necesidad del cliente.

Las características principales son:

- Capacidad de carga: de acuerdo al peso máximo que puede transportar la tolva.
- Volumen de la tolva: el volumen de la tolva es vital para los clientes de acuerdo a el material que necesitan transportar. Se tiene desde los 10 m³ hasta los 26 m³.
- Densidad de tolva: De acuerdo al material transportado el cliente puede exigir la dureza de las planchas a la hora de realizar las tolvas, como también se les puede poner planchas de sacrificio para extender la vida útil de las tolvas, resistiendo a fuertes impactos.

Tipos de tolvas

Tolva Constructora

Son tolvas usadas en el rubro de la construcción, transportando, por ejemplo, arena, tierra, piedra chancada. Comúnmente por el trabajo al que se destina son fabricados con material de planchas de acero estructural A36. (MANRIQUE MORAN, 2017)

Tolva Minera

Son tolvas usadas con preferencia en socavones, donde las viseras son recortadas para optimizar el espacio donde trabajarán. (MANRIQUE MORAN, 2017)

Tolva Roquera

Son tolvas fabricadas con mayor espesor para tener mayor resistencia, su destino es contener rocas de gran volumen, por consiguiente, no llevan compuerta, pero si tienen una inclinación en la parte posterior, parecido a la cola de un pato. (MANRIQUE MORAN, 2017)

Tolva Semiroquera

Es un modelo que combina lo resistente con planchas de mayor dureza y a la vez muy variable. De acuerdo al uso que se requiera, pueden ser para mina, construcción u otros fines. (MANRIQUE MORAN, 2017)

Estudio de tolvas semiroquera

Las tolvas Semiroquera con compuerta standard son las más solicitadas y las que en adelante serán tomadas como muestra para nuestro estudio.

Por ello detallaremos un poco más acerca de su armado.

Las tolvas Semiroquera son armadas con planchas anti abrasiva HD 450, ensamblando piso, laterales, frontal y compuerta. (MANRIQUE MORAN, 2017)

Figura 1.1: Tolva Semiroquera Semicircular Compuerta Standard



Fuente: Empresa en estudio

Figura 1.2: Tolva Semiroquera Piso plano Compuerta Standard



Fuente: Empresa en estudio

A continuación, las partes para el armado:

Piso: Está hecho con plancha rectangular anti abrasiva HD 450 con espesor de 10.0mm, con doblez para poner los durmientes y la viga principal. (MANRIQUE MORAN, 2017)

Lateral: Está hecho con planchas largas anti abrasiva HD 450 con espesor de 6.0mm con canales verticales y un canal horizontal. (MANRIQUE MORAN, 2017)

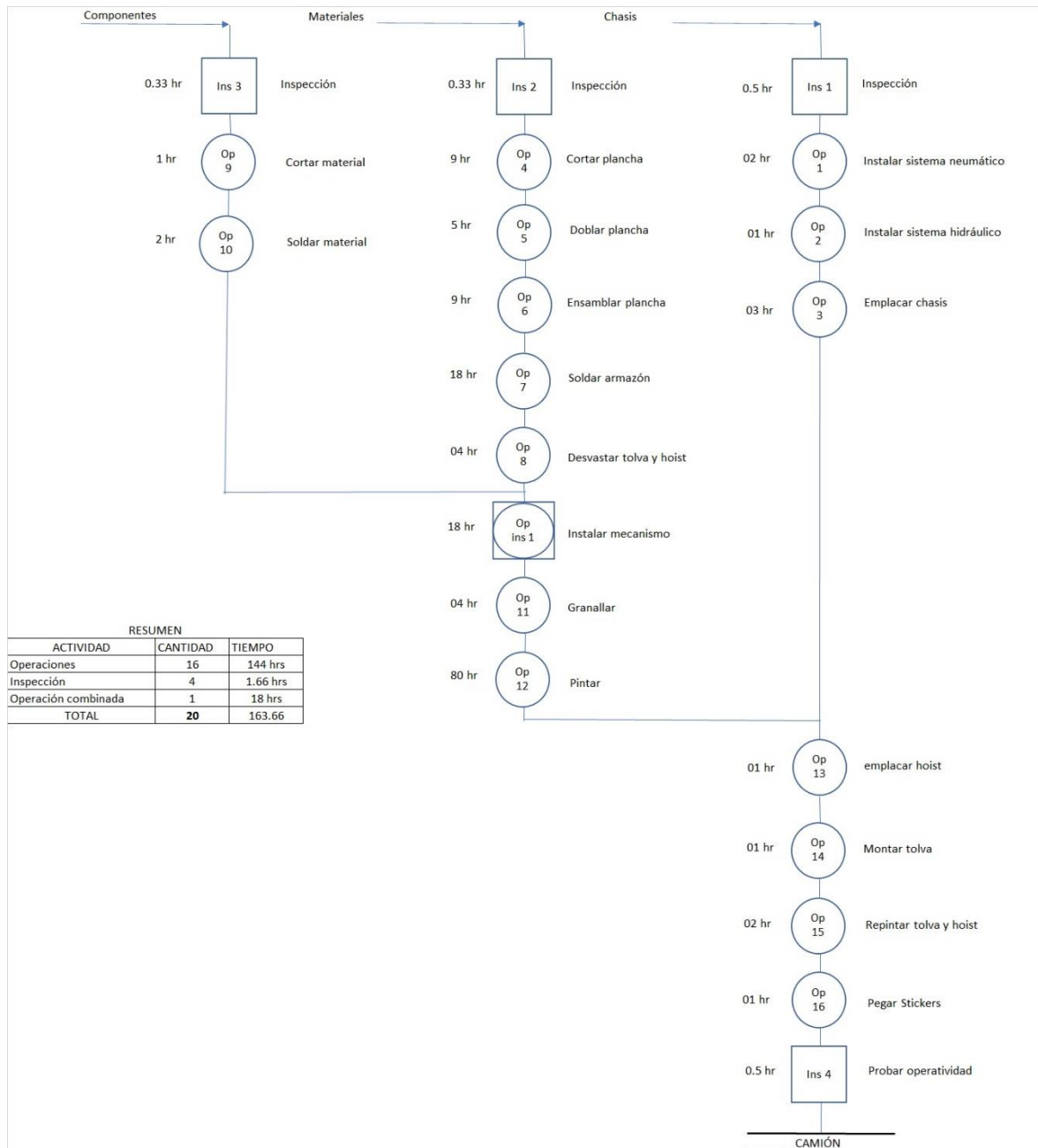
Frontal: Está hecho de plancha anti abrasiva HD 450 con espesor de 6.0mm con canales verticales, protector de cabina y base superior de pistón. (MANRIQUE MORAN, 2017)

Compuerta: Está hecho de plancha anti abrasiva HD 450 con espesor de 6.0mm con marco, canales verticales y horizontales, y bisagra de compuerta. (MANRIQUE MORAN, 2017)

El sub-bastidor: es con plancha A36, que nos ayudará a poder montarlo en el chasis. (MANRIQUE MORAN, 2017)

Para realizar la fabricación e instalación de tolvas conlleva procesos que a continuación mostraremos a través de un diagrama de procesos.

Figura 1.3: Diagrama de procesos fabricación e instalación de tolvas



Fuente: Elaboración propia

En el DOP de la fabricación e instalación de tolvas (figura 3) mencionamos sobre el chasis, los materiales, los componentes y los accesorios que a continuación detallaremos.

Chasis:

Según el decreto supremo MTC 058-2003, se define al chasis como una estructura interna, compuesta por un motor propulsor, sosteniendo las diferentes partes o piezas que forman un auto.

Figura 1.4: Chasis ASMT Volvo Peru SA



Fuente: Empresa en estudio

Figura 1.5: Chasis ASMT Diveimport SA



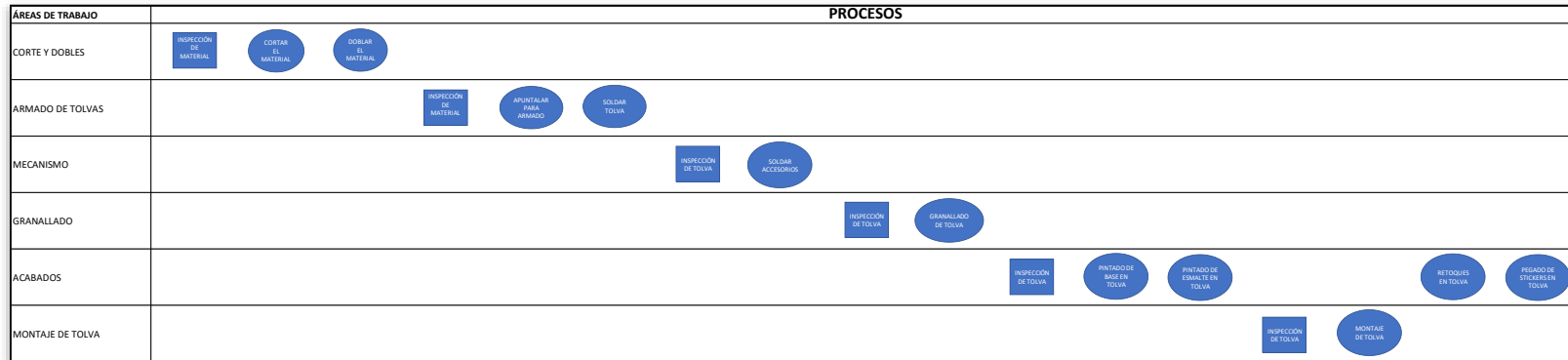
Fuente: Empresa en estudio

La empresa actualmente trabaja en conjunto con las empresas carroceras Volvo Perú SA, Diveimport SA, Scania del Peru SA.

Las empresas carroceras mencionadas tienen clientes en su mayoría del rubro minero y construcción, donde dan el 40% de los trabajos a la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC, y 60% a la competencia por motivos de tiempos, alegando que si la empresa entregara los productos en menos tiempo aumentarían el porcentaje.

A continuación, Detallaremos el mapa de procesos con respecto a las áreas.

Figura 1.6: Mapa de Procesos



Fuente: Elaboración Propia

Lo que se detalla en el mapa de procesos, son las secuencias en áreas por donde se inicia a fabricar una tolva y donde acaba.

A continuación, detallaremos mejor el rol de cada área mencionada.

Área de corte y doblez

El área tiene como función el corte y dobles de las planchas que se necesitan para el armado de tolvas, las máquinas que utilizan son el plasma, la cizalla, la dobladora y un montacarga para el traslado de las planchas de ace

Área de armado de tolvas

El área tiene como función el ensamblaje y soldadura de las estructuras metálicas para tener como resultado las tolvas.

Área de mecanismo

El área de mecanismo tiene como función de ensamblar y soldar los componentes de la tolva, como son la pluma de izaje de llanta de repuesto, el portallanta, los mecanismos para cierre de compuerta, los pines y bocinas de cajon para el esanmble de la tolva con el sub-bastidor y los pines y bocinas de piston, para el ensamble del cilindro hidráulico con el sub-bastidor.

Área de granallado

Esta área, se encarga de granallar la tolva con el sub-bastidor, quitando el óxido de manera rápida, usando piedra granular de 60 micras, ejerciendo gran presión al impacto con las tolvas, con una pistola neumática.

Área de acabados

Se encarga de pintar de base anticorrosiva las tolvas y pintar de esmalte sintético el color que solicitan los clientes. Como también se encarga del pegado de stickers con el logo de la empresa.

Montaje de tolvas

El área de montaje tiene la función de instalar el sistema neumático, eléctrico e hidráulico sobre el chasis. Además de poner graseras en los pines que ejerzan fricción entre metales y engrasarlas.

A continuación, mostramos imágenes de los procesos

Figura 1.7: Recepción de chasis



Fuente: Empresa en estudio

Figura 1.8: Proceso de Corte



Fuente: Empresa en estudio

Figura 1.9: Proceso de doblez



Fuente: Empresa en estudio

Figura 1.10: Proceso de armado de tolva



Fuente: Empresa en estudio

Figura 1.11: Proceso de Instalación de Mecanismo



Fuente: Empresa en estudio

Figura 1.12: Granallado de tolva



Fuente: Empresa en estudio

Figura 1.13: Pintado de tolva



Fuente: Empresa en estudio

Figura 1.14: Montaje de tolva



Fuente: Empresa en estudio

Figura 1.15: Acabado de tolva



Fuente: Empresa en estudio

Figura 1.16: Entrega de Unidad



Fuente: Empresa en estudio

Actualmente la rentabilidad anual cada año ha estado bajando, a pesar de haber mantenido las ventas en promedio.

Ante ello, la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC, Solicitó mejorar la productividad al doble.

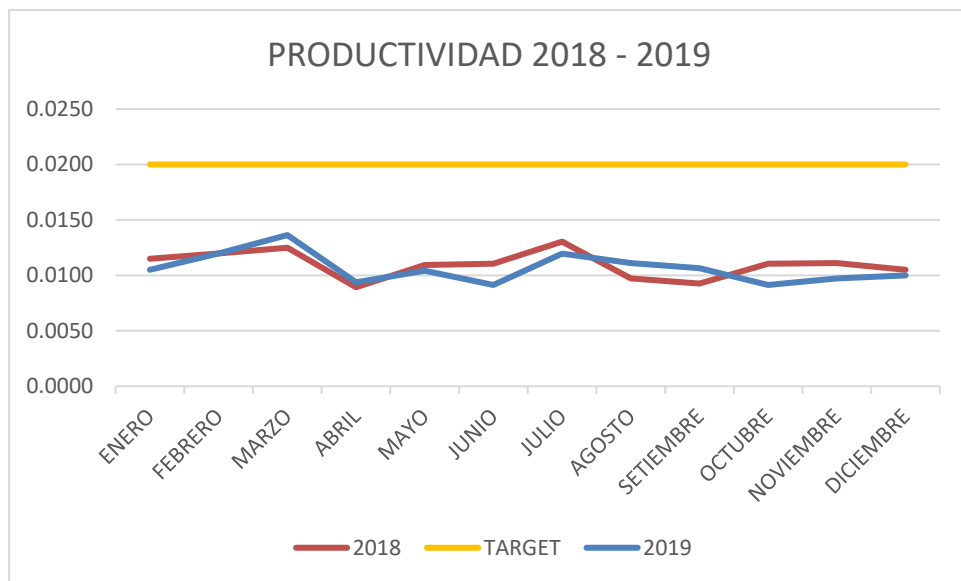
Para ello necesitamos identificar la causa y efecto que está originando la baja productividad.

Solicitamos información del área de posventa sobre el problema principal que tiene la empresa, donde la entrega de unidades a destiempo y ordenes canceladas denotan grandes pérdidas económicas.

Los registros de comparación de la productividad son tomados del año 2017, 2018 y 2019, dado que a partir del año 2020 es donde se aplica la mejora, como también se denotan paradas de producción a raíz de cuarentena por Covid-19, “las proyecciones económicas para el rubro metal mecánico motivan una reactivación de la economía en el año 2021, pero la recuperación se estima a partir del año 2023”, (www.mef.gob.pe, 2021),

Por ello comparamos la productividad con el año 2019 con el 2018 por ser un año antes del impacto económico. (Ver anexo 01)

Figura 1.17: Productividad de la fabricación e instalación de tolvas



Fuente: Empresa en estudio

Gerencia ha dado como meta una productividad mínima de 0.020, ante ello se aprecia la disminución de la productividad del año 2019

comparado con el año 2021. Por ello se analizará el proceso actual y se aplicará las herramientas de Ingeniería Industrial para la mejora.

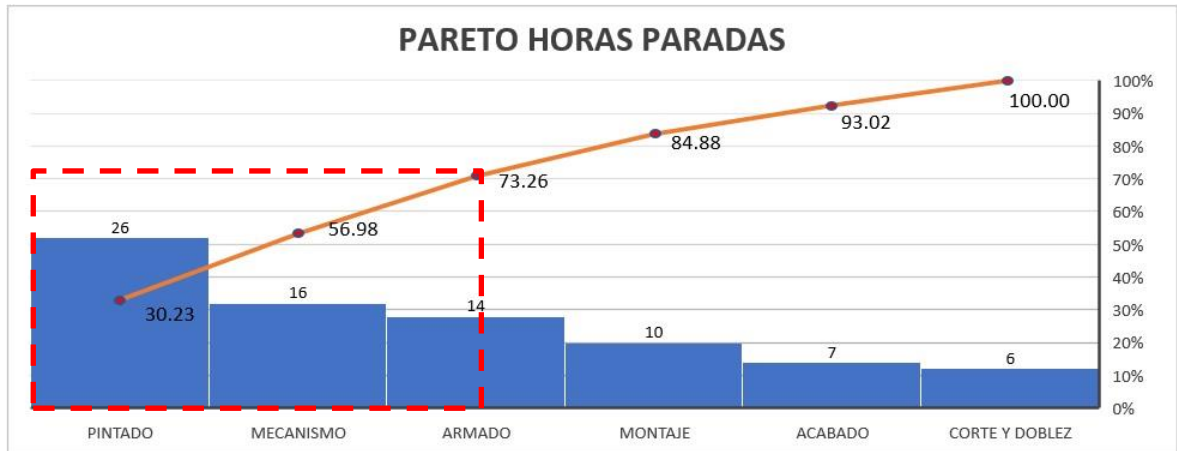
Al analizar la baja productividad de la fabricación e instalación de tolvas se recauda información sobre el tiempo de paradas de línea de ensamble, por ello detallamos el siguiente cuadro:

Tabla 1.1: Cuadro de paradas de línea de producción

Motivos de parada de línea	Horas	%	%
			Acumulado
PINTADO	26	32.91	32.91
MECANISMO	16	20.25	53.16
ARMADO	14	17.72	70.89
MONTAJE	10	12.66	83.54
ACABADO	7	8.86	92.41
CORTE Y DOBLEZ	6	7.59	100.00
TOTAL	79	100.00	

Fuente: elaboración propia

Figura 1.18: Pareto pérdidas en horas paradas



Fuente: Elaboración propia

Al realizar un estudio en el área de producción, mediante análisis de Pareto, determinamos que la cantidad mayor de horas paradas de producción proviene de la línea de pintado, como también, da un alcance de un cuello de botella en el área, Para ellos analizaremos las posibles causas a través de un diagrama de Ishikawa.

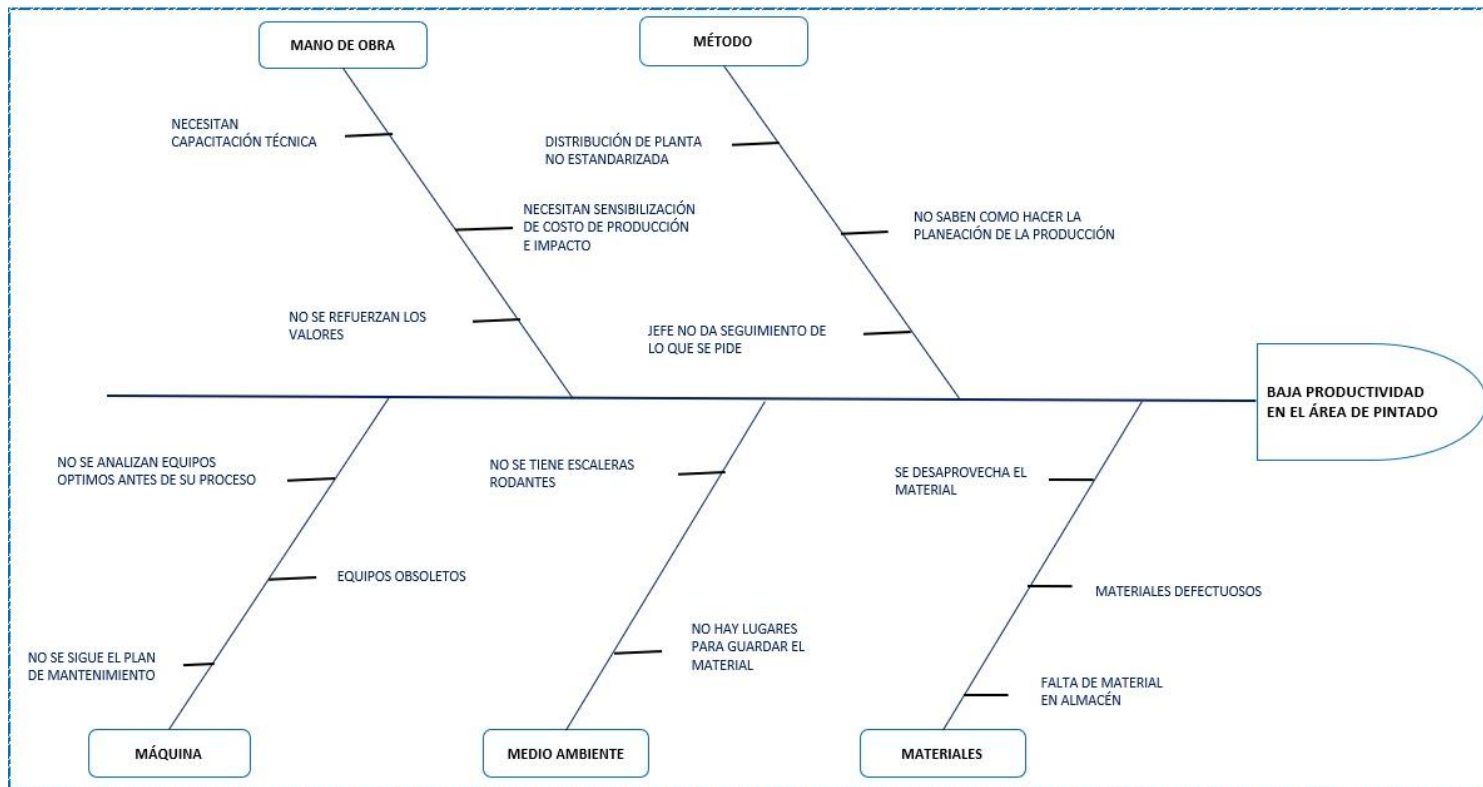


Figura 1.19: Ishikawa por Causas

Fuente: Elaboración Propia

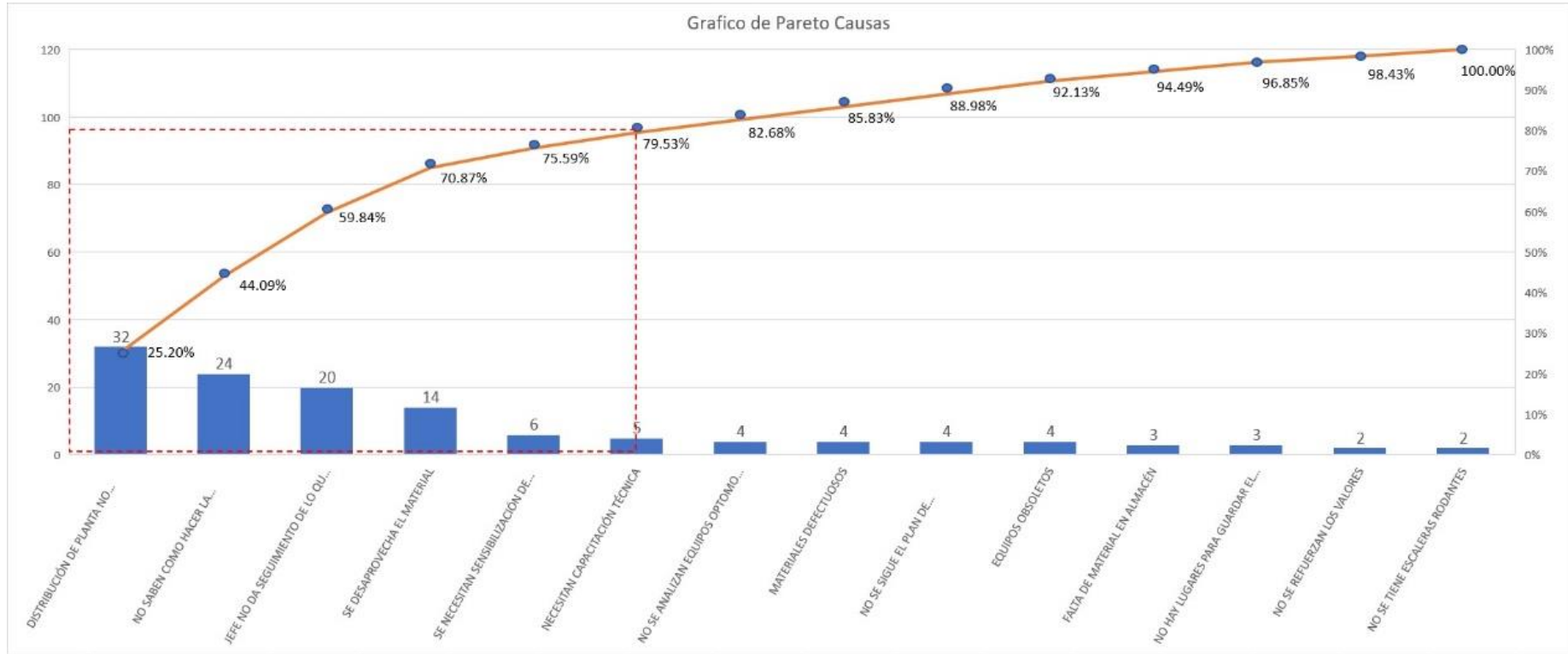
Tabla 1.2: Cuadro de factores de pérdidas

POSIBLES CAUSAS	Pje	%	% Acum.
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA NO ESTANDARIZADA	32	25.20	25.20
NO SABEN COMO HACER LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	24	18.90	44.09
JEFE NO DA SEGUIMIENTO DE LO QUE SE PIDE	20	15.75	59.84
SE DESAPROVECHA EL MATERIAL	14	11.02	70.87
SE NECESITAN SENSIBILIZACIÓN DE COSTO DE PRODUCCIÓN	6	4.72	75.59
NECESITAN CAPACITACIÓN TÉCNICA	5	3.94	79.53
NO SE ANALIZAN EQUIPOS OPTIMOS ANTES DE SU PROCESO	4	3.15	82.68
MATERIALES DEFECTUOSOS	4	3.15	85.83
NO SE SIGUE EL PLAN DE MANTENIMIENTO	4	3.15	88.98
EQUIPOS OBSOLETOS	4	3.15	92.13
FALTA DE MATERIAL EN ALMACÉN	3	2.36	94.49
NO HAY LUGARES PARA GUARDAR EL MATERIAL	3	2.36	96.85
NO SE REFUERZAN LOS VALORES	2	1.57	98.43
NO SE TIENE ESCALERAS RODANTES	2	1.57	100.00
TOTAL	127	100.00	

Fuente: Elaboración propia.

Al elaborar el cuadro de los factores críticos relevantes a través de puntuaciones donde describen las posibles causas que generarían la baja productividad en el área de pintado. Se determino que la distribución de planta y el mal programa de producción que se tiene, son los factores relevantes a resolver para mejorar la productividad en la fabricación e instalación de tolvas.

Figura 20: Pareto por factores de pérdidas



Fuente: Elaboración propia

Al analizar el diagrama de Pareto encontramos las causas críticas, donde se tiene problemas con la distribución de planta no estandarizados, no saben cómo hacer la planeación de la programación, jefe no da seguimiento de lo que se pide, se desaprovecha el material y se necesitan sensibilizar al personal de los costos de producción y su impacto. debido a que estas causas representan el 79.53% que está ocasionando otras 20.47% de las causas de la baja productividad.

Ello ha originado e identificado un cuello de botella dentro de los procesos de fabricación de tolvas, donde un posible mal estudio de trabajo en los procesos del área de mecanismo está ocasionando otros efectos que reducen la productividad de la fabricación e instalación de tolvas.

1.2 Antecedentes

1.2.1.1 Antecedentes Internacionales

(ADOLFO PINEDA, 2005), "ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PISO DE GRANITO EN LA FÁBRICA CASA BLANCA S.A", (TESIS DE GRADO). Facultad de Ingeniería Industrial. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, Guatemala.

El objetivo del trabajo fue determinar el factor porcentual de tiempo productivo e improductivo de la línea de producción de piso de granito. Aplicando estudio de tiempos y movimientos se halló el tiempo estándar para cada una de las operaciones, a partir de los factores de tolerancias se hallaron la productividad actual y mejora. Concluyendo en la disminución de espacio por mal almacenaje y transporte.

Con la implementación del nuevo método se logró un incremento de la productividad de la mano de obra, máquina y materiales.

Se logró incrementar la eficiencia, dando como resultado una razón costo beneficio de 2.6 a 1.

(ANDRÉS MARTÍNEZ, 2013) "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO MEDIANTE EL ESTUDIO DEL TRABAJO PARA LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CINSA YUMBO, TEXTIL" (TESIS DE GRADO). Facultad de

Ingeniería Industrial. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
OCCIDENTE, Cali, Colombia.

Se tuvo como objetivo disminuir el tiempo de ciclo, aumentar la
producción y mejorar los indicadores de producción de la empresa
actualmente.

El presente trabajo concluyó en lograr identificar los procesos que
generan el cuello de botella, logrando mejorar los tiempos de ciclo,
que no de resultados positivos en los indicadores de producción.

(ALZATE GUZMÁN & SÁNCHEZ CASTAÑO, 2013) “ESTUDIO
DE MÉTODOS Y TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
DE CALZADO TIPO “CLÁSICO DE DAMA” EN LA EMPRESA
DE CALZADO CAPRICIOSA PARA DEFINIR UN NUEVO
MÉTODO DE PRODUCCIÓN Y DETERMINAR EL TIEMPO
ESTÁNDAR DE FABRICACIÓN” (TESIS DE GRADO). Facultad
de Ingeniería Industrial. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE
PEREIRA, Pereira, Colombia.

Se tuvo como objetivo determinar el tiempo estándar actual,
posteriormente dar propuestas de mejora en la ejecución de las
distintas tareas de cada estación de trabajo. Definiendo el método
más adecuado.

Concluyendo en el incremento de la productividad y reducción de
costos.

(Pinell Rodríguez, Ríos Gutiérrez, & Bucardo Trujillo, 2020),
“BALANCE DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN EN LA
TABACALERA CUBANACAN CIGARS S.A DE LA CIUDAD
DE ESTELÍ, EN EL SEGUNDO SEMESTRE DEL AÑO 2019”,
(TESIS DE GRADO), Facultad de Ingeniería Industrial.,
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA,
MANAGUA, NICARAGUA

Se tuvo como objetivo realizar una propuesta de mejora a la
distribución de planta actual de la empresa para reducir tiempos
recorridos mediante el método de balance de líneas.

Se concluye en determinar la rentabilidad económica por medio del
beneficio costo, luego de haber eliminado o reducido trabajos ocios,
dando un mayor número de unidades en el mismo tiempo.

(Jiménez Amieva, 2018), “Balanceo de cargas de trabajo Para
mejorar los procesos de producción” (Caso: Empresa Expresso
Mágico), Licenciada Administración, Centro Universitario UAEM
Amecameca, Amecameca, México.

El presente trabajo tiene como objetivo generar una propuesta de
balanceo de las cargas de trabajo para mejorar los procesos de
producción en la Empresa Expresso Mágico.

Se puede concluir que la empresa logró la mejora, superando en
beneficio-costos, tiempos de procesos óptimos, equilibrio entre sus

tiempos de producción y eliminado o reduciendo tiempos muertos en mano de obra.

(VILLACRESES LOZADA, 2018), “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA DE GUAYUSA ECOCAMPO” (Tesis de Grado), Administración de empresas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ambato, Ecuador.

Se tuvo como objetivo lograr optimizar los tiempos a través del método de estudios de tiempos y movimientos.

Concluyendo en lograr elevar la vida útil de 2 a 6 meses y generar menos desperdicios.

(TABARES TOBÓN, 2013), “SOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE BALANCEO DE LINEA CON ESTACIONES DE TRABAJO EN PARALELO, UN CASO DE ESTUDIO EN EL SECTOR DE LAS CONFECIONES” (TESIS DE GRADO). Facultad de Ingeniería Industrial. Universidad tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.

Se tuvo como objetivo optimizar los tiempos y reducir estaciones de trabajo.

Se concluyo en haber logrado el 75% de eficiencia, desapareciendo cantidades de estaciones.

Realizando el balanceo de línea, teniendo en cuenta la incorporación de variables de tipo cualitativo tales como las habilidades y destrezas

de los operarios para realizar ciertas tareas, el trabajo en equipo, el diseño del puesto del trabajo.

1.2.1.2 Antecedentes Nacionales

(ALBERTO, 2021) BALANCE DE LÍNEA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN DE UNA EMPRESA TEXTIL (TESIS DE GRADO). Facultad de Ingeniería Industrial. UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES, Huancayo, Perú,

Se presenta el trabajo con el objetivo de mejorar la productividad en el área de confección de una empresa textil.

Concluyendo que el aplicar la herramienta de balance de línea en el área de confección de la empresa Los Altos Andes Peruanos SAC, se logra mejorar la productividad, la eficiencia y la eficacia en el área de confección de la empresa.

(ESPICHÁN CUADROS, 2017) ESTUDIO DE MÉTODOS DE TRABAJO Y PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE EMPACADO DE POLLO BENEFICIADO EN LA EMPRESA SAN FERNANDO S.A. HUARAL, 2015, (TESIS DE GRADO), Facultad de Ingeniería Industrial, UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN.

Se tuvo como objetivo aplicar el estudio de métodos de trabajo para el aumento de la productividad del proceso de empacado de pollo.

Se concluye que el estudio de métodos de trabajo predomina en la productividad.

Se encontró la relación entre el balance de línea y la productividad, Luego se consiguió la ecuación que explica el vínculo entre la productividad y el balance de línea.

(JACOBO CABALLERO, 2020), BALANCE DE LINEA EN EL PROCESAMIENTO DE ARANDANO FRESCO PARA REDUCIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA AGUALIMA S.A.C., (TESIS DE GRADO), Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

El presente trabajo tiene como objetivo demostrar la mejora en parámetros de procesamiento de arándanos a través del balance de línea.

Se concluye que la implementación del balance de línea generó ahorros económicos en el procesamiento de arándanos.

(ODAR NOMBERRA, 2014), “MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA VIVAR SAC”, (TESIS DE GRADO), Facultad de Ingeniería Industrial. UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, Chiclayo, Perú.

El objetivo del presente trabajo señala al aumento de la producción para lograr la productividad deseada.

Concluyendo que el costo – beneficio de la propuesta será rentable a partir del segundo año, teniéndose más ganancias.

Con la nueva propuesta de mejora, la productividad en la empresa aumenta, tanto en recursos materiales, mano de obra y recursos financieros.

(GONZALES SUNCIÓN, 2018), “MEJORA DEL PROCESO DE PALETIZADO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE SOPLADO SIDEL SBO10 EN CBC PERUANA – PLANTA SULLANA”, (TESIS DE GRADO). Facultad de Ingeniería Industrial. UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA, Piura, Perú.

Se tiene como objetivo incrementar la productividad del proceso de paletizado. Aplicando herramientas de la ingeniería de métodos.

Concluyendo la reducción de los tiempos de producción por operario para incrementar la productividad.

Antecedentes Locales

(BENAVIDES, 2017). BALANCE DE LÍNEA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN DE LA EMPRESA INDUSTRIES FASHIÓN E.I.R.L – LIMA, 2017, (TESIS DE GRADO). Facultad de Ingeniería Industrial. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, Lima, Perú.

Se tiene como objetivo incrementar la productividad a través del balance de línea en el área de confección de la empresa Industries Fashión E.I.R.L.

Se concluye que la aplicación de balance de línea mejora la productividad y eficiencia al reducir tiempos, equilibrar y automatizar ciertas variables que afectan la productividad de un proceso por cada estación con el balanceo de línea.

(Espinoza Salinas & Chávez Samán, 2019), “APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TRABAJO Y BALANCE DE LÍNEA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE ENSAMBLE DE COCINAS DE LA EMPRESA BSH ELECTRODOMÉSTICOS S.A.C.- 2018”, (TESIS DE GRADO). Facultad de Ingeniería Industrial. UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, Lima, Perú.

El presente trabajo tiene como objetivo aplicar el estudio del trabajo y balance de línea para incrementar la productividad en la empresa en estudio.

Se concluye que la aplicación del estudio de trabajo y la implementación del balance de línea incrementa la productividad, reduce otras ineficiencias, mejora los indicadores de Scrap y Rework, obteniendo buena rentabilidad.

(ROJAS GUTIÉRREZ, 2020)“APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TRABAJO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE INSPECCIÓN VISUAL DE CASCO EXTERIOR EN LA EMPRESA SIMA S.A”, (TESIS DE GRADO),

Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica del Perú,
Lima – Perú.

El objetivo del presente trabajo es incrementar la productividad
luego de aplicar la metodología del estudio de trabajo en el proceso
de inspección visual de casco exterior

Se concluye que luego de aplicar la metodología del estudio de
trabajo se incrementará la eficiencia y eficacia del proceso, también
se reducirá la cantidad de mano de obra por operarios del proceso de
inspección visual de casco exterior.

(VALENTIN MANZANARES, 2018), “APLICACIÓN DEL
ESTUDIO DEL TRABAJO EN LA EMPRESAMOLINERA PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO
ENVASADO DE HARINAS”, ”, (TESIS DE GRADO), Facultad de
Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica del Perú, Lima –
Perú.

Mediante el presente trabajo se da como objetivo principal
incrementar la productividad a través del método de estudio del
trabajo.

Se concluye que se logró incrementar los indicadores de eficacia y
eficiencia, logrando un ahorro económico a través de las horas
hombre.

(Galindo Alarcón, 2015), “INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA VITRESA DEL SECTOR CERÁMICO MEDIANTE LA MEJORA DEL PROCESO DE COLAJE”, Facultad de Ingeniería Industrial y Comercial, UNIVERSIDAD ESAN, Lima – Perú.

Este trabajo presenta la mejora del proceso de colaje a través de mayor calidad, mayor productividad.

Se concluye que el incremento de la productividad de los procesos y la calidad de los productos finales es directamente proporcional a la satisfacción del cliente. Además que al mejorar el procesos de colaje, se incrementó el nivel de producción de toda la planta.

1.2.2 Bases Teóricas

1.2.2.1 Variable Y

Productividad de la fabricación e instalación de tolvas de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC Lima – 2021

1.2.2.2 Variable X

Estudio del trabajo y balance de linea en la fabricación e instalación de tolvas de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC Lima – 2021

1.2.3 Justificación

1.2.3.1 Justificación Teórica

La justificación de este trabajo se presenta de forma que sea útil en el futuro para nuevas investigaciones donde busquen incrementar la productividad o utilizar los métodos aplicados.

1.2.3.2 Justificación Práctica

El presente trabajo justifica la gran importancia de la productividad en las empresas de estructuras metálicas y contribuye al gran beneficio de optimizar tiempos e igualar carga a los operadores a través del estudio del trabajo y balance de línea, para así mejorar la rentabilidad.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema General

¿De qué manera la aplicación del estudio de trabajo y balance de línea optimiza la productividad de la fabricación de tolvas de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC? Ante lo mencionado hacemos la pregunta, ¿Cuál es el impacto negativo que genera un mal estudio de trabajo y balance de línea en la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC?

1.3.2 Problemas Específicos

1.3.2.1 Problema Específico 1

¿Cómo determinar los factores críticos de la baja productividad de la fabricación e instalación de tolvas de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza, Lima – 2021?

1.3.2.2 Problema Específico 2

¿De qué manera el estudio de trabajo y balance de línea mejora el proceso de fabricación e instalación de tolvas de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza, Lima – 2021?

1.3.2.3 Problema Específico 3

¿Existe relación entre el estudio de trabajo y balance de línea con la productividad de la fabricación e instalación de tolvas de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza, Lima – 2021?

1.3.2.4 Problema Específico 4

¿De qué manera el estudio de trabajo y balance de línea mejora económicamente a la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Demostrar si el estudio del trabajo y balance de línea incrementa la productividad de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza, Lima – 2021.

1.4.2 Objetivos Específicos

1.4.2.1 Objetivo Específico 1

Medir la productividad actual del proceso de fabricación e instalación de tolvas en la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza, Lima – 2021.

1.4.2.2 Objetivo Específico 2

Demostrar cómo el estudio del trabajo y balance de línea mejora el proceso de fabricación e instalación de tolvas de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC

1.4.2.3 Objetivo Específico 3

Analizar la relación del estudio de trabajo y balance de línea con la productividad y demostrar la influencia de la misma en la fabricación e instalación de tolvas de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC.

1.4.2.4 Objetivo Específico 4

Demostrar como el método del estudio de trabajo y balance de línea mejora económicamente a la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis General

El estudio de trabajo y balance de línea incrementa significativamente los procesos, la productividad, mejora los tiempos y costos de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC.

1.5.2 Hipótesis específicas

1.5.2.1 El estudio de trabajo y balance de línea optimiza los procesos de fabricación e instalación de tolvas de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC.

1.5.2.2 El Estudio de trabajo y balance de línea incrementa significativamente el índice de productividad de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC.

1.5.2.3 El estudio de trabajo y balance de línea mejora significativamente en la reducción de tiempos del proceso de fabricación e instalación de tolvas en la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC.

1.5.2.4 El estudio de trabajo y balance de línea mejora económicamente a la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Bases Teóricas

2.1.1 Ingeniería

(Baca U., y otros, 2014) Deducen que la ingeniería es mucho más que ciencia, también es arte, y que la aplicación de la creatividad e ingenio en beneficio de la sociedad es a través de la aplicación de los conocimientos que se tienen con base en estudios.

(ROMERO HERNÁNDEZ, ROMERO HERNÁNDEZ, & MUÑOZ NEGRÓN, 2014) Sostienen que la aplicación de las técnicas y conocimientos dan lugar a la resolución de problemas que se muestran en la sociedad.

2.1.2 Diagrama de Ishikawa

(Freivalds & Niebel, 1997) resumen que también es conocido como “espina de pescado” o “diagrama de causa-efecto”, método que explica al detalle sobre las posibles causas de un problema principal puesto en la cabeza del pescado, donde a mayores espinas del pescado sub-divididos, mayor las causas probables que pueda explicar el efecto principal. Teniendo como categorías divididas como medio ambiente, materiales, maquina, método y humano. Luego se analizará las causas, priorizando las más críticas.

2.1.3 Diagrama de Pareto

(Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2016), Aseguran que es una herramienta fundamental para hallar la raíz del problema y encontrar la causa principal de éste.

Diagrama de Pareto también conocido como curva 80-20, donde el 80% de los efectos son originados a causa del 20%, llevando un orden de izquierdo a derecho y de mayor a menor.

2.1.4 Producción

(Tawfik & Chauvel, 1993), Da a entender que producción es la suma de un valor agregado a un bien (servicio o producto), Producir es la transformación o modificación de un objeto para cubrir las necesidades.

2.1.5 Productividad

(García Criollo R. , 2005), Explica que la productividad es alcanzar los objetivos optimizando los recursos necesarios.

El autor menciona la relación producto-insumo para hallar el índice de productividad, haciendo mención tres formas de incrementarlos teóricamente:

1. Aumentar el producto y mantener el mismo insumo
2. Reducir el insumo y mantener el mismo producto,
3. Aumentar el producto y reducir el insumo simultánea y proporcionalmente.

Según el punto de vista, la productividad se puede medir en:

- 1° $\frac{\text{PRODUCCIÓN}}{\text{INSUMOS}}$
- 2° $\frac{\text{RESULTADOS LOGRADOS}}{\text{RECURSOS EMPLEADOS}}$

Así mismo (García Criollo R. , 2005) indica que la eficiencia con que se han mezclado y utilizado los recursos para cumplir los resultados específicos esperados explican mejor la productividad, dejando afuera el pensamiento indispensable de la cantidad de producción como medida ejemplar para la productividad.

(Beltrán, 2009), Cuantitativamente, es la razón entre la cantidad producida sobre la cantidad de recursos empleados en la producción. Con mayor precisión lo describe en la siguiente formula:

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{Producción}}{\text{Recursos consumidos}} = \frac{\text{Producción}}{\text{N° operarios x Horas trabajadas x Días trabajados}}$$

2.1.1 Eficiencia

(Fernández Ríos & Sánchez, 1997), señala que “la eficiencia es la capacidad o cualidad medible ante una acción del sujeto económico utilizando menos recursos”

De acuerdo con (García Criollo R. , 2005) la eficiencia se mide por la siguiente fórmula matemática.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Capacidad usada}}{\text{Capacidad disponible}} \times 100$$

Donde:

Capacidad usada = (Capacidad disponible – tiempo muerto)

2.1.2 Eficacia

Según (Fernández Ríos & Sánchez, 1997) “Capacidad de lograr las metas trazadas incluyendo los factores de entorno, y la eficiencia”

Asimismo, para (García Criollo R. , 2005) la medición de la eficacia está dada por la siguiente expresión matemática:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción programada}} \times 100$$

2.1.3 Estudio del Trabajo

“El estudio del trabajo es la evaluación de los métodos, con el objetivo de optimizar el uso de recursos y estandarizar normas que lleven al mejor rendimiento para cada tarea que se esté ejecutando” (OIT, 2002)

El estudio de trabajo tiene por objetivo analizar, mejorar o cambiar el método de trabajo para reducir tiempos innecesario o duplicados.

Comprende varias técnicas como la medición del trabajo y estudios de métodos. que involucran en el incremento de la productividad. (OIT, 2002)

2.1.4 Estudio de movimiento

(Maynard, 1987) sostiene que el estudio de movimientos optimiza el trabajo en sus elementos más simples posibles a analizar, separadamente y en conjunto unos con otros, analizando cualitativa, como cuantitativa son llamados elementos Básicos “Gilbreth” o “Therbligs”.

Estos elementos son factibles para optimizar la distribución del lugar de trabajo, mejorando la secuencia de movimientos. El impacto del estudio de movimiento, se pueden sintetizar al procedimiento más eficiente para ejecutar el trabajo. Aunque se pueden aplicar efectivamente en todos los procesos de ingeniería de métodos, para eliminar las actividades innecesarias tales como diagrama de procesos y análisis operacionales, aquellas operaciones que aún se tienen, pueden ser objeto de una evaluación más severa por el estudio de movimientos. Si la operación que se investiga es potencialmente repetitiva, la eliminación de los que sean movimientos innecesarios puede producir ahorros ejemplares. Al realizar un estudio de movimiento, el ingeniero de métodos reduce la tarea a sus elementos básicos, tales como alcanzar, coger, posicionar o similares. Después de este estudio profundo del método actual. Los movimientos elementales son analizados para implementar un mejor método. El método mejorado se mantiene en un ciclo de mejora continua.

Muestreo de trabajo

Es una técnica realizada con observaciones al azar, más usadas y efectivas de la ingeniería de métodos, siguiendo la distribución de actividades predefinidas y registradas por categorías.

Puede ser aplicado de manera sencilla por trabajadores y no demora mucho, por lo que no quita gran tiempo de valor al flujo de producción

2.1.5 Estudio de métodos

“El estudio de métodos es el análisis sistemático de los modos de realizar el trabajo, con el fin de reducir costos” (OIT, 2002)

2.1.6 Medición del trabajo

“Es la medición del tiempo en demora para cierta actividad definida que labora el trabajador, según normas establecidas” (OIT, 2002).

2.1.7 Estudio de tiempos

(Maynard, 1987) concluye que es el método usado para medir el tiempo requerido para una actividad, realizada por un trabajador de acuerdo a un procedimiento determinado. Se debe trabajar en conjunto el estudio de métodos con el estudio de tiempos.

(Meyers, 2000) sostuvo la relevancia de del estudio de tiempos en la ubicación del tiempo estándar en una organización. A través del estudio de tiempos se puede optimizar multiples recursos.

2.1.8 Estudio de tiempos

2.1.8.1 Método Tradicional

(Salazar M, 2018) menciona que dicho método consiste en el procedimiento siguiente:

Paso 1: hacer muestra de 10 lecturas sí los ciclos son menos a 2 minutos y 5 lecturas, sí los ciclos son mayor de 2 minutos, esto debido a que hay más confiabilidad en tiempos más grandes, que en tiempos muy pequeños donde la probabilidad de error puede aumentar.

Fuente: Introducción a la ingeniería Industrial 46

Paso 2: Calcular la diferencia del tiempo mayor con el menor de la muestra.

$$\text{Rango (R)} = x \text{ max} - x \text{ min}$$

Paso 3: Calcular el tiempo promedio

$$\text{Promedio } (\bar{x}) = \sum x n$$

Paso 4 Calcular el promedio de las muertas de las observaciones realizadas.

$$\text{Cociente} = R \bar{x}$$

Paso 5: En la tabla N° 2.1, se busca el cociente hallado, así mismo se ubica el valor correspondiente al número de observaciones preliminares realizadas (5 o 10) y por medio esto se encuentra el número adecuado de observaciones a realizar para obtener un nivel de confianza del 95% y un nivel de precisión de $\pm 5\%$.

Tabla 2.1: Cociente para el numero de observaciones

TABLA PARA CALCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.90	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143
0.36	38	22	0.94	261	149
0.38	43	24	0.96	273	156
0.40	47	27	0.98	284	162
0.42	52	30	1.00	296	169
0.44	57	33	1.02	303	173
0.46	63	36	1.04	313	179

Fuente: Salazar (2016)

2.1.8.2 Tiempo Estándar

(Meyers, 2000) define que es “el tiempo necesario para elaborar un producto en una estación de trabajo con las tres reglas fundamentales:

- (1) un operador calificado y bien capacitado,
- (2) que trabaja a una velocidad o ritmo normal,
- (3) hace una tarea específica”.

Siendo esenciales las tres reglas para comprender un estudio de tiempos.

(García Criollo R. , 2005) define la siguiente fórmula matemática: Para hallar el tiempo normal (T_n) se multiplica el tiempo “promedio” (T_p) por el factor de valoración.

La cantidad antes obtenida de la calificación se suma o se resta a 100%, dependiendo del signo que tengamos.

Fórmula del tiempo normal:

$$T_n = T_p (\text{valoración } \%)$$

Fórmula del tiempo estándar:

$$T_s = T_n (1 + \text{tolerancias})$$

2.1.8.3 Métodos de calificación

(Freivalds & Niebel, 1997) determina que los métodos para la evaluación del desempeño del operario son:

1. Calificación de la velocidad.
2. El sistema Westinghouse.
3. Calificación sintética.
4. La calificación objetiva.

El método es de los más usados y ha logrado grandes resultados.

2.1.8.4 El sistema Westinghouse

Uno de los sistemas de calificación que se han usado por más tiempo, que en sus inicios fue llamado de nivelación, fue desarrollado por Westinghouse Electric Corporation (Lowry S, 1940) Este sistema de calificación Westinghouse tiene cuatro factores para evaluar el desempeño del operario: Habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

El sistema define la habilidad como “la destreza para seguir un método dado” y luego la relaciona con la experiencia que se demuestra mediante la coordinación adecuada entre la mente y las manos. La habilidad de un operario es el resultado de la

experiencia y las aptitudes inherentes de coordinación natural y ritmo. Existen seis grados de habilidad, malo, aceptable, promedio, bueno, excelente y superior.

En la tabla 2.2 se ilustran las características de los distintos grados, con sus valores porcentuales equivalentes.

Tabla 2.2: Sistema Westinghouse para calificar habilidades.

+0.15	A1	Superior
+0.13	A2	Superior
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena
+0.03	C2	Buena
0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Mala
-0.22	F2	Mala

Fuente: Libro Ingeniería Industrial de Niebel y Freivalds

Este método para calificar define el esfuerzo como una “demostración de la voluntad para trabajar de manera eficaz”. El esfuerzo es representativo de la velocidad con que se aplica la habilidad que, en gran medida puede ser controlada por el operario.

Para propósitos de calificación, las seis clases de esfuerzo son: malo, aceptable, promedio, bueno, excelente y excesivo.

En la tabla 2.3 se proporcionan los valores numéricos de los diferentes grados de esfuerzo y se describen las características de las diversas categorías.

Tabla 2.3 Sistema Westinghouse para calificar el esfuerzo.

+0.13		A1	Excesivo
+0.12		A2	Excesivo
+0.10		B1	Excelente
+0.08		B2	Excelente
+0.05		C1	Bueno
+0.02		C2	Bueno
0.00		D	Promedio
-0.04		E1	Aceptable
-0.08		E2	Aceptable
-0.12		F1	Malo
-0.17		F2	Malo

Fuente: Libro Ingeniería Industrial de Niebel y Freivalds

Las condiciones que se consideran en este procedimiento de calificación del desempeño, que afectan al operario y no a la operación, incluyen la temperatura, la ventilación, la luz y el ruido. De esta forma, si la temperatura en una determina estación de trabajo es de 60°F, pero se acostumbra mantenerla entre 68° y 74°F, las condiciones se califican por debajo de lo normal.

Las seis clases generales de condiciones de trabajo con valores que van desde +6% hasta -7% son ideal, excelente, bueno, promedio, aceptable y malo. En la tabla 2.4 se proporcionan los valores respectivos de estas condiciones.

Tabla 2.4 Sistema Westinghouse para calificar las condiciones.

+0.04	A	Ideal
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Malo

Fuente: Libro Ingeniería Industrial de Niebel y Freivalds

El último de los cuatro factores que influyen en la calificación del desempeño es la consistencia del operario. Los valores de tiempos elementales que se repiten en forma constante tendrán una consistencia perfecta. Esta situación ocurre con muy poca frecuencia, puesto que siempre tiende a ver alguna variabilidad debida a la dureza del material, el filo de la herramienta de corte, los lubricantes, las lecturas de cronómetros erróneas y los elementos extraños. Las seis clases de consistencia son: perfecta, excelente, buena, promedio, aceptable y mala.

En la tabla 2.5 se resumen estos valores.

Tabla 2.5 Sistema Westinghouse para calificar la consistencia.

+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Mala

Fuente: Libro Ingeniería Industrial de Niebel y Freivalds

2.1.8.5 Suplementos u holguras

Tabla 2.6 Holguras recomendadas por ILO

A. Holguras constantes:	
1. Holgura personal	5
2. Holgura por fatiga básica	4
B. Holguras variables:	
1. Holgura por estar parado	2
2. Holgura por posición anormal:	
a) Un poco incómoda	0
b) Incómoda (flexionado)	2
c) Muy incómoda (acostado, estirado)	7
3. Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastrar o empujar):	
Peso levantado, lb:	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
4. Mala iluminación:	
a) Un poco abajo de lo recomendado	0
b) Bastante abajo de lo recomendado	2
c) Muy inadecuada	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad): variable	0-100
6. Atención cercana:	
a) Trabajo bastante fino	0
b) Trabajo fino o exacto	2
c) Trabajo muy fino o muy exacto	5
7. Nivel de ruido:	
a) Continuo	0
b) Intermitente: fuerte	2
c) Intermitente: muy fuerte	5
d) De tono alto: fuerte	5
8. Esfuerzo mental:	
a) Proceso bastante complejo	1
b) Espacio de atención compleja o amplia	4
c) Muy complejo	8
9. Monotonía:	
a) Baja	0
b) Media	1
c) Alta	4
10. Tedio:	
a) Algo tedioso	0
b) Tedioso	2
c) Muy tedioso	5

Fuente: Libro Ingeniería Industrial de Niebel y Freivalds

2.1.9 Línea de ensamble

(García Criollo R. , 2005) indica de manera global, la línea de ensamble comprende el vínculo progresivo para armar un producto o bien, mediante de partes o ensambles en grandes cantidades, se puede entender que aquel producto que tenga

múltiples partes y se realicen a gran escala, utiliza la línea de ensamble.

2.1.10 Balanceo de la línea de ensamble

(Meyers, 2000) considera que lo fundamental de la técnica de balanceo de la línea de ensamble es:

1. equilibrar la carga de trabajo entre ensambladores.
2. Hallar la operación cuello de botella.
3. Determinar la velocidad de la línea de ensamble.
4. Determinar el número de estaciones de trabajo.
5. Determinar el costo por mano de obra para cada operación.
6. Establecer la carga de trabajo porcentual de cada operador.
7. Ayudar en la disposición física de la planta.
8. Reducir el costo de producción.

El autor manifiesta que el objetivo del balanceo de la línea de ensamble es equilibrar la carga de trabajo entre los operadores.

El balanceo de una línea es una herramienta fundamental de la ingeniería industrial y es una de las técnicas aplicadas a las líneas de ensamble. Las tareas que son llevadas cerca de la línea se consideran sub-ensambles y no se balancean directamente con la línea. Los estándares de tiempo de estos se calculan por separado.

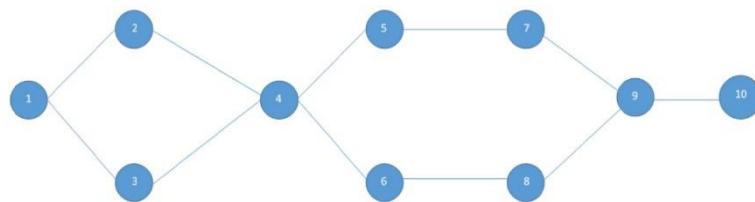
2.1.10.1 Diagrama precedencia

(Velasco J, 2013) En el ensamble de se tienen productos antecesores a la siguiente operación.

Esto nos limita sobre el combinar las actividades.

El diagrama de precedencia nos da un orden de ver las peraciones mediante una figura más amplia.

Figura 2.1 Diagrama de precedencia



Fuente: Libro Organización de la producción de Velasco

2.1.10.2 Técnica Heurística

(Heizer J y Render B, 2009) Determina como fundamental la técnica para realizar el balanceo de linea. Aplicada para la resolución de problemas que esta puede conllevar usando procedimientos y reglas en vez de optimización matemática.

Los pasos para el balanceo de una línea de ensamble son:

1. Dibujar el diagrama de precedencia.
2. Determinar el tiempo del ciclo requerido (TC)

$$TC = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producción por día}}$$

3. Determinar el número mínimo teórico de estaciones de trabajo (N_t) requeridas

$$N_t = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Tiempo del ciclo (TC)}}$$

4. Seleccionar las reglas de asignación de las tareas en las diferentes estaciones de trabajo.

5. Hacer la asignación de las tareas para formar las estaciones de trabajo

6. Calcular la eficiencia del balanceo

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Minutos estándar por operación}}{\text{Minutos estándar asignados x tiempo de ciclo.}}$$

2.1.11 Diagrama de operaciones del proceso (DOP)

(García Criollo R. , 2005) define que el DOP es una representación gráfica de secuencia de pasos que involucran en la producción de un bien o servicio.

2.1.12 Diagrama de análisis del proceso (DAP)

(García Criollo R. , 2000), indica que el Diagrama de análisis del proceso (DAP) es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transporte, inspecciones, esperas y almacenamiento que ocurre durante un proceso. Sirve para representar la secuencia de un producto, una pieza, etc.

2.1.13 TIR

(Roberto Mete, 2014) Se define como la tasa de descuento que iguala el valor presente de los ingresos con los de salida.

Es la tasa de interés que sale igual a 0, utilizándola en el cálculo del Valor Actual Neto

2.1.14 Valor Actual Neto (VAN)

(Roberto Mete, 2014) El Valor Actual Neto de un trabajo es el valor actual/presente de los flujos de efectivo netos de una propuesta, Para actualizar esos flujos netos se utiliza una tasa de descuento denominada tasa de expectativa o alternativa/oportunidad, la cantidad mínima a inversión es una medida de la rentabilidad mínima exigida por el proyecto que permite recuperar la inversión, cubrir los costos y obtener beneficios

Glosario

Hoist: Sub-bastidor de tolva

Estabilizador: Parte de tolva que aporta en el equilibrio de levante de tolva

“G”: perfil en forma de “G”

Nido: archivo de formato para corte de plancha por plasma

Patin: Parte de tolva posterior para mecanismo de cierre de compuerta

Gancho: Parte de tolva posterior para mecanismo de cierre de compuerta

Resorte de retorno: Parte de tolva posterior para mecanismo de cierre de compuerta

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3 Descripción de la experiencia

3.1 Tipos de Investigación

La presente investigación es experimental cuantitativa, Según el autor (Fidias G. Arias (2012), define: La investigación experimental es un proceso que hace mención a las variables independientes sometiendo objetos o grupo de individuos a estímulos, tratamientos o condiciones determinadas, observando las reacciones o efectos que se produzcan, llamándolas variables dependientes.

La metodología cuantitativa de acuerdo con Tamayo (2007), consiste en la comparación de teorías ya existentes, a través de una muestra representativa de un objeto de estudio o población, a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma.

considerando de que la información obtenida está en virtud a una base de datos de la empresa, esto bajo un enfoque descriptivo, debido al comportamiento de las variables, finalmente teniendo en cuenta el tiempo en que se recolectaran los datos se prevé una investigación ex post facto.

3.2 Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

POBLACION: Según el autor Arias (2006, p. 81) define población como “un grupo finito o infinito de elementos con características similares, quedando delimitada por el problema y por los objetivos del estudio, para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación.

Para la investigación nuestra población a analizar será de 18 tolvas semi-roquera, que es la cantidad promedio de venta por mes, en la cual se implementará un estudio de método.

UNIDAD DE ESTUDIO: Según Hurtado de Barrera (2000), la unidad de estudio puede ser una persona, un objeto, un grupo, una extensión geográfica, una institución, entre otras, refiriéndose al contexto. Al ser o entidad poseedores de las características, evento, cualidad o variable, que desea estudiar

esta propuesta se considera como unidad de estudio a la gestión del estudio de métodos y movimientos para incrementar la mejora de productividad de tolvas semi-roquera.

MUESTRA: Tamayo y Tamayo (2006), define la muestra partiendo de la observación de una fracción de la población o universo determinado, siendo el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de ciertos caracteres en totalidad de una población. (p.176).

En el caso de Palella y Martins (2008), definen la muestra como: "...una parte representativa de la población, dentro de la cual deben poseer características de lo más exacta posible" (p.93).

Tabla 2: Operacionalización de variables

OBJETIVO	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULAS	ESCALA DE MEDICIÓN
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE TOLVAS A TRAVÉS DEL ESTUDIO DE TRABAJO Y BALANCE DE LÍNEA	(VD) PRODUCTIVIDAD	(García Criollo, 2005), Explica que la productividad es alcanzar los objetivos optimizando los recursos de materiales, humano y equipos.	EFICACIA	EFICACIA	Producción real/ Producción programada) X 100	RAZON
			EFICIENCIA	EFICIENCIA	(Capacidad usada/ Capacidad disponible) X 100	RAZON
	(VI)ESTUDIO DEL TRABAJO	“El estudio del trabajo es la evaluación de los métodos, con el objetivo de optimizar el uso de recursos y estandarizar normas que lleven al mejor rendimiento para cada tarea que se esté ejecutando” (OIT, 2002, p. 9). Meyers (2000), considera que el objetivo del balanceo de línea es equilibrar la carga de trabajo entre los operadores, al dividir las tareas en movimientos básicos y reuniendolas en trabajos prácticamente de la misma duración.	Estudio de tiempos	Tiempo estándar	Ts= Tn (1+ tolerancias)	RAZON
	(VI)BALANCE DE LÍNEA		Técnica Heurística	Numero de estaciones de trabajo	Nt = Suma de los tiempos de las tareas (T)/ Tiempo del ciclo (TC)	RAZON

Nota: Información conceptual de los aspectos relevantes de la investigaci

METODOS: (Iglesias González, 1981) señala: "El método es la guía hacia la objetividad de lo que se desea estudiar.... Las demostraciones metodológicas afirman las leyes puestas por el conocimiento humano.

el diseño de la investigación se basa de tipo experimental considerando que toda la información será en base a la recolección de datos de la empresa.

Detalla los métodos estadísticos para analizar los datos.-SPSS- versión 22-

Factor Correlacional – Chi cuadrado_ Pearson _ Spearman _

Sirve para evaluar la validez o no de la hipótesis propuesta.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

TECNICA: Según (Arias, 2012) define como las técnicas de recolección de datos "como el propósito para conseguir información mediante métodos y procesos enfocados hacia objetivos de una investigación. (pág. 376) .

Toma de tiempo, Observación directa, Entrevista personal, estas técnicas nos permitirán determinar el tiempo estándar, observar el método de trabajo y tomar conocimiento para cada actividad que se está llevando a cabo en el área de mecanismo de la empresa.

INSTRUMENTOS: Según, (Arias, 2012) los instrumentos son el medio por el cual se registra la información, sea digital o en papel.

A través del uso del cronómetro, la observación y uso de un cuestionario se puede recolectar la información necesaria para cada actividad del área,

3.4 Experiencia Profesional

El investigador inicia su experiencia profesional al ser ascendido de asistente de almacén a jefe de almacén, en la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC, siendo también una de sus funciones en la práctica el conocer a mayor detalle las funciones de producción y realizar las mejoras correspondientes.




Una vez culminada la etapa de inducción del puesto de trabajo, la gerencia exigió incrementar la productividad para el año 2021, para ello el investigador realizó un diagnóstico de la gestión de operaciones de los años 2017,2018, y 2019. Dado que en el año 2020 se aplicó la mejora, dando los resultados en el año 2021. El reto propuesto al investigador es la mayor motivación para aplicar los métodos de trabajo y estudio de tiempos de Ingeniería Industrial.

Para ello el investigador describe las observaciones realizadas

Se Inició presentando los productos principales que vende y genera más ingresos, para determinar el producto a estudiar.

La empresa se dedica a la fabricación e instalación de tolvas, donde sus productos principales son los siguientes:

Figura 3.1: Productos Principales

Código	Carrocería	Definición	Gráfico Referencial
TVSRSEM	TOLVA SEMIROQUERA SEMICIRCULAR COMPUERTA ESTÁNDAR	Es un modelo que combina lo resistente con planchas de mayor dureza y a la vez muy variable. (MANRIQUE MORAN, 2017)	
TVSRPP	TOLVA SEMIROQUERA PISO PLANO COMPUERTA ESTÁNDAR	Es un modelo que combina lo resistente con planchas de mayor dureza y a la vez muy variable. (MANRIQUE MORAN, 2017)	
TVSRSEMBB	TOLVA SEMIROQUERA SEMICIRCULAR CON BRAZOS BASCULANTE	Es un modelo que combina lo resistente con planchas de mayor dureza y a la vez muy variable. (MANRIQUE MORAN, 2017)	

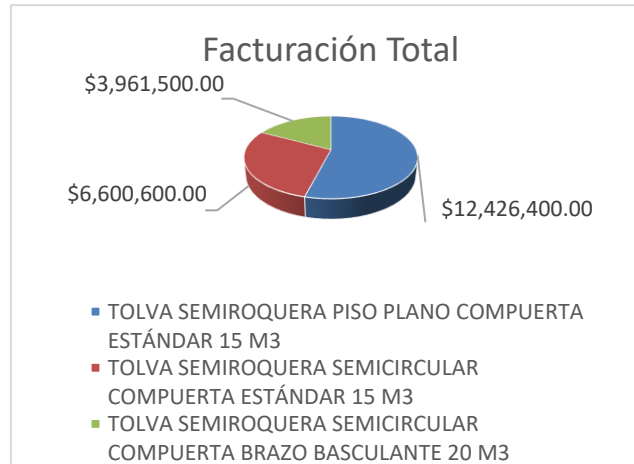
Fuente: Elaboración propia

Para saber cuál es el producto que más se vende, recurrimos al historial de venta, que presentamos a continuación:

Figura 3.2: Facturación de productos

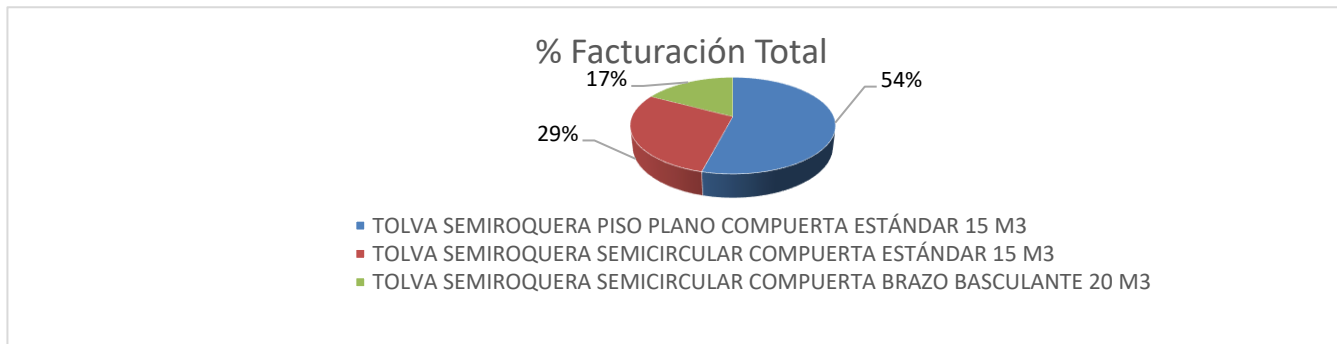
Código	Tolva	Venta	PRECIO UNITARIO	Facturación						Facturación Total	% Facturación
				CANT.	2017	CANT.	2018	CANT.	2019		
TVSRPP	TOLVA SEMIROQUERA PISO PLANO COMPUERTA ESTÁNDAR 15 M3	Venta de tolva e instalación	\$ 19,600.00	210	\$ 4,116,000.00	208	\$ 4,076,800.00	216	\$ 4,233,600.00	\$ 12,426,400.00	54%
TVSRSEM	TOLVA SEMIROQUERA SEMICIRCULAR COMPUERTA ESTÁNDAR 15 M3	Venta de tolva e instalación	\$ 19,300.00	112	\$ 2,161,600.00	110	\$ 2,123,000.00	120	\$ 2,316,000.00	\$ 6,600,600.00	29%
TVSRSEMBB	TOLVA SEMIROQUERA SEMICIRCULAR COMPUERTA BRAZO BASCULANTE 20 M3	Venta de tolva e instalación	\$ 28,500.00	45	\$ 1,282,500.00	46	\$ 1,311,000.00	48	\$ 1,368,000.00	\$ 3,961,500.00	17%
										\$ 22,988,500.00	

Figura 3.3: Gráfico de ventas en dólares



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.4: Facturación porcentual



Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que la tolva semiroquera piso plano compuerta estándar 15 m³ es la que ocupa el mayor porcentaje de las ventas y la que tomaríamos de muestra para analizar.

Para ello tenemos que analizar la lista de actividades y tomar los tiempos que a continuación se detalla.

En adelante se tomará los tiempos a los sub-procesos que nos dará el tiempo de ciclo.

Aplicación de la Técnica del estudio de tiempos con cronómetro para determinar los tiempos estándares actuales.

Las tomas de tiempo con cronometro se tomaron entre las últimas semanas del mes de noviembre del año 2019.

De acuerdo a lo descrito en las bases teóricas, se utilizará los pasos básicos para realizar un estudio de tiempos con cronometro dado por (García Criollo R. , 2005)

A partir de los problemas establecidos y los objetivos trazados y para demostrar que la mejora tendría un beneficio positivo para la empresa, se planteó realizar la medición de tiempos, comparando dos casos específicos, la gestión actual de almacenaje con la nueva gestión de almacenaje planteada.

Por tanto, para el cálculo del número de observaciones adecuadas que se deben realizar, se optó por el método tradicional. El cual, (Salazar M, 2018) menciona que si el tiempo del ciclo es menor o igual a los 2 min. Se deberá optar por un estudio preliminar con 10 observaciones, no obstante, si supera los 2 min, se deberá considera 5 observaciones para el estudio preliminar, ya que los tiempos del ciclo a evaluar son mayores a los dos minutos, nos encontramos en el segundo caso.

A continuación se muestra los tiempos calculados de las observaciones preliminares

Tabla 3.1: Estudio preliminar de observaciones

Tiempos Procesos	1	2	3	4	5
Recepción chasis	26	28	27.5	28.75	27.25
Corte de plancha de acero	193.75	195	190.5	198.25	196.25
Dobles de plancha de acero	106.5	105.25	101.25	97.5	94.5
Armado de tolva	377.5	377	365	345.5	350
Instalar mecanismo de tolva	495.1	489.5	483.8	476.1	480.5
Granallado de tolva	247	235	248.75	261.25	248
Pintado de tolva	3390	3421.25	3431.75	3434.25	3412.75
Montaje de tolva	184.5	184.5	182.5	181.5	182
Acabado de tolva	122	119	122	125	122
Entrega de tolva	1.5	2	1.5	1	1.5

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del rango de las observaciones

$$R(RANGO) = X_{max} - X_{min}$$

Donde:

X_{max}: Valor máximo de las observaciones

X_{min}: Valor mínimo de las observaciones

$$R(RANGO) = 5173.5 - 5130.25$$

$$R(RANGO) = 43.25 \text{ min}$$

Cálculo de promedio de las observaciones

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Donde:

$\sum x$: *Sumatoria de los tiempos de la muestra*

n: *Número de ciclos tomados*

\bar{x} : *Promedio de las observaciones*

$$\bar{X} = \frac{51607.5}{5}$$

$$\bar{X} = 5160.75 \text{ min}$$

Cálculo del cociente entre el rango y la media

$$\text{Cociente} = \frac{R}{\bar{X}} = \frac{43.25}{5160.75}$$

$$\text{Cociente} = 0.01$$

Con el valor del cociente obtenido, observamos la Tabla N°2.1 para conocer el número de observaciones que debemos realizar en nuestro estudio, el cual nos da como resultado 01 observación que se deben realizar en el estudio de tiempos.

Una vez registrado las tomas de tiempo (tamaño de la muestra 1 observación, al cual nos quedamos con el tamaño de muestra preliminar que es 5), (Ver anexo 03)

calculamos el tiempo promedio de cada actividad.

Tenemos que hallar el tiempo estándar de las actividades del operario.

La fórmula que utilizaremos será la siguiente:

Fórmula del tiempo normal:

$$T_n = T_p (\text{valoración } \%)$$

Fórmula del tiempo tipo o estándar:

$$T_s = T_n (1 + \text{tolerancias})$$

$$T_s = (\text{Tiempo promedio } (T_p) \times \text{valoración } \%) \times (1 + \text{tolerancias})$$

Donde,

T_s = Tiempo tipo o estándar

Definimos el valor del factor de valoración, utilizando la tabla de factores de Westinghouse y el valor del factor de suplementos, utilizamos la tabla de holguras recomendadas por ILO, (Ver anexo 04)

Para el cálculo del tiempo de estándar, tomaremos los sub-procesos para la fabricación e instalación de tolvas.

Figura 3.4: Tiempo estándar de Sub-Proceso Recepción de Chasis

N°		Elementos	TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN (%)	TIEMPO BÁSICO	SUPLEMENTOS 13%	TIEMPO TIPO
1.1	RECEPCIÓN DE CHASIS	Recibir chasis de empresa carrocera	7.50	100	7.50	0.98	8.48
1.2		revisar inventario de unidad	4.00	125	5.00	0.65	5.65
1.3		revisar operatividad de la unidad	4.00	100	4.00	0.52	4.52
1.4		firmar guía de recepción	2.00	125	2.50	0.33	2.83
1.5		Trasladar vehículo al almacén	10.00	125	12.50	1.63	14.13
			TIEMPO DE CICLO (MINUTOS)				35.60

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.5: Tiempo estándar de Sub-Proceso Corte de plasma

N°	Elementos	TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN N (%)	TIEMPO BÁSICO	SUPLEMENTOS 13%	TIEMPO TIPO
2.1	Revisar material a cortar	0.75	100	0.75	0.10	0.85
2.2	separar operaciones de corte por máquina cizalla y corte por plasma	0.75	125	0.94	0.12	1.06
2.3	arrancar montacarga para que caliente	1.50	125	1.88	0.24	2.12
2.4	Buscar plancha sobrante de 6.0mm para usar en máquina cizalla para hoist	0.75	125	0.94	0.12	1.06
2.5	Trasladar 01 plancha de 6.0mm a máquina cizalla para canales de hoist	2.00	100	2.00	0.26	2.26
2.6	calibrar máquina antes de cortar	2.00	100	2.00	0.26	2.26
2.7	Medir longitud a cortar	0.75	75	0.56	0.07	0.64
2.8	Cortar plancha con cizalla	4.00	125	5.00	0.65	5.65
2.9	recoger material cortado	3.00	100	3.00	0.39	3.39
2.10	poner material cortado en parihuela de metal	3.00	100	3.00	0.39	3.39

Fuente: Elaboración propia

Nota: Ver cuadro completo en Anexo 05

Figura 3.6: Tiempo estándar de Sub-Proceso de Dobles de plancha estructural A36 y plancha Anti-abrasiva HD 450

N°	Elementos	TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN (%)	TIEMPO BÁSICO	SUPLEMENTOS 13%	TIEMPO TIPO
3.1	Revisar material a doblar	1.00	100	1.00	0.13	1.13
3.2	separar operaciones de dobles por tamaño de plegadora	0.75	100	0.75	0.10	0.85
3.3	trasladar material cortado a máquina plegadora mediana para canales	2.00	100	2.00	0.26	2.26
3.4	calibrar máquina para doblar canales	2.00	100	2.00	0.26	2.26
3.5	Medir longitud a doblar de la pieza	0.75	100	0.75	0.10	0.85
3.6	operar máquina plegadora para el dobles solicitado	5.00	100	5.00	0.65	5.65
3.7	retirar canales sobre tacos de madera	3.00	125	3.75	0.49	4.24
3.8	trasladar canales al almacén	3.00	125	3.75	0.49	4.24
3.9	trasladar material cortado a máquina plegadora mediana para omegas	2.00	100	2.00	0.26	2.26
3.10	calibrar máquina para doblar omegas	2.00	100	2.00	0.26	2.26

Fuente: Elaboración propia

Nota: Ver cuadro completo en Anexo 05

N°	Elementos	TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN N (%)	TIEMPO BÁSICO	SUPLEMENTOS 13%	TIEMPO TIPO
4.1	trasladar material de tolva al área de armado	3.00	100	3.00	0.39	3.39
4.2	inspeccionar medidas del material a usarse	2.00	125	2.50	0.33	2.83
4.3	colocar piso de tolva boca abajo	4.00	125	5.00	0.65	5.65
4.4	Equilibrar piso de tolva boca abajo	3.00	125	3.75	0.49	4.24
4.5	armar piso de tolva con canales omegas y refuerzos	7.00	125	8.75	1.14	9.89
4.6	soldar piso de tolva	15.00	75	11.25	1.46	12.71
4.7	esperar se enfrie el piso de tolva	15.00	125	18.75	2.44	21.19
4.8	voltear piso de tolva boca arriba	4.00	100	4.00	0.52	4.52
4.9	colocar frontal de tolva boca abajo	4.00	100	4.00	0.52	4.52
4.10	Equilibrar frontal de tolva boca abajo	3.00	100	3.00	0.39	3.39

Figura 3.7: Tiempo estándar de Sub-Proceso de Armado de tolva

Fuente: Elaboración propia

Nota: Ver cuadro completo en Anexo 05

Figura 3.8: Tiempo estándar de Sub-Proceso de Instalar mecanismo en tolva HD 450

N°	Elementos	TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN N (%)	TIEMPO BÁSICO	SUPLEMENTOS 13%	TIEMPO TIPO
5.1	Inspección de Hoist	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.2	traer de almacén tubos para puntales	2.00	125	2.50	0.33	2.83
5.3	Preparar tubos de puntales	4.00	75	3.00	0.39	3.39
5.4	soldar tubos de puntales	8.00	100	8.00	1.04	9.04
5.5	presentar tubos de puntales en hoist	1.50	100	1.50	0.20	1.70
5.6	armar tubos de puntales en hoist	4.00	100	4.00	0.52	4.52
5.7	soldar tubos de puntales en hoist	5.00	125	6.25	0.81	7.06
5.8	traer planchas de estabilizador del área corte y dobléz	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.9	preparar soporte de estabilizador	4.00	100	4.00	0.52	4.52
5.10	presentar soporte de estabilizador en hoist	1.50	100	1.50	0.20	1.70

Fuente: Elaboración propia

Nota: Ver cuadro completo en Anexo 05

Figura 3.9: Tiempo estándar de Sub-Proceso de Granallado de tolva

N°		Elementos	TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN N (%)	TIEMPO BÁSICO	SUPLEMENTOS 13%	TIEMPO TIPO
6.1	GRANALLADO DE TOLVA HD 450	solicitar a montacarguista traslado de hoist y tolva	1.50	125	1.88	0.24	2.12
6.2		esperar tolva y hoist	7.50	100	7.50	0.98	8.48
6.3		inspeccionar tolva y hoist	4.00	100	4.00	0.52	4.52
6.4		montar hoist en caballete con rueda en el área de granallado	4.00	100	4.00	0.52	4.52
6.5		traer granalla de almacén	7.00	75	5.25	0.68	5.93
6.6		abrir paquetes de granalla y hecharlo en el contenedor para su uso	6.00	125	7.50	0.98	8.48
6.7		encender luminaria del lugar	2.00	125	2.50	0.33	2.83
6.8		vestirse con epps para granallar	7.50	100	7.50	0.98	8.48
6.9		encender maquinaria de granallado	3.00	100	3.00	0.39	3.39
6.10		granallar hoist	70.00	100	70.00	9.10	79.10
6.11		solicitar a montacarguista sacar el hoist y poner la tolva en el caballete rodante	1.50	100	1.50	0.20	1.70
6.12		esperar a montacarguista para que haga el cambio	7.50	100	7.50	0.98	8.48
6.13		montar tolva en caballete con rueda en el área de granallado	7.50	100	7.50	0.98	8.48
6.14		granallar tolva	90.00	125	112.50	14.63	127.13
6.15		solicitar a montacarguista sacar la tolva del área de granallado	1.50	125	1.88	0.24	2.12
6.16		esperar al montacarguista para que saque la tolva	7.50	100	7.50	0.98	8.48
6.17		barrer y recoger la granalla	20.00	100	20.00	2.60	22.60
TIEMPO DE CICLO (MINUTOS)							306.80

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.10: Tiempo estándar de Sub-Proceso de Pintado de tolva HD 450

N°	Elementos	TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN N (%)	TIEMPO BÁSICO	SUPLEMENTOS 13%	TIEMPO TIPO
7.1	Inspección de hoist y tolva	3.00	100	3.00	0.39	3.39
7.2	Traer de almacén lija, sikamasilla, thinner, base anticorrosiva y esmalte	4.00	75	3.00	0.39	3.39
7.3	hechar sikamasilla a ciertas partes de la tolva que se requiera	55.00	100	55.00	7.15	62.15
7.4	lijar tolva donde se hechó sikamasilla	50.00	100	50.00	6.50	56.50
7.5	preparar la base anticorrosiva con thinner	15.00	100	15.00	1.95	16.95
7.6	recarga soplete para pintado	7.50	125	9.38	1.22	10.59
7.7	pintar hoist y tolva con base anticorrosiva	125.00	125	156.25	20.31	176.56
7.8	esperar secado de pintura base anticorrosiva	2880.00	100	2880.00	374.40	3254.40
7.9	inspección de secado de base anticorrosiva	3.00	100	3.00	0.39	3.39
7.10	preparar pintura esmalte con thinner	15.00	100	15.00	1.95	16.95
7.11	recargar soplete con esmalte	7.50	100	7.50	0.98	8.48
7.12	pintar tolva con esmalte	70.00	100	70.00	9.10	79.10
7.13	esperar secado de pintura esmalte	180.00	100	180.00	23.40	203.40
7.14	inspección de secado de esmalte	3.00	125	3.75	0.49	4.24
		TIEMPO DE CICLO (MINUTOS)				3899.49

Fuente: Elaboración propia

Nota: Ver cuadro completo en Anexo 05

Figura 3.11: Tiempo estándar de Sub-Proceso de Montaje de tolva

N°	Elementos	TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN (%)	TIEMPO BÁSICO	SUPLEMENTOS 13%	TIEMPO TIPO
8.1	Inspección de chasis	2.00	100	2.00	0.26	2.26
8.2	hacer mediciones para el ensamble de hoist	6.00	100	6.00	0.78	6.78
8.3	marcar puntos para perforación en chasis	4.00	125	5.00	0.65	5.65
8.4	perforar bastidor de chasis para emplacar	10.00	75	7.50	0.98	8.48
8.5	traer placas de amarre del área de habilitado	2.00	100	2.00	0.26	2.26
8.6	traer pernos para emplacar chasis con placas de amarre	2.00	100	2.00	0.26	2.26
8.7	emplacar placas de amarre con pernos	7.00	100	7.00	0.91	7.91
8.8	trasladar hoist del área de pintura al área de montaje	7.50	100	7.50	0.98	8.48
8.9	inspección de hoist	2.00	125	2.50	0.33	2.83
8.10	montar hoist en chasis	9.00	100	9.00	1.17	10.17

Fuente: Elaboración propia

Nota: Ver cuadro completo en Anexo 05

Figura 3.12: Tiempo estándar de Sub-Proceso de Acabado en camión volquete

N°		Elementos	TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN (%)	TIEMPO BÁSICO	SUPLEMENTOS 13%	TIEMPO TIPO
9.1	ACABADO EN CAMIÓN VOLQUETE	traslado de camión volquete del área de montaje al área de acabados	7.50	100	7.50	0.98	8.48
9.2		inspección de la unidad	3.00	100	3.00	0.39	3.39
9.3		traer material de acabado de almacén	4.00	125	5.00	0.65	5.65
9.4		preparar pintura esmalte con thinner para retoques	6.00	75	4.50	0.59	5.09
9.5		cubrir con periodico o plastico la cabina del camión	17.50	125	21.88	2.84	24.72
9.6		realizar retoques de pintura	64.00	100	64.00	8.32	72.32
9.7		pegar sticker de cinta reflectiva	8.00	100	8.00	1.04	9.04
9.8		pegar sticker de logo de la empresa	8.00	100	8.00	1.04	9.04
9.9		Trasladar unidad a zona de entrega	4.00	100	4.00	0.52	4.52
			TIEMPO DE CICLO (MINUTOS)				142.24

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.13: Tiempo estándar de Sub-Proceso de entrega de camión volquete

N°		Elementos	TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN (%)	TIEMPO BÁSICO	SUPLEMENTOS 13%	TIEMPO TIPO
10.1	ENTREGA DE CAMIÓN VOLQUETE	Informar a empresa carrocera sobre su unidad con tolva lista para entrega	1.50	100	1.50	0.20	1.70
10.2		entregar unidad a personal de empresa carrocera	12.50	125	15.63	2.03	17.66
10.3		realizar guia de entrega	3.00	100	3.00	0.39	3.39
10.4		firmar guia de entrega	1.50	100	1.50	0.20	1.70
			TIEMPO DE CICLO (MINUTOS)				24.44

Fuente: Elaboración propia

Luego de hallar el tiempo de ciclo por proceso, sumamos para hallar el tiempo de ciclo actual. Dando como resultado de 5993.45 min.

Luego de hallar el tiempo de ciclo por Sub-proceso, se muestra el diagrama de actividades de las Sub-operaciones.

Figura 3.14: DAP de Sub-proceso Recepción de Chasis

SUB-PROCESO RECEPCIÓN		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES - SISTEMA ACTUAL						TIEMPOS	UND DE MEDIDA
ACTIVIDADES		●	➔	◐	◑	◒	◓		
2.1.1	Recibir chasis de empresa carrocera	●						7.50	min.
2.1.2	revisar inventario de unidad				◑			4.00	min.
2.1.3	revisar operatividad de la unidad	●						4.00	min.
2.1.4	firmar guía de recepción						◓	2.00	min.
2.1.5	Trasladar vehículo al almacén		➔					10.00	min.
TOTAL TIEMPO								27.50	min.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.15: DAP de Sub-proceso Corte de plancha Estructural A36 y Anti-abrasiva HD 450

PROCESO CORTE A36/HD 450		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES - SISTEMA ACTUAL						TIEMPOS	UND DE MEDIDA
ACTIVIDAD		●	➔	◐	◑	◒	◓		
2.2.1	Revisar material a cortar						◓	0.75	min.
2.2.2	separar operaciones de corte por máquina cizalla y corte por plasma	●						0.75	min.
2.2.3	arrancar montacarga para que caliente				◑			1.50	min.
2.2.4	Buscar plancha sobrante de 6.0mm para usar en máquina cizalla para hoist	●						0.75	min.
2.2.5	Trasladar 01 plancha de 6.0mm a máquina cizalla para canales de hoist		➔					2.00	min.
2.2.6	calibrar máquina antes de cortar				◑			2.00	min.
2.2.7	Medir longitud a cortar						◓	0.75	min.
2.2.8	Cortar plancha con cizalla	●						4.00	min.
2.2.9	recoger material cortado	●						3.00	min.
2.2.10	poner material cortado en parihuela de metal	●						3.00	min.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.16: DAP de Sub-proceso Dobles de plancha Estructural A36 y Anti-abrasiva HD 450

SUB-PROCESO DOBLEZ		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES - SISTEMA ACTUAL						TIEMPOS	UND DE MEDIDA
ACTIVIDAD		●	➔	◐	◑	◒	◓		
2.3.1	Revisar material a doblar							1.00	min.
2.3.2	separar operaciones de dobles por tamaño de plegadora							0.75	min.
2.3.3	trasladar material cortado a máquina plegadora mediana para canales							2.00	min.
2.3.4	calibrar máquina para doblar canales							2.00	min.
2.3.5	Medir longitud a doblar de la pieza							0.75	min.
2.3.6	operar máquina plegadora para el dobles solicitado							5.00	min.
2.3.7	retirar canales sobre tacos de madera							3.00	min.
2.3.8	trasladar canales al almacén							3.00	min.
2.3.9	trasladar material cortado a máquina plegadora mediana para omegas							2.00	min.
2.3.10	calibrar máquina para doblar omegas							2.00	min.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.17: DAP de Sub-proceso de Armado de Tolva HD 450

SUB-PROCESO ARMADO DE TOLVAS		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES - SISTEMA ACTUAL						TIEMPOS	UND DE MEDIDA
ACTIVIDAD		●	➔	◐	◑	◒	◓		
2.4.1	trasladar material de tolva al área de armado							3.00	min.
2.4.2	inspeccionar medidas del material a usarse							2.00	min.
2.4.3	colocar piso de tolva boca abajo							4.00	min.
2.4.4	Equilibrar piso de tolva boca abajo							3.00	min.
2.4.5	armar piso de tolva con canales omegas y refuerzos							7.00	min.
2.4.6	soldar piso de tolva							15.00	min.
2.4.7	esperar se enfríe el piso de tolva							15.00	min.
2.4.8	voltear piso de tolva boca arriba							4.00	min.
2.4.9	colocar frontal de tolva boca abajo							4.00	min.
2.4.10	Equilibrar frontal de tolva boca abajo							3.00	min.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.18: DAP de Sub-proceso de Instalación de mecanismo para tolva HD 450

SUB- PROCESO INSTALACIÓN DE MECANISMO EN TOLVA		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES - SISTEMA ACTUAL						TIEMPOS	UND DE MEDIDA
ACTIVIDAD		●	➔	◐	◑	▽	◒		
2.5.1	Inspección de hoist							2.00	min.
2.5.2	traer de almacén tubos para puntales							2.00	min.
2.5.3	Preparar tubos de puntales							4.00	min.
2.5.4	soldar tubos de puntales							8.00	min.
2.5.5	presentar tubos de puntales en hoist							1.50	min.
2.5.6	armar tubos de puntales en hoist							4.00	min.
2.5.7	soldar tubos de puntales en hoist							5.00	min.
2.5.8	traer planchas de estabilizador del área corte y doblez							2.00	min.
2.5.9	preparar soporte de estabilizador							4.00	min.
2.5.10	presentar soporte de estabilizador en hoist							1.50	min.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.19: DAP de Sub-proceso de Granallado de tolva HD 450

SUB- PROCESO GRANALLADO DE TOLVA		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES - SISTEMA ACTUAL						TIEMPOS	UND DE MEDIDA
ACTIVIDAD		●	➔	◐	◑	▽	◒		
2.6.1	Buscar a montacarguista para traslado de hoist y tolva							1.50	min.
2.6.2	esperar tolva y hoist							7.50	min.
2.6.3	inspeccionar tolva y hoist							4.00	min.
2.6.4	montar hoist en caballete con rueda en el área de granallado							4.00	min.
2.6.5	traer granalla de almacén							7.00	min.
2.6.6	abrir paquetes de granalla y hecharlo en el contenedor para su uso							6.00	min.
2.6.7	encender luminaria del lugar							2.00	min.
2.6.8	vestirse con epps para granallar							7.50	min.
2.6.9	encender maquinaria de granallado							3.00	min.
2.6.10	granallar hoist							70.00	min.
2.6.11	Buscar a montacarguista para sacar el hoist y poner la tolva en el caballete rodante							1.50	min.
2.6.12	esperar a montacarguista para que haga el cambio							7.50	min.
2.6.13	montar tolva en caballete con rueda en el área de granallado							7.50	min.
2.6.14	granallar tolva							90.00	min.
2.6.15	Buscar a montacarguista para sacar la tolva del área de granallado							1.50	min.
2.6.16	esperar al montacarguista para que saque la tolva							7.50	min.
2.6.17	barrer y recoger la granalla							20.00	min.
TOTAL								248.00	min.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.20: DAP de Sub-proceso de Pintado de Tolva

SUB- PROCESO PINTADO DE TOLVA		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES - SISTEMA ACTUAL						TIEMPOS	UND DE MEDIDA
ACTIVIDAD		●	➔	◐	◑	▽	◕		
2.7.1	Inspección de hoist y tolva							3.00	min.
2.7.2	Traer de almacén lija, sikamasilla, thinner, base anticorrosiva y esmalte							4.00	min.
2.7.3	hechar sikamasilla a ciertas partes de la tolva que se requiera	●						55.00	min.
2.7.4	lijar tolva donde se hechó sikamasilla	●						50.00	min.
2.7.5	preparar la base anticorrosiva con thinner	●						15.00	min.
2.7.6	recarga soplete para pintado	●						7.50	min.
2.7.7	pintar hoist y tolva con base anticorrosiva	●						125.00	min.
2.7.8	esperar secado de pintura base anticorrosiva							2880.00	min.
2.7.9	inspección de secado de base anticorrosiva							3.00	min.
2.7.10	preparar pintura esmalte con thinner	●						15.00	min.
2.7.11	recargar soplete con esmalte	●						7.50	min.
2.7.12	pintar tolva con esmalte	●						70.00	min.
2.7.13	esperar secado de pintura esmalte							180.00	min.
2.7.14	inspección de secado de esmalte							3.00	min.
TOTAL ATENCION CON O2 CLIENTES								3418.00	min.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.21: DAP de Montaje de tolva

SUB-PROCESO MONTAJE DE TOLVAS		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES - SISTEMA ACTUAL						TIEMPOS	UND DE MEDIDA
ACTIVIDAD		●	➔	◐	◑	▽	◕		
2.8.1	Inspección de chasis							2.00	min.
2.8.2	hacer mediciones para el ensamble de hoist							6.00	min.
2.8.3	marcar puntos para perforación en chasis	●						4.00	min.
2.8.4	perforar bastidor de chasis para emplacar	●						10.00	min.
2.8.5	traer placas de amarre del área de habilitado	●						2.00	min.
2.8.6	traer pernos para emplacar chasis con placas de amarre	●						2.00	min.
2.8.7	emplacar placas de amarre con pernos	●						7.00	min.
2.8.8	trasladar hoist del área de pintura al área de montaje	●						7.50	min.
2.8.9	inspección de hoist							2.00	min.
2.8.10	montar hoist en chasis	●						9.00	min.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.22: DAP de Acabado de tolva

SUB- PROCESO ACABADO DE TOLVA		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES - SISTEMA ACTUAL						TIEMPOS	UND DE MEDIDA
ACTIVIDAD		●	➔	◐	■	▼	●		
2.9.1	traslado de camión volquete del área de montaje al área de acabados							7.50	min.
2.9.2	inspección de la unidad							3.00	min.
2.9.3	traer material de acabado de almacén							4.00	min.
2.9.4	preparar pintura esmalte con thinner para retoques							6.00	min.
2.9.5	cubrir con periódico o plastico la cabina del camión							17.50	min.
2.9.6	realizar retoques de pintura							64.00	min.
2.9.7	pegar sticker de cinta reflectiva							8.00	min.
2.9.8	pegar sticker de logo de la empresa							8.00	min.
2.9.9	Trasladar unidad a zona de entrega							4.00	min.
TOTAL								122.00	min.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.23: DAP de Entrega de camión volquete

SUB- PROCESO ENTREGA DE TOLVA		DIAGRAMA DE ACTIVIDADES - SISTEMA ACTUAL						TIEMPOS	UND DE MEDIDA
ACTIVIDAD		●	➔	◐	■	▼	●		
2.3.1	Informar a empresa carrocera sobre su unidad con tolva lista para entrega							1.50	min.
2.3.2	entregar unidad a personal de empresa carrocera							12.50	min.
2.3.3	realizar guia de entrega							3.00	min.
2.3.4	firmar guia de entrega							1.50	min.
TOTAL ATENCION CON 02 CLIENTES								18.50	min.

Fuente: Elaboración propia

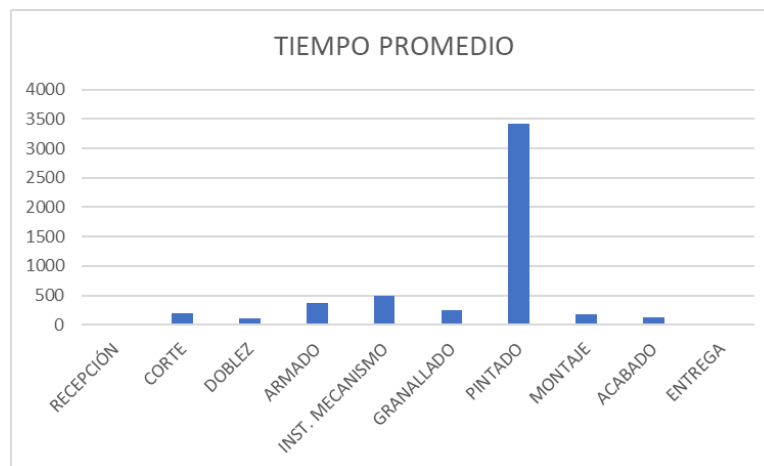
Luego de tener el tiempo de ciclo actual, el análisis de cada actividad a través del DAP se da el resumen de tiempo, con ello ubicaremos nuestro cuello de botella.

Tabla 3.2: Resumen de tiempos promedio

OPERACIÓN	TIEMPO PROMEDIO
RECEPCIÓN	27.5
CORTE	195
DOBLEZ	101
ARMADO	363
INST. MECANISMO	485
GRANALLADO	248
PINTADO	3418
MONTAJE	183
ACABADO	122
ENTREGA	18.5

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.24: Pareto por Sub-proceso



Fuente: Elaboración propia

El proceso de pintado se muestra con gran contundencia como cuello de botella.

buscamos realizar la mejora, para ello nos apoyamos realizando una matriz de solución.

Figura 3.25: Matriz de solución

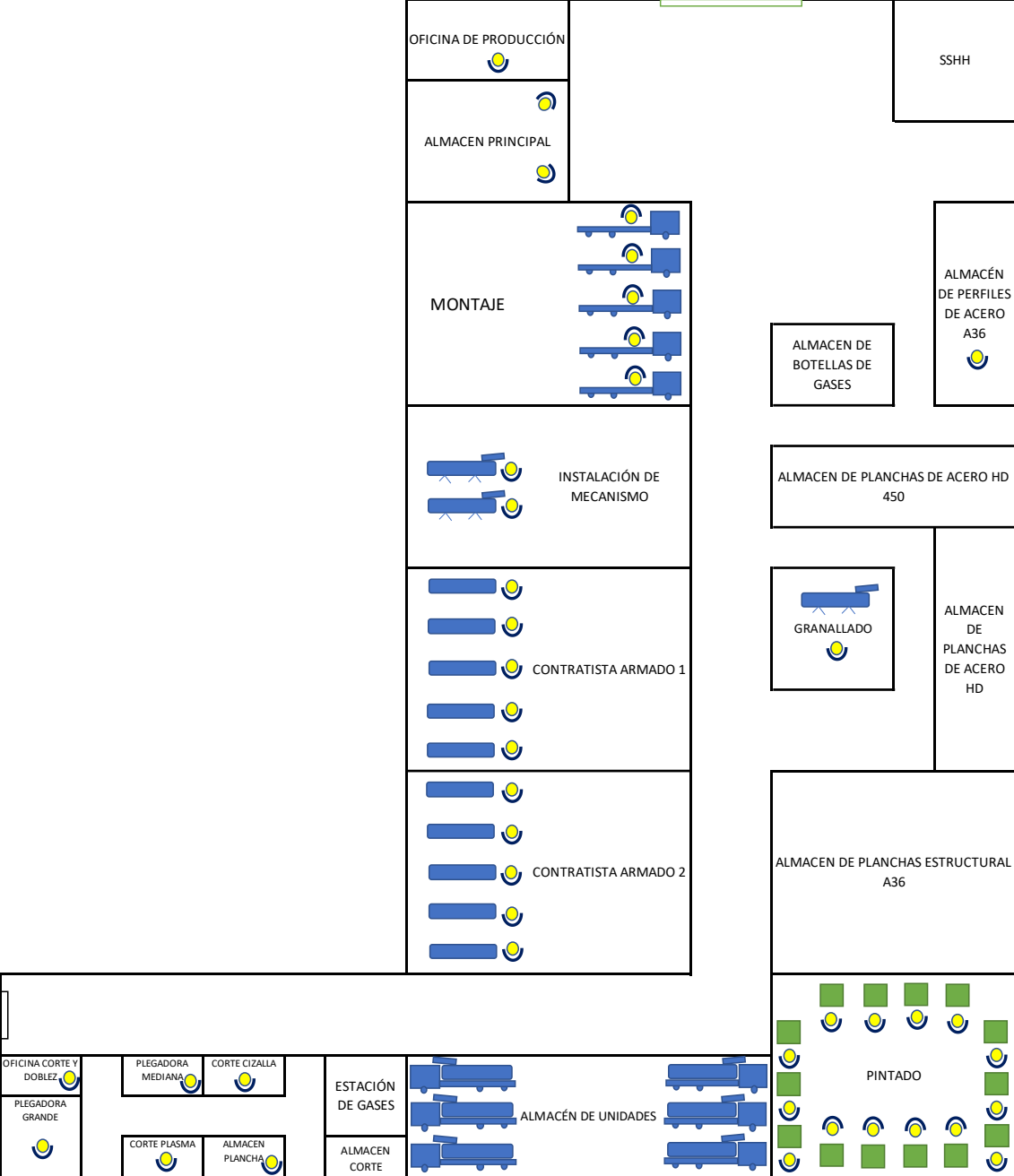
ITEM	ACTIVIDAD	MATRIZ DE SOLUCION						Solución
		TIEMPOS	UND DE MEDIDA	SISTEMA ACTUAL	TIEMPOS	UND DE MEDIDA	SISTEMA MEJORADO	
2.2.4	Buscar plancha sobrante de 6.0mm para usar en máquina cizalla para hoist	0.75	min	El colaborador busca retazos de plancha para reusarse en el desorden	0.00	min	El colaborador busca retazos de plancha en un estante de planchas clasificadas	Metodología 5S
2.2.11	Trasladar material cortado a almacén de partes para hoist	1.50	min	Almacén de partes para hoist desordenado, se pierde tiempo en almacenar	0.50	min	Estante de partes, de fácil movimiento para montacarguista	Metodología 5S
2.2.12	Buscar plancha sobrante de 8.0mm para usar en máquina cizalla para hoist	0.75	min	El colaborador busca retazos de plancha para reusarse en el desorden	0.00	min	El colaborador busca retazos de plancha en un estante de planchas clasificadas	Metodología 5S
2.2.19	Trasladar material cortado a almacén de partes para hoist	1.50	min	Almacén de partes para hoist desordenado, se pierde tiempo en almacenar	0.50	min	Estante de partes, de fácil movimiento para montacarguista	Metodología 5S
2.2.20	Buscar plancha sobrante de 9.0mm para usar en máquina cizalla para hoist	1.50	min	El colaborador busca retazos de plancha para reusarse en el desorden	0.00	min	El colaborador busca retazos de plancha en un estante de planchas clasificadas	Metodología 5S
2.2.27	Trasladar material cortado a almacén de partes para hoist	1.50	min	Almacén de partes para hoist desordenado, se pierde tiempo en almacenar	0.50	min	Estante de partes, de fácil movimiento para montacarguista	Estandarización
2.2.31	esperar nido del área de ingeniería de Trujillo	3.00	min	Área de Ingeniería de Trujillo se demora, no lo pueden hacer rápido	0.00	min	Enviar con anticipación nidos faltantes	Metodología 5S
2.2.33	Buscar sobrante de plancha ASMT A36 de 6.0mm para usar en máquina plasma	2.00	min	El colaborador busca retazos de plancha para reusarse en el desorden	0.00	min	El colaborador busca retazos de plancha en un estante de planchas clasificadas	Metodología 5S
2.2.34	Trasladar 01 plancha ASMT A36 de 6.0mm a máquina plasma para canales de hoist	3.00	min	demora al trasladar plancha por desorden de almacenaje	0.50	min	Se clasifica el orden de almacenaje de planchas	Metodología 5S
2.2.39	Trasladar material cortado a almacén de partes para hoist	3.00	min	Almacén de partes para hoist desordenado, se pierde tiempo en almacenar	0.50	min	Estante de partes, de fácil movimiento para montacarguista	Metodología 5S

Fuente: Elaboración propia

Nota: Figura completa de Matriz de solución en Anexo 06

Empezamos mostrando el Layout de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC

Figura 3.26: Layout de la empresa



Fuente: Elaboración propia

Actualmente el desorden en la empresa está generando tiempo desperdiciado.

Figura 3.27: Planchas para reproceso desordenado



Fuente: Elaboración propia

Plan de mejora

implementación la metodología 5S

Consideraciones para la implementación

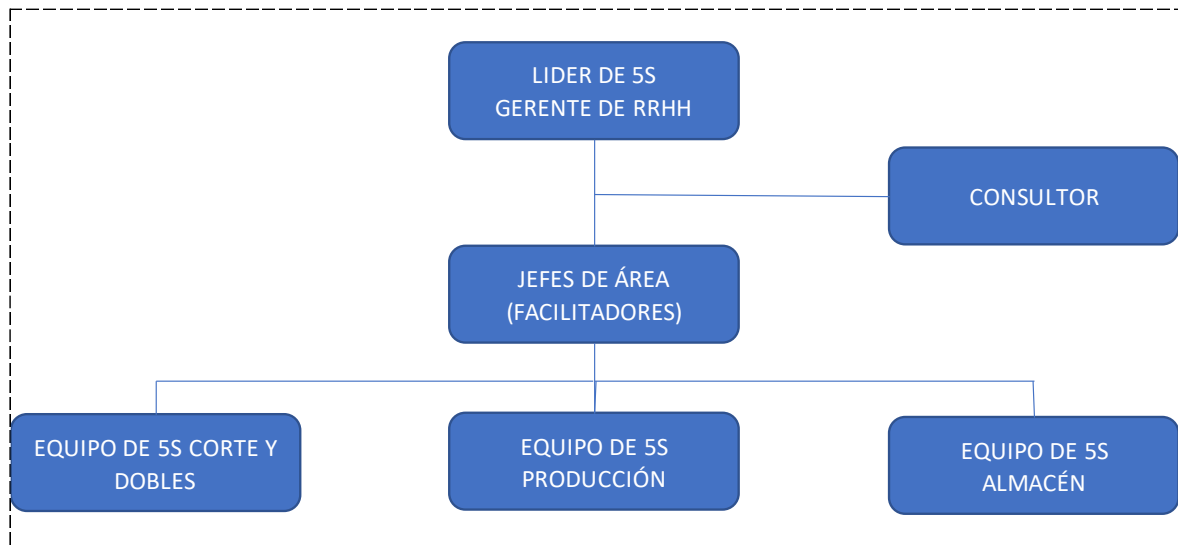
Realizar capacitaciones a todos los colaboradores involucrados desde gerencia a operarios. Tendrá como promotor al jefe de recursos humanos, dicha capacitación se realizará en un taller de 5 horas en la primera semana, el día sábado que se tienen menor carga laboral, estará a cargo de un consultor en Producción. Una vez realizada la charla de inducción, se realizará una capacitación profunda de 2 horas, que tendrá como expositor al experto en Producción, donde se planificará la manera más adecuada de la implementación 5S en la empresa. En la planificación se pretende que estén

presentes los supervisores o jefes de la empresa, el jefe de producción, el jefe de almacén y el jefe de corte y dobles.

- Formar equipos, constituidos por los mismos trabajadores de acuerdo a sus habilidades técnicas.
- Fomentar los objetivos de la metodología de las 5S acorde a la realidad de la empresa.

Durante la reunión de planificación también se determinará una organización interna la cual se encargará del soporte de la metodología 5S's, Como líder del proyecto 5S en la empresa se elegirá al jefe de RRHH. debido a que tiene mayor disposición en la empresa y tiene un cargo de decisión dentro de la organización.

Figura 3.28: Organigrama de planificación de la metodología 5S



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta las fases necesarias para implementar la metodología de las 5S's:

Seiri

Planificación: Se consideran los siguientes aspectos para la planificación de
Clasificación: la determinación de los recursos, la elaboración del formato de las tarjetas rojas y la selección e identificación del área de tarjetas rojas. Determinación de los recursos Toda planificación debe tener en cuenta los recursos que se utilizarán para la implementación, se establecerá que se utilizaría 5 pliegos de cartulina para la elaboración de las tarjetas, 2 metros de cuerda delgada para colgar dichas tarjetas y se calculó que se utilizarían 2 tarros de pintura amarilla y roja para la elaboración de los letreros.

Figura 3.29: Formato de tarjetas rojas

TARJETA ROJA			
Fecha de acta:		Area:	
descripción del objeto:			
Responsable:			
Acción:			
Categorías			
Material:		Documento:	
Equipo de oficina		desperdicio	
Bienes del cliente		Articulos personales	
Cajas y contenedores		producto en proceso	
Otros:			
Motivos			
No se utiliza		no se necesita	
contaminante		no sirve	
dañado		defectuoso	
Uso desconocido		Transferencia	
Otros:			
Observaciones:			
Autorizo:		destino final:	

Fuente: Elaboración propia

El diseño y la elaboración del formato de las tarjetas se realizarán con la colaboración del jefe de producción, el jefe de corte y dobles y el jefe de almacén.

Se implementará un formato sencillo para su fácil llenado y colocación.

Este formato de las tarjetas rojas contiene: fecha de acta, descripción del objeto, Además en la tarjeta existe un espacio destinado para colocar la disposición posible del artículo que puede ser: Transferir si se trata de elementos u objetos que puedan servir en la empresa sede principal Trujillo; eliminar si son artículos que no pertenecen al área y no sirven; por inspeccionar si se trata de objetos que requieren de una inspección o no sabemos si puedan servir a algún área. Finalmente, el formato contiene un espacio para observaciones.

Se establecerá las tarjetas rojas en puntos de liberación de espacio, el área de las tarjetas rojas en la empresa, sería de 3 m² y se ubicaría junto a la zona de almacén de pinturas.

El mejor modo de poner en práctica las tarjetas rojas, es completarlo rápidamente, si es posible en uno o dos días, porque si se deja pasar el tiempo, el proyecto caerá al igual que el entusiasmo y la moral del personal involucrado.

El ejercicio de colocar las tarjetas rojas resultaría muy bueno por la participación de los colaboradores en las áreas, además que se estima que dure dos días aproximadamente.

Se identificaría diversos elementos y/o herramientas que ocupan un espacio innecesario, siendo algunos catalogados para transferirlos a otras áreas o eliminarlos si no son necesarios.

En la Tabla 3.2 se muestra la disposición final que se tendría con los elementos con tarjetas rojas.

Tabla 3.2: Resultado tarjetas rojas

N°	Elemento	Cantidad	Comentario
1	Silla	3	Dañado
2	Botellas de agua vacias	4	Eliminar
3	Cajon de plasticos	2	Eliminar
4	Estante de madera	3	Inspección
5	Tacho de basura	4	Dañado
6	Mesa	2	Eliminar
7	Escobas de madera	3	Dañado
8	Soporte de tolva obsoleto	1	Transferir
9	Trapos	10	Eliminar
10	Galoneras de pintura	12	Eliminar
11	Mouse de computadora	2	Transferir
12	Fardo de plástico	3	Dañado
13	Estantes de fierro	4	Dañado
14	Bombas de agua	1	Transferir
15	Cartones	6	Eliminar
16	Tacos de madera	5	Transferir

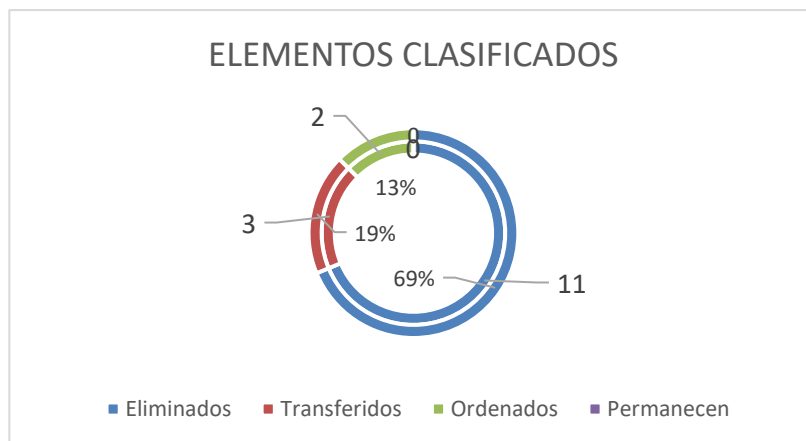
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.3: Resumen del destino de elementos

RESUMEN		
ELEMENTOS	CANTIDAD	PORCENTAJE
Eliminados	11	68.75
Transferidos	3	18.75
Ordenados	2	12.50
Permanecen	0	0

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.30: Porcentaje de elementos



Fuente: Elaboración propia

De las 16 tarjetas rojas colocadas, 11 fueron desechadas o eliminadas, lo que corresponde al 69% de las tarjetas; 3 fueron transferidas a la sede principal, lo que corresponde al 19%; a 2 elementos se le aplicó orden, es decir se cambiaron de localización dentro del taller, esto corresponde al 13%.

Una vez desarrollada la etapa Seiri, todos los objetos no necesarios se habrán retirado del taller, dejando únicamente los indispensables. Sin embargo, estos objetos que se requieren, tales como piezas e instrumentos, pueden ser elementos que no lleguen a utilizarse si se guardan en sitios alejados del lugar de trabajo o en sitio que sean difíciles de encontrar. Partiendo de esta perspectiva se presenta la siguiente fase.

SEITON

Seiton, señala el orden de los materiales por utilización y dispone de forma conveniente para reducir el tiempo de búsqueda y esfuerzos no necesarios. Para hacer esto debe designarse un nombre, una ubicación y un volumen a cada material. Tiene que detallarse la ubicación y la cantidad máxima de material de ese tipo necesario en el taller.

El taller tiene que hallarse totalmente libre de materiales o cosas innecesarias, esto permitirá tener un control al momento de realizar una observación rápida y poder detectar a tiempo cualquier clase anormal y poner en marcha la más conveniente corrección.

SEISO

El modelo Seiso, hace referencia a la limpieza del entorno donde se desarrollan los trabajos, esto incluye los equipos, instrumentos y maquinarias, lo mismo que infraestructura, paredes, pisos entre otros. El término también es asociado con la verificación. Un colaborador que limpia unas herramientas puede encontrarse con

múltiples desperfectos que atentan con su funcionamiento. Si una máquina se encuentra sucia de polvo o aceite se vuelve complicado reconocer alguna anomalía no obstante con una limpieza adecuada se pueden observar fugas, fisuras, tornillo tuercas flojas. Una vez que se identifican estas anomalías pueden resolverse de forma sencilla, conservando la limpieza del individuo a través de la utilización de la vestimenta apropiada de trabajo, lentes, guantes y zapatos de seguridad, así mismo manteniendo un ambiente de labores aseado y ordenado

SEIKETSU

El término Seiketsu ratifica el trabajo constante de las tres fases previas de las 5s, y su aplicación constante. Por ejemplo, si simplemente una sola vez el procedimiento de seiri, se lograrán optimizaciones, pero éstas no serán duraderas y el escenario volverá a ser como antes y es que es sencillo emplear el kaizen (mejoras continuas) en el taller. Pero ejecutarlo todos los días es un escenario totalmente diferente. Una vez implementada la metodología la dirección debe encargarse de darle continuidad, caso contrario los correctivos será momentáneos.

SHITSUKE

La fase Shitsuke hace mención a la autodisciplina, el técnico y su asistente deben continuar desarrollando las prácticas de seiri, seiton, seiso y seiketsu, con base en ello se conseguirá que adopten la costumbre de realizar estas actividades en las labores diarias, auto disciplinándose en su área.

Al concluir el cronograma de implementación se procederá al tratamiento de la información sobre los tiempos es decir tiempos finales en relación a la hora laboral normal las horas de insumo total tiempos que se emite no pierden correspondientemente con esta información.

Análisis de las herramientas y técnicas empleadas para determinar las nuevas cargas de trabajo.

Luego de haber realizado significativas mejoras con el apoyo de la metodología 5S, se centró la atención en la operación de pintado por el alto tiempo de ciclo que tiene.

Por ello se realizó lo siguiente:

Con el objetivo de reducir los tiempos en la operación de Pintado, se realizó una evaluación del producto, posteriormente se evaluó alternativas de base anticorrosiva para evitar tiempos desperdiciados por secado.

Actualmente se está usando el anticorrosivo cromato de zinc, dando los costos y características siguientes:

Tabla 3.4: Costo de base anticorrosiva

PRODUCTO	PRECIO \$	PRESENTACIÓN U. DE MEDIDA (GLN)	TOLVA 15 M3 STD	COSTO TOTAL
THINNER JET	14.14	GLN	14.19	14.19
ANTICORROSIVO CROMATO	19	GLN	19	76
				90.19

Fuente: Elaboración propia

Tabla: 3.5: Características de base anticorrosiva

CARACTERÍSTICAS	ANTICORROSIVO CROMATO DE ZINC
CAPAS	02 CAPAS DELGADAS
TIEMPO DE OPERACIÓN	2 hr
TIEMPO DE SECADO	48 HORAS
CANTIDAD (GLNS)	04 ANTICORROSIVO + 01 THINNER

Fuente: Elaboración propia

Al volver a evaluar proveedores la misma empresa que nos vende el anticorrosivo cromato de zinc, ofreció una alternativa de mejora, dando la siguiente comparación

Tabla 3.6: Comparación de base anticorrosiva costos

PRODUCTO	PRECIO \$	PRESENTACIÓN U. DE MEDIDA (GLN)	TOLVA 15 M3 STD	COSTO TOTAL
THINNER JET	14.14	GLN	14.19	14.19
ANTICORROSIVO CROMATO	19	GLN	19	76
				90.19
DILUYENTE EPOXICO	15.5	GLN	16	8
KIT DURAPOX ANTICORROSIVO 913	26	GLN	26	39
				47

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.7: Comparación de base anticorrosiva características

CARACTERÍSTICAS	ANTICORROSIVO CROMATO DE ZINC	DURAPOX ANTICORROSIVO 913
CAPAS	02 CAPAS DELGADAS	01 CAPA GRUESA
TIEMPO DE OPERACIÓN	2 hr	1.5 hr
TIEMPO DE SECADO	48 HORAS	03 HORAS
CANTIDAD (GLNS)	04 ANTICORROSIVO + 01 THINNER	1.5 (DURAPOX 913) + 0.5 DILUYENTE

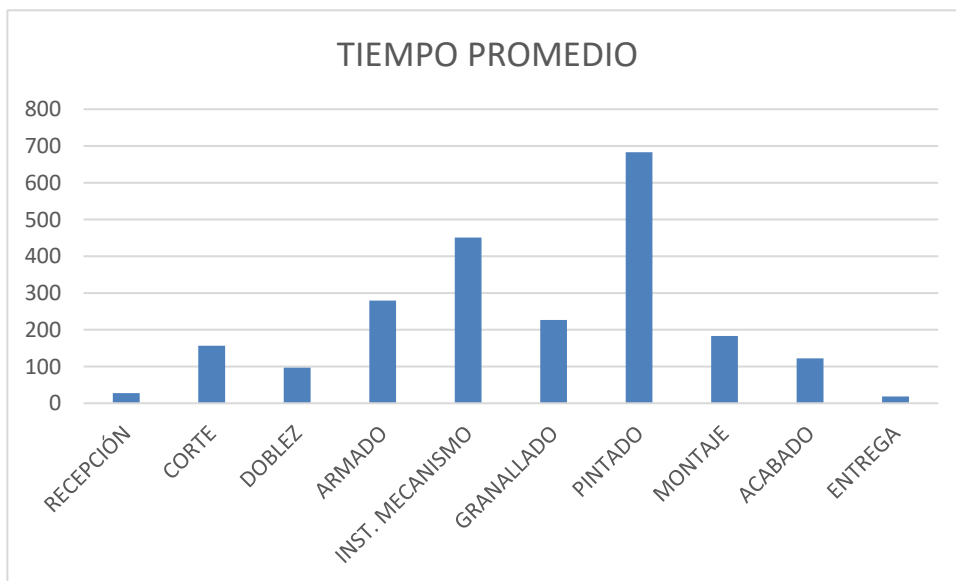
Fuente: Elaboración propia

La actividad de 48 horas de secado pasó a 3 horas, y la actividad de pintado se redujo de 2 horas a 1.5 horas.

Para saber cuánto impactado la mejora detallamos los cambios de algunos tiempos mejorados en algunos procesos:

Para evaluar que tanto a mejorado el tiempo de ciclo, volvemos a graficarlo ya mejorado el tiempo promedio.

Figura 3.31: Tiempo promedio de sub-procesos después de las 5S's



Fuente: Elaboración propia

Notamos buena mejora en los tiempos, Sin embargo, el proceso de pintado sigue siendo el cuello de botella.

Por lo que a continuación realizamos el balance de línea al proceso de pintado para optimizar el tiempo de ciclo.

Técnica Heurística propuesta para el balanceo de la línea

Se toma el modelo de pintado para la aplicación de la técnica heurística para el balance de línea. Los pasos para balancear una línea de ensamble son los siguientes:

1. Dibujar el diagrama de precedencia

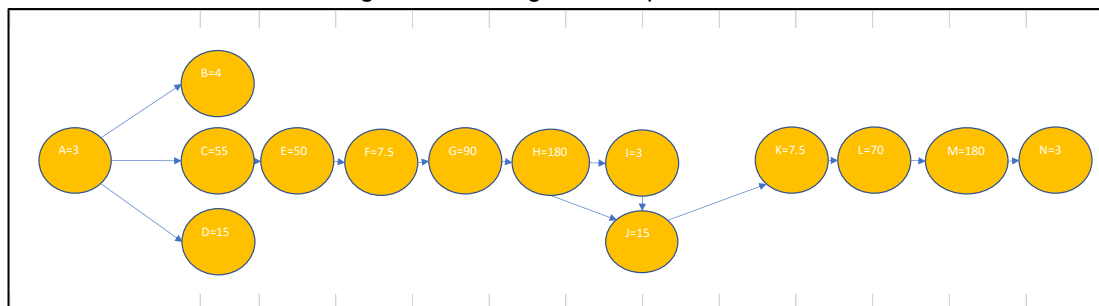
Se muestra la tabla de precedencia con los tiempos actualizados:

Tabla 3.8: Precedencias

TAREA	ACTIVIDAD	Tiempo de la PREDECESORA	
A	Inspección de hoist y tolva	3	NINGUNO
B	Traer de almacén lija, sikamasilla, thinner, base anticorrosiva y esmalte	4	A
C	hechar sikamasilla a ciertas partes de la tolva que se requiera	55	A
D	preparar la base anticorrosiva con thinner	15	A
E	lijar tolva donde se hechó sikamasilla	50	C
F	recarga soplete para pintado	7.5	E
G	pintar hoist y tolva con base anticorrosiva	90	F
H	esperar secado de pintura base anticorrosiva	180	G
I	inspección de secado de base anticorrosiva	3	H
J	preparar pintura esmalte con thinner	15	H,I
K	recargar soplete con esmalte	7.5	J
L	pintar tolva con esmalte	70	K
M	esperar secado de pintura esmalte	180	L
N	inspección de secado de esmalte	3	M
	T (Minutos)	683	

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.32: Diagrama de precedencia



Fuente: Elaboración propia

2. Determinar el tiempo de ciclo de la estación de trabajo

$$TC = \frac{\text{Tiempo de producción por semana}}{\text{Producción por semana}}$$

$$TC = \frac{2880}{15} = 192 \text{ minutos por unidad}$$

3. Determinar el número mínimo teórico de estaciones de trabajo (Nt) requeridas

$$Nt = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Tiempo del ciclo (TC)}}$$

$$Nt = \frac{683}{192} = 4 \text{ Estaciones de trabajo}$$

4. Seleccionar las reglas de asignación

Regla 1: Tiempo más largo de la tarea

Regla 2: Mayor número de tareas siguientes

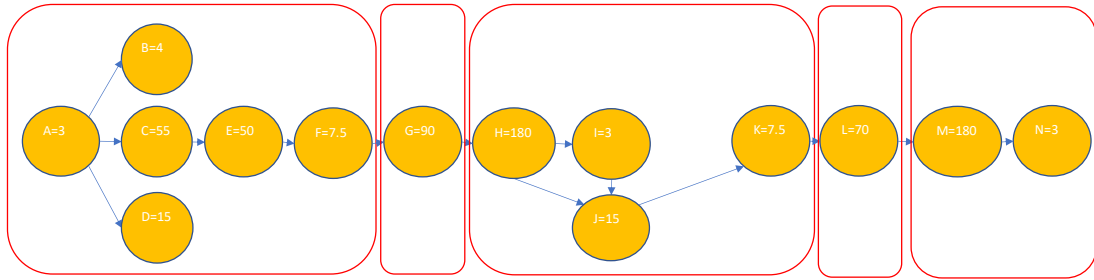
5. Hacer la asignación de las tareas para formar las estaciones de trabajo

Figura 3.33: Asignación de tareas

Estación	Tareas disponibles	T. de tareas	Según regla 1	Según regla 2	Tarea asignada	T. tarea asignado	T. disp en la estación
1	A	3	A		A	3	189
	B,C,D	4,55,15	B		C	55	134
	B,D	4,15	D		B	15	119
	B	4	C		D	4	115
	E	50	E		E	50	65
	F	7.5	F		F	7.5	57.5
2	G	90	G		G	90	102
3	H,I	180, 3	H,I		H,I	180	12
	I	3	I		I	3	9
4	J	15	J		J	15	177
	K	7.5	K		K	7.5	169.5
	L	70	L		L	70	99.5
5	M	180	M		M	180	12
	N	3	N		N	3	9

. Fuente: Elaboración propia

Figura 3.34: Asignación en diagrama de precedencias



Fuente: Elaboración propia

Aplicando la técnica heurística se redujo las 14 estaciones a 5.

6. Calcula la eficiencia del balanceo

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas}}{\text{Estaciones de trabajo real asignados} \times \text{Tiempo de ciclo}}$$

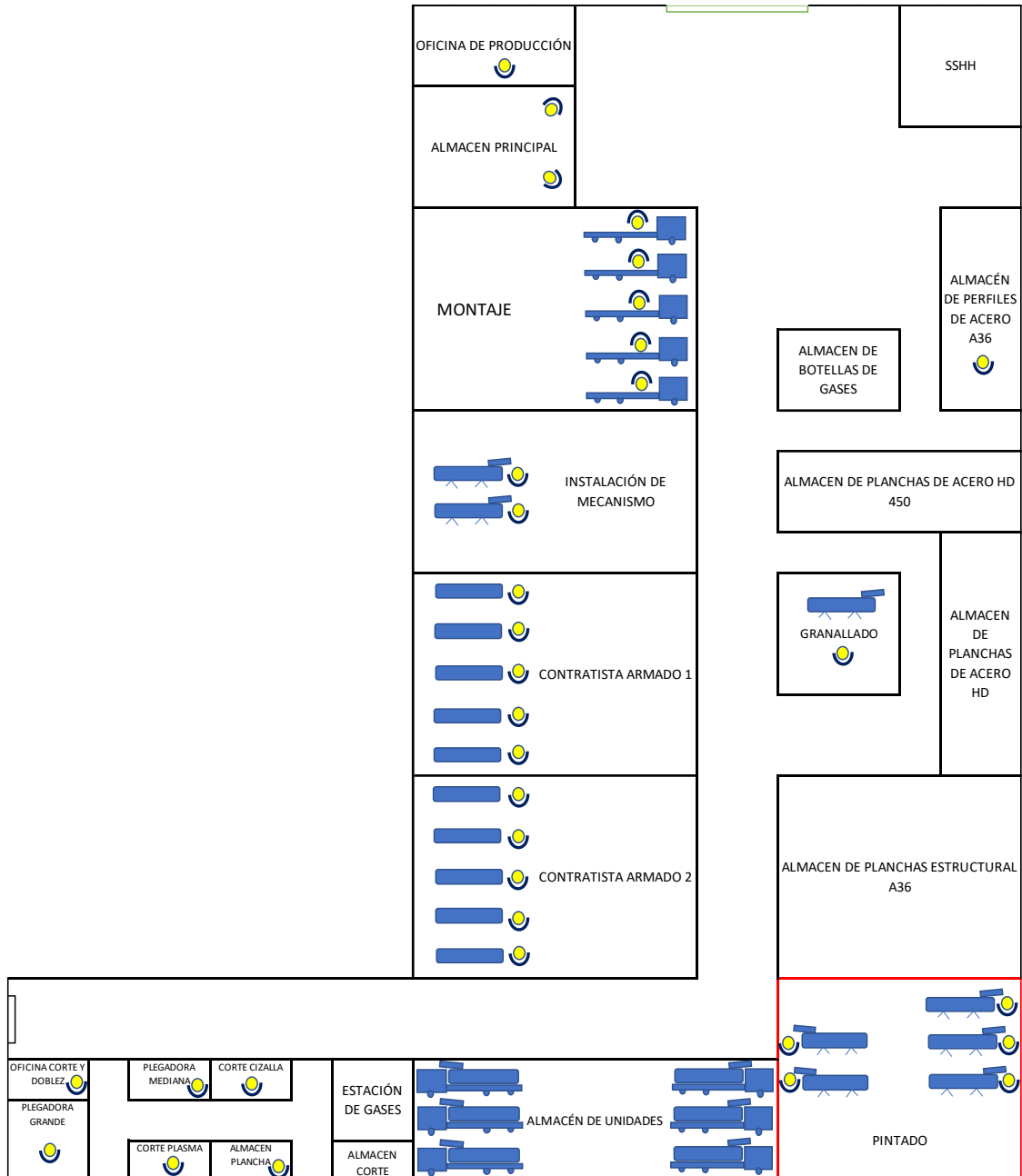
Aplicando la formula se tiene:

$$\text{Eficiencia} = \frac{683}{5 \times 192} = 71.15\%$$

Se obtuvo una eficiencia de 71.15%

Posteriormente se presenta el Layout propuesto

Figura 3.35: Layout Propuesto

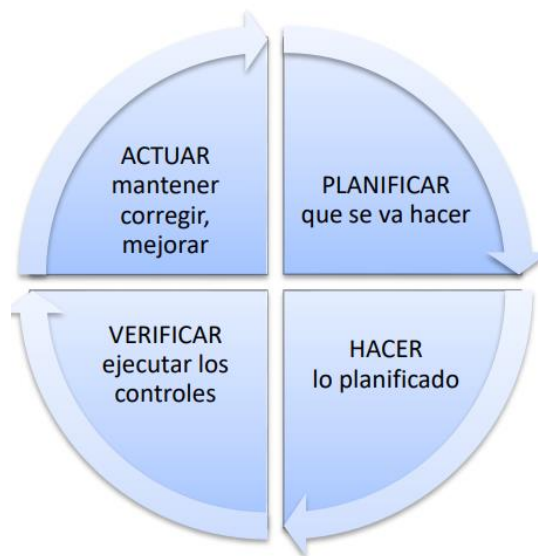


Fuente: Elaboración propia

Aplicación del ciclo PHVA

El balance de línea en el área pintado, es una mejora continua para incrementar la productividad en la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza S.A.C. para ello se requiere demostrar cómo se aplica el ciclo PHVA para su implementación

Figura: Diagrama PHVA



Fuente: Elaboración propia

Etapa 1 Planificar: En el área de pintado, encontramos un potencial de mejora dentro del proceso productivo ya que la necesidad de incrementar nuestra productividad observamos los factores que ocasionaban perdidas en nuestros indicadores y uno de ellos fue el atraso en las estaciones de trabajo por el personal de línea de ensamble.

Una vez identificado nuestro problema a resolver nos trazamos los objetivos correspondientes, y definimos las siguientes acciones:

- Realizar la toma de tiempos a través de la técnica del cronómetro.
- Analizar los tiempos encontrados.
- Reasignar o equilibrar las actividades dentro de la línea de la operación de pintado.
- Realizar una piloto con la nueva distribución.
- Ejecución del balance de línea.

Etapas

PLANIFICAR que se va hacer,

HACER lo planificado

VERIFICAR ejecutar los controles

ACTUAR mantener corregir, mejorar

Hacer: En esta etapa aplicamos las acciones que detallamos a continuación. Toma de tiempos: Realizamos la toma de tiempos de las 14 estaciones de trabajo encontradas, para ello utilizamos la técnica de medición con cronómetro, nuestras muestras fueron aleatorias en diferentes horarios, la cantidad de muestra que adquirimos fueron 5.

Analizar los tiempos y reasignación de actividades: Una vez obtenidos los tiempos identificamos las estaciones de trabajo y cada una de sus actividades donde se tuvo que utilizar las siguientes tablas que nos ayudaran a poder equilibrar la verdadera carga que se requiere para nuestro proceso, para ello usamos lo siguiente: DOP, DAP, tabla Westinghouse, diagrama de precedencia, 5S, entre otros.

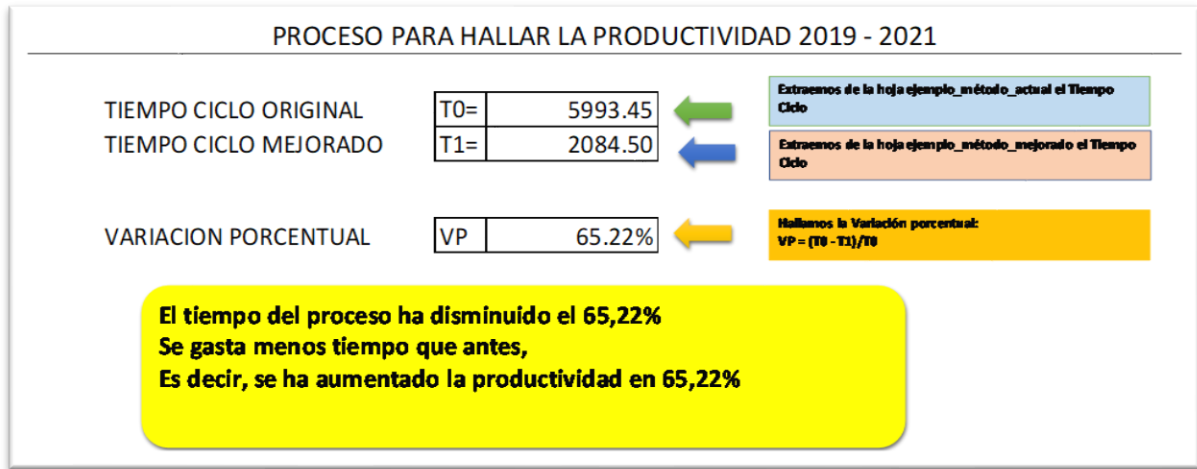
Una vez Implementado las mejoras se procede a estandarizar los procedimientos, los cuales quedan plasmado en un documento, a las cuales se le denominaran instructivos describiendo todas las actividades del puesto de trabajo.

Realizar una corrida piloto: Para esta acción, hicimos pruebas previas ante los cambios y/o reasignaciones de actividades en las estaciones de trabajo afectadas, luego de las pruebas realizadas, realizamos la capacitación a los operadores para explicarles y hacerle de su conocimientos sobre el balance de línea que se va implementar y para ello encontramos algunas oportunidades de mejora para su aplicación, mencionaremos una de ellos, traslado de puntos de aire comprimido a las estaciones donde se requería para pintar, ya que teníamos que agregar herramientas neumáticas para que puedan desarrollar las actividades, una vez culminado con estas tareas, procedimos a realizar un piloto con las 14 estaciones de trabajo que se llegó a reducir a 5 estaciones de trabajo, que encontramos inicialmente y el resultado fue positivo para poder ejecutar la implementación del balance de línea.

Etapa 3: Verificar: Para esta etapa la verificación lo definimos con controles periódicos por parte del área de ingeniería industrial, que consistió inicialmente en auditorios semanales verificando las actividades y que los tiempos no tengan desviaciones.

Etapa 4 Actuar: Corregimos y/o ajustamos las desviaciones que se han venido presentando en el transcurso de la implementación.

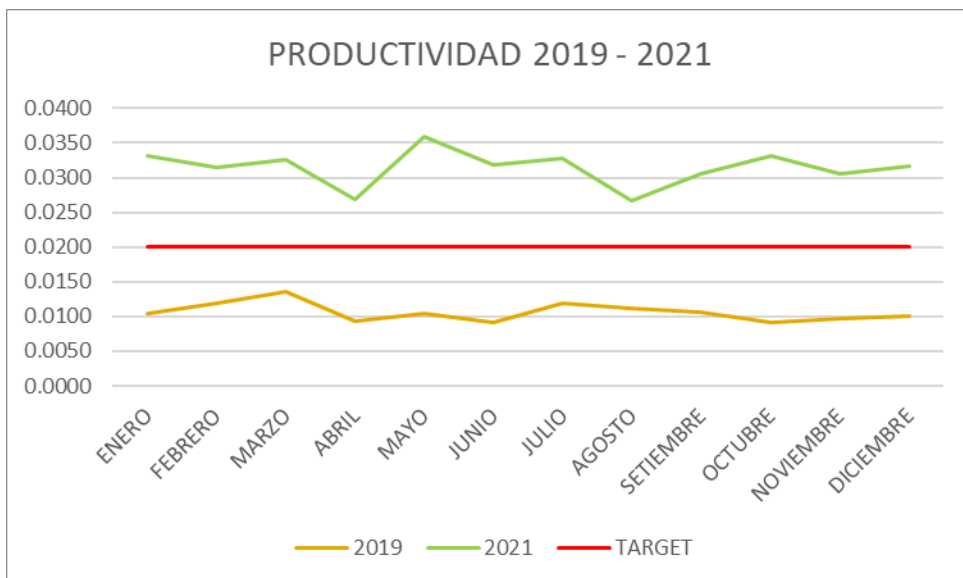
Figura 3.37: Productividad Comparada 2019 – 2021



Fuente: Elaboración propia

Lo demostrado es la productividad en el área de pintado, Sin embargo, reflejaremos en la productividad general cuanto a mejorado.

Figura 3.38: Grafico de Productividad comparada



Fuente: Elaboración propia

COSTOS DE INVERSIÓN

Tabla 3.9: Costos por hora mano de Obra

Descripción	Operarios	Soldador	Supervisor
Sueldo	1100	1500	1600
Días	26	26	26
Horas/Día	8	8	8
Costo Hr-H(S./)	5.29	7.21	7.69
Costo Hr. Extras (2 primeras) (S./)	7.93	10.82	-
Costo Hr. Extras (S./)	8.99	12.26	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.10: Costos por hora empleados

Descripción	Asistente	Jefe de Producción	Jefe de RRHH
Sueldo	1500	5000	5000
Días	26	26	26
Horas/Día	8	8	8
Costo Hr-H(S./)	7.21	24.04	24.04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.11: Costos de implementación de balance de línea

Fases	Costos Degradados	Costo	Cantidad Horas	TOTAL
	Organización de las charlas.	S/ 50.00	5	S/ 250.00
Costos de Implementación	Papelería(afiches, hojas bond, etc)	S/ 30.00	1	S/ 30.00
	Compra de compresor de aire	S/15,000.00	1	S/ 15,000.00
	Subtotal			S/ 15,280.00
Implementacion Balance de Linea (Operarios, supervisor, ingeniero 10 horas, Jefe 5 horas)	Costo de Operarios	S/ 5.29	5	S/ 264.42
	Costo de supervisor de pintado	S/ 7.69	1	S/ 76.92
	Costo de Jefe de Producción	S/ 24.04	1	S/ 120.19
	Costo del capacitador (Consultor)	S/ 200.00	1	S/ 3,000.00
	Subtotal			S/ 3,461.54
	Total			S/ 18,741.54

Fuente: Elaboración propia

Beneficios

Tabla 3.12: Costos proyectado

Elemento	0	1	2	3	4	5
Ahorros	0	39082	39082	39082	39082	39082
Egresos	34075	23852	23852	23852	23852	23852
Ingresos-Egresos	-34075	15229	15229	15229	15229	15229

Fuente: Elaboración propia

TIR 35%
VAN S/. 11,470

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

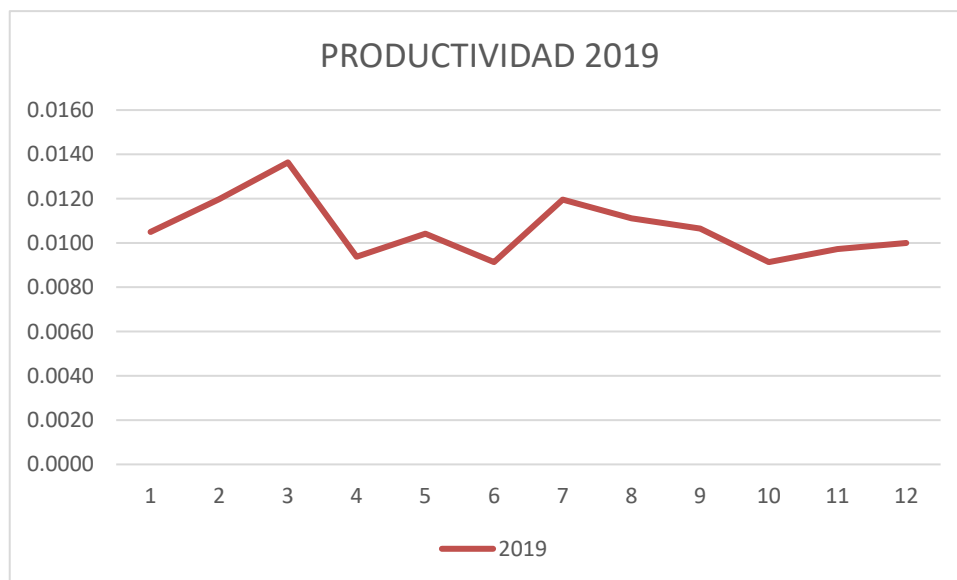
Mediante la experiencia de trabajo se ha podido aplicar el estudio de trabajo y balance de línea, en beneficio de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC, utilizando las técnicas y herramientas de Ingeniería Industrial acorde al rubro metal-mecánico, consiguiendo mejorar la productividad a través de los siguientes objetivos:

4.1 Resultado del objetivo específico 01

Se logró medir la productividad actual, mediante las técnicas y herramientas de Ingeniería Industrial correspondientes:

- Tiempos tomados por cronómetro
- Tiempo estándar

Figura 3.39: Productividad 2019



Fuente: Elaboración propia

Se Halló la productividad del año 2019, dando 0.0106.

4.2 Resultado del objetivo específico 02.

Mediante el estudio de trabajo y balance de línea se pudo mejorar los tiempos de los procesos para la fabricación e instalación de tolvas.

Parte del estudio de trabajo es el estudio de tiempos, que permitió identificar el cuello de botella, siendo el proceso de Pintado, dando posibles soluciones para reducirlos o eliminarlos.

En un principio se logró reducir o eliminar los tiempos de algunas actividades innecesarias que no agregan valor al proceso, mediante el análisis de las actividades estudiadas.

Luego se logró reducir más el tiempo de ciclo de la operación de pintado, mediante el método de balance de línea, debido a que aún aparecía como un cuello de botella.

El tiempo de ciclo actual fue de: 5993.45 minutos

El tiempo de ciclo mejorado a través del estudio del trabajo fue: 2666.59 minutos

El tiempo de ciclo mejorado a través del balance de línea fue: 2084.50

4.3 Resultado del objetivo específico 03.

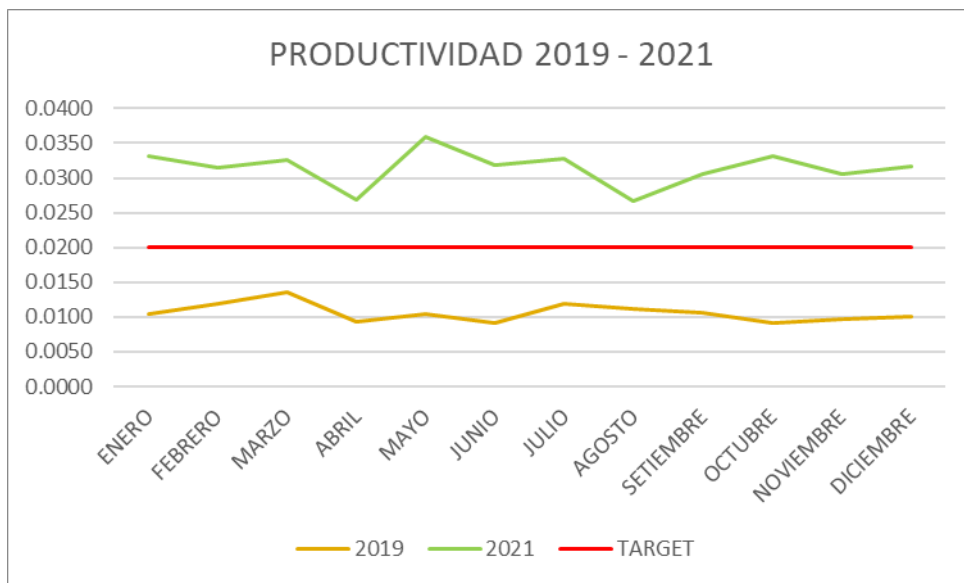
Mediante el estudio de trabajo y balance de línea, se puede reducir tiempos innecesarios que no agregan valor al tiempo de ciclo, por lo que optimiza el tiempo consumido para la realización de las tolvas producidas

Beltrán (2009), considera que la productividad es la relación entre lo producido y lo consumido

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Recursos consumidos}} = \frac{\text{Producción}}{\text{N}^\circ \text{ operarios} \times \text{Horas trabajadas} \times \text{Días trabajados}}$$

Al optimizar los tiempos para la realización de una tolva, estamos mejorando la productividad.

Figura 3.40: Productividad 2019 - 2021



Fuente: Elaboración propia

4.4 Resultado del objetivo específico 04.

El análisis económico de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC, debido a la aplicación e implementación del estudio de trabajo y balance de línea son los siguiente:

INVERSIÓN ECONÓMICA

Para la aplicación del estudio de trabajo e implementación de la metodología 5S se invirtió:

S/15 333.13

Para la implementación del balance de línea se invirtió:

S/ 18 741.54

BENEFICIO ECONÓMICO

Se logró incrementar la productividad en 65.22%. y con ello se logró reducir los tiempos de producción, dando tiempo para producir hasta 11 tolvas más, Sin embargo, se debe incrementar la producción de acuerdo a la demanda.

Actualmente la empresa tiene que fabricar 01 tolva más realizando horas extras, por lo que se calculó como impacta económicamente.

Actualmente solo se podían producir 18 tolvas semiroquera piso plano compuerta estándar, pero con la aplicación del estudio de trabajo y balance de línea, se ha podido mejorar los tiempos y cumplir con producir de acuerdo a la demanda, que son 01 tolvas más mensual.

Para ello se hace el siguiente cálculo:

$$\text{Precio de venta} = \$ 19\,600 * 1$$

$$\text{Precio de venta} = \$ 19\,600$$

$$\text{Costo total} = \$ 18\,785.8 * 1$$

$$\text{Costo total} = \$ 18\,785.8$$

$$\text{Utilidad} = \$ 19600 - \$ 18\,785.80$$

$$\text{Utilidad} = \$ 814.20$$

$$\text{Conversión de moneda } (\$ 1.00 = S/ 4.00)$$

$$\text{Utilidad} = 814.20 * 4 = S/ 3\,256.80$$

$$\text{Utilidad anual} = S/ 3\,256.80 * 12$$

$$\text{Utilidad anual} = S/ 39\,081.60$$

La empresa se beneficio económicamente de S/39 081.60 anuales.

Dando los siguientes indicadores económicos

$$\text{TIR} = 35\%$$

$$\text{VAN} = S/ 11\,470$$

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

Se da por concluido que la aplicación del estudio de trabajo e implementación del balance de línea refleja la optimización en tiempos de producción, como también un impacto económico favorable para la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC.

Mediante el análisis detallado de las actividades de trabajo se logró reducir tiempos de ciclo para cada operación de fabricación e instalación de tolvas, el proceso de corte de planchas estructural A36 se redujo el tiempo de 195 minutos a 156.5. Proceso de dobles de plancha de acero se redujo de 101 minutos a 97. Proceso de armado de tolvas se redujo de 363 minutos a 279.50. Proceso de Instalación de mecanismo se redujo de 485 minutos a 451, Proceso de granallado de tolva se redujo de 248 minutos a 226.50 y por último se redujo el proceso de pintado de 3418 minutos a 192, con ayuda del balance de línea.

La determinación del costo beneficio de la mejora realizada se demuestra a través del TIR dando el 35% como tasa interna de retorno, y el VAN tomando como referencia una tasa del 20%, salió S/ 11 470 soles como valor actual neto. Concluyendo que es rentable para la empresa.

Se concluye que la aplicación del estudio de trabajo y balance de línea aumentó el tiempo de ciclo de la fabricación e instalación de tolvas, dando un ahorro anual de S/15 229 por la fabricación de 01 tolva más, realizada antes por acumulación de horas extras.

Se da por concluido que la aplicación e implementación del estudio de trabajo y balance de línea mejoró sustancialmente la productividad de la fabricación e instalación de tolvas de la empresa, donde en 2019 reflejaba una productividad de 0.0106, Mientras que en el 2021 dio 0.0314. Superando los 0.0200 que solicitado la gerencia de la empresa.

RECOMENDACIONES

Se recomienda aplicar el estudio de trabajo y balance de línea para la reducción de tiempos ocios, mejorando los tiempos de ciclo de cada operación, dando soluciones poco complejas.

Se recomienda realizar chalas de capacitación cada 06 meses para no descuidar lo implementado, estandarizando lo aplicado y dando mejora continua.

Se recomienda aplicar el balance de línea a todas las áreas y líneas de la empresa para optimizar los tiempos de ciclo.

Se recomienda evaluación cada 03 meses de proveedores, para optimizar la calidad y recursos de la empresa.

Se recomienda realizar un análisis de mercado para aumentar la producción de tolvas, se ha optimizado los tiempos para poder fabricar hasta 11 tolvas más. Sin embargo, se debe fabricar a lo que pida el mercado, impulsando las ventas aumentarán los pedidos y por ende las ganancias.

Al realizar estudio del trabajo se tiene que tener en cuenta los suplementos y las valoraciones que se dan para poder hallar la productividad de manera correcta.

REFERENCIAS

- Acevedo Borrego, A. O. (2012). El enfoque y rol del ingeniero industrial para la gestión y decisión en el mundo de las organizaciones industriales. *Industrial Data*, 15(1), 9-24. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81624969002>
- ADANAQUÉ CUSTODIO, D., & LLONTOP PIZARRO, M. F. (2013). “DISEÑO DE BALANCE DE LÍNEA, PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL RECURSO HUMANO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FRIJOL DE PALO ENCONSERVA, EN LA EMPRESA PROCESADORA PERÚ. CHICLAYO, Perú: (TESIS DE GRADO), INGENIERIA INDUSTRIAL, UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN.
- ADEX. (14 de Octubre de 2020). Actualidad. *Mundo Empresarial*.
- ADOLFO PINEDA, J. (2005). *ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PISOS DE GRANITO EN LA FÁBRICA CASA BLANCA S.A., Guatemala: TESIS DE GRADO PARA INGENIERO INDUSTRIAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.*
- Aguilar, P. (28 de Agosto de 2021). El Gobierno de Perú eleva la proyección del PIB hasta el 10,5 % para 2021. *Perú Economía*.
- ALBERTO, S. U. (2021). *BALANCE DE LÍNEA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN DE UNA EMPRESA TEXTIL.*
- ALZATE GUZMÁN, N., & SÁNCHEZ CASTAÑO, J. E. (2013). *ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DECALZADO TIPO “CLÁSICO DE DAMA” EN LA EMPRESA DE CALZADOCAPRICHOSA PARA DEFINIR UN NUEVO MÉTODO DE PRODUCCIÓN Y DETERMINAR EL TIEMPO ESTÁNDAR DE FABRICACIÓN.* Colombia: TESIS DE GRADO PARA INGENIERO INDUSTRIAL, .
- ANDRÉS MARTÍNEZ, W. (2013). *PROPUESTA DE MEJORAMIENTO MEDIANTE EL ESTUDIO DEL TRABAJO PARA LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CINSA YUMBO. CALI, COLOMBIA: TESIS DE GRADO, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE, FACULTAD DE INGENIERIA.* Obtenido de <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/5731/T03766.pdf;jsessionid=CBAAFB087374D8D3889E8EE68590E492?sequence=1>
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación*.
- Baca U., G., Cruz V., M., Cristóbal V., I. M., Gutiérrez M., J. C., Pacheco E., A. A., Rivera G, Á. E., . . . Obregón S., M. G. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial* (segunda ed., Vol. II). (J. E. Callejas, Ed.) Ciudad de Mexico, Mexico: Ebook.
- Beltrán, J. (2009). *Indicadores de gestión, Herramienta para lograr la competitividad*. Bogota, Colombia: 3R Editores.
- BENAVIDES, B. C. (2017). *BALANCE DE LÍNEA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN DE LA EMPRESA INDUSTRIES FASHIÓN E.I.R.L – LIMA, 2017.* Lima: TESIS DE GRADO DE INGENIERO INDUSTRIAL.

CAYCHO MORALES, J. J., & MENDOZA MORALES, C. A. (2019). *ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS PARA MEJORAR LA*. Lima, Perú: (TESIS DE GRADO), Ingeniería Industrial, UNIVERSIDAD RICARDO PALMA.

ESPICHÁN CUADROS, R. Á. (2017). *ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL*. Huacho: TESIS DE GRADO PARA INGENIERO INDUSTRIAL, UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN.

Espinoza Salinas, J., & Chávez Samán, L. E. (2019). “*APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TRABAJO Y BALANCE DE LÍNEA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE ENSAMBLE DE COCINAS DE LA EMPRESA BSH ELECTRODOMÉSTICOS S.A.C.-2018*”. Lima: TESIS DE GRADO DE INGENIEROS INDUSTRIAL, UPN.

Fernández Ríos, M., & Sánchez, J. (1997). *Eficacia Organizacional*. Madrid.

Freivalds, A., & Niebel, B. (1997). *Ingeniería Industrial de Niebel. Métodos, estándares y diseño del* (13° ed.). México: McGraw-Hill/Interamericana.

Galindo Alarcón, R. A. (2015). “*INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA VITRESA DEL SECTOR CERÁMICO MEDIANTE LA MEJORA DEL PROCESO DE COLAJE*”. Lima: (TESIS DE GRADO), Ingeniería Industrial y Comercial, UNIVERSIDAD ESAN.

García Criollo, R. (2000). *Estudio del trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. Puebla, Mexico.

García Criollo, R. (2005). *Estudio del Trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: McGraw-Hill/Interamericana.

GONZALES SUNCIÓN, A. M. (2018). “*MEJORA DEL PROCESO DE PALETIZADO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE SOPLADO SIDEL SBO10 EN CBC PERUANA – PLANTA SULLANA*”. Piura: (TESIS DE GRADO), Ingeniería Industrial, UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA.

Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2016). *Control Estadístico de la Calidad y Seis* (Tercera ed.). Mc Graw Hill.

Heizer J y Render B. (2009). *Principios de administración de operaciones*. México: (7.^a ed.) Pearson Educación.

HLC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN. (14 de JUNIO de 2021). *RECUPERACIÓN DE LA INDUSTRIA METALMECÁNICA*. Obtenido de HLC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN: <https://www.hlcsac.com/noticias/recuperacion-de-la-industria-metalmeccanica/>

Iglesias González, S. (1981). *Principios del método de la investigación científica*.

Insstituto Asteco. (26 de Marzo de 2021). *La industria global del acero: una perspectiva positiva en este 2021*. Obtenido de Instituto Asteco: <https://institutoasteco.com/asteco/la-industria-global-del-acero-una-perspectiva-positiva-en-este-2021/>

JACOBO CABALLERO, Y. Y. (2020). *BALANCE DE LINEA EN EL PROCESAMIENTO DE ARANDANO FRESCO PARA*. Trujillo, Perú: (TESIS DE GRADO), Ingeniero Industrial, Universidad Priva Antenor Orrego.

Jiménez Amieva, S. (2018). *Balanceo de cargas de trabajo Para mejorar los procesos de producción (Caso: Empresa Expresso Mágico)*. Ameca, México: (TESIS DE GRADO), Administración, CENTRO UNIVERSITARIO UAEM AMECAMECA.

Lowry S, M. H. (1940). *Time and motion study and formulas for wage incentives*. New York: NY: McGraw-Hill.

MANRIQUE MORAN, L. (2017). *ADECUACIÓN DEL DIMENSIONAMIENTO DE UNA TOLVA SEMIROQUERA DE 15MC Y EL MONTAJE SOBRE UN CHASIS VOLVO FMX440 6x4 O SCANIA P420 6X4. EMPRESA RMB SATECI S.A.C.* Callao, Perú: INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL PARA INGENIERO MECÁNICO UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO.

Maynard, H. (1987). *Manual De Ingenieria Y Organizacion Industrial*. Mexico.

Meyers, F. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*.

Ministerio de la producción. (2018). *Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos*. Recuperado el 20 de Abril de 2019, de OGEIEE Produce: <http://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/shortcode/estadistica-oee/estadisticas-mipyme>

ODAR NOMBERRA, J. A. (2014). *“MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA VIVAR SAC”*. Chiclayo, Perú: (Tesis de grado), Ingeniería Industrial, UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO.

OIT, O. I. (2002). *Introducción al Estudio del Trabajo* (cuarta edición ed.). Ginebra: OIT.

Peña Orozco, D. L., Neira García, Á. M., & Ruiz Grisales, R. A. (Septiembre de 2016). Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento. *Scientia Et Technica*, 21(3), 237-24.

Peña Orozco, D. L., Neira García, Á. M., & Ruiz Grisales, R. A. (Septiembre de 2016). Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento. *Scientia Et Technica*, 21(3), 239-247.

Pinell Rodríguez, R. E., Ríos Gutiérrez, L. C., & Bucardo Trujillo, A. J. (2020). *Balace de líneas de producción en la tabacalera Cubanacan Cigars S.A de la*. Estelí, NICARAGUA: (TESIS DE GRADO), INGENIERO INDUSTRIAL, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA.

Roberto Mete, M. (2014). VALOR ACTUAL NETO Y TASA DE RETORNO: SU UTILIDAD COMO HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN. *SCIELO*, 7. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2014000100006

ROJAS GUTIÉRREZ, P. A. (2020). *“APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TRABAJO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE INSPECCIÓN VISUAL DE CASCO EXTERIOR EN LA EMPRESA SIMA S.A”*. Lima: Tesis de grado de Ingeniero Industrial, Universidad Tecnológica del Perú.

ROMERO HERNÁNDEZ, S., ROMERO HERNÁNDEZ, O., & MUÑOZ NEGRÓN, D. (2014). *Introducción a la Ingeniería* (SEGUNDA ed., Vol. II). MEXICO: CENGAGE LEARNING.

Salazar M. (2018). *Aplicación de balance de línea para mejorar la productividad en una empresa láctea*. ((. d. Industrial, Ed.) Lima, Peru: Universidad Nacional de Ingeniería.

TABARES TOBÓN, M. (2013). *SOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE BALANCEO DE LINEA CON ESTACIONES DE TRABAJO EN PARALELO, UN CASO DE ESTUDIO EN EL SECTOR DE LAS CONFECCIONES*. Pereira: (Tesis de Grado), Facultad de Ingeniería, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.

Tawfik, L., & Chauvel, A. M. (1993). *Administración de la producción* (reimpresa ed.). (McGraw-Hill, Ed.)

VALENTIN MANZANARES, J. C. (2018). “*APLICACIÓN DEL ESTUDIO DEL TRABAJO*”. Lima: (TESIS DE GRADO), Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica del Perú.

Velasco J. (2013). *Organización de la producción*. Madrid: (3.ª ed.). Madrid: Edición Pirámide.

VILLACRESES LOZADA, G. M. (2018). “*ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA DE GUAYUSA ECOCAMPO*”. Ambato, Ecuador: (TESIS DE GRADO), Administración de empresas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

www.mef.gob.pe. (27 de Agosto de 2021). Obtenido de https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=101108&view=article&catid=100&id=7134&lang=es-ES

ANEXOS

Anexo 01: Productividad

Productividad año 2018

2018	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
UND. PRODUCIDAS	23	23	22	20	21	23	24	21	20	23	24	21
HORAS POR TURNO	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
N° TRABAJADORES	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
DÍAS EMPLEADOS	25	24	22	28	24	26	23	27	27	26	27	25
HORAS LABORADAS	2000	1920	1760	2240	1920	2080	1840	2160	2160	2080	2160	2000
PRODUCTIVIDAD	0.0115	0.0120	0.0125	0.0089	0.0109	0.0111	0.0130	0.0097	0.0093	0.0111	0.0111	0.0105

Fuente: elaboración propia

Productividad año 2019

2019	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
UND. PRODUCIDAS	21	23	24	21	20	19	22	24	23	19	21	20
HORAS POR TURNO	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
N° TRABAJADORES	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
DÍAS EMPLEADOS	25	24	22	28	24	26	23	27	27	26	27	25
HORAS LABORADAS	2000	1920	1760	2240	1920	2080	1840	2160	2160	2080	2160	2000
PRODUCTIVIDAD	0.0105	0.0120	0.0136	0.0094	0.0104	0.0091	0.0120	0.0111	0.0106	0.0091	0.0097	0.0100

Fuente: elaboración propia

Anexo 02: Valoración del ritmo de Trabajo

Escala	Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable (1)
0-100 (norma Británica)		(Km/h)
0	Actividad nula	
50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	3,2
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de operario no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	4,8
100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como de operario calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	6,4
125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del operario calificado medio	8,0
150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por varios periodos; actuación de "virtuoso" sólo alcanzada por algunos trabajadores sobresalientes	9,6

Fuente: Adaptación de un cuadro publicado por la Engineering and Allied Employers (West of England) Association, Department of Work Study.

Anexo 03: Numero de observación por Sub-Proceso

Sub-Proceso de Recepción de Chasis

N°		Elementos	TIEMPOS OBSERVADOS (EN MINUTOS)				
			T1	T2	T3	T4	T5
1.1	RECEPCIÓN DE CHASIS	Recibir chasis de empresa carrocera	7	8	7.5	7.75	7.25
1.2		revisar inventario de unidad	3.5	4.5	3.5	4	4.5
1.3		revisar operatividad de la unidad	4.5	4	3.5	4	4
1.4		firmar guía de recepción	1.5	1.5	2.5	2.5	2
1.5		Trasladar vehículo al almacén	9.5	10	10.5	10.5	9.5

Sub-Proceso de corte de plancha Estructural A36 y Anti-abrasiva

N°	Elementos	TIEMPOS OBSERVADOS (EN MINUTOS)				
		T1	T2	T3	T4	T5
2.1	Revisar material a cortar	0.5	0.5	1	0.75	1
2.2	separar operaciones de corte por máquina cizalla y corte por plasma	0.5	1	1	0.75	0.5
2.3	arrancar montacarga para que caliente	2	2	1.5	1	1
2.4	Buscar plancha sobrante de 6.0mm para usar en máquina cizalla para hoist	0.75	0.5	0.5	1	1
2.5	Trasladar 01 plancha de 6.0mm a máquina cizalla para canales de hoist	1.5	1.5	2	2.5	2.5
2.6	calibrar máquina antes de cortar	2	2.5	1.5	1.5	2.5
2.7	Medir longitud a cortar	0.5	1	0.5	1	0.75
2.8	Cortar plancha con cizalla	4.5	3.5	4	4.5	3.5
2.9	recoger material cortado	2.5	3	2.5	3.5	3.5
2.10	poner material cortado en parihuela de metal	3.5	3.5	3	2.5	2.5
2.11	Trasladar material cortado a almacén de partes para hoist	1	2	1.5	1	2
2.12	Buscar plancha sobrante de 8.0mm para usar en máquina cizalla para hoist	0.75	0.5	0.75	1	0.75
2.13	Trasladar 01 plancha de 8.0mm a máquina cizalla para canales de hoist	2	2.5	2	2	1.5
2.14	calibrar máquina antes de cortar	2	2	2.5	2	1.5
2.15	Medir longitud a cortar	0.75	0.75	0.75	1	0.5
2.16	Cortar plancha con cizalla	4.5	4	3.5	4.5	3.5
2.17	recoger material cortado	3	3.5	3	2.5	3
2.18	poner material cortado en parihuela de metal	3.5	3	3	2.5	3
2.19	Trasladar material cortado a almacén de partes para hoist	1	2	1	1.5	2
2.2	Buscar plancha sobrante de 9.0mm para usar en máquina cizalla para hoist	2	1.5	1	2	1
2.21	Trasladar 01 plancha de 9.0mm a máquina cizalla para canales de hoist	2	2	1.5	2	2.5
2.22	calibrar máquina antes de cortar	2.5	2	2	2	1.5
2.23	Medir longitud a cortar	1	1.5	1	2	2
2.24	Cortar plancha con cizalla	4	4	3.5	4	4.5
2.25	recoger material cortado	3	3	2.5	3	3.5
2.26	poner material cortado en parihuela de metal	3	2.5	3	3.5	3
2.27	Trasladar material cortado a almacén de partes para hoist	2	1	1	1.5	2
2.28	Revisar material a cortar por plasma	3.5	4	4	4	4.5
2.29	Revisar si se tiene nido en computadora de plasma	3.5	3	3.5	4	3.5
2.3	solicitar nido al área de ingeniería de Trujillo	1	0.75	0.5	0.75	0.75
2.31	esperar nido del área de ingeniería de Trujillo	3	3.5	3	2.5	3
2.32	copiar nido de USB a computador de plasma	2.5	2	2	2	1.5
2.33	Buscar sobrante de plancha ASMT A36 de 6.0mm para usar en máquina plasma	2	1.5	2	2.5	2
2.34	Trasladar 01 plancha ASMT A36 de 6.0mm a máquina plasma para canales de hoist	2.5	3	3	3.5	3
2.35	programar máquina antes de cortar	1.5	1	1.5	2	1.5
2.36	inspeccionar que máquina plasma corte adecuadamente	5.5	5	5	4.5	5
2.37	retirar material cortado	4	4.5	4	4	3.5
2.38	poner material cortado en parihuela de metal	2.5	2	2.5	2.5	3
2.39	Trasladar material cortado a almacén de partes para hoist	3	3.5	3	3	2.5
2.40	Buscar sobrante de plancha ASMT A36 de 3.0mm para usar en máquina plasma para tolva	1.5	2	2.5	2	2
2.41	Trasladar 01 plancha ASMT A36 de 3.0mm a máquina plasma para tolva	3	2.5	3	3	3.5
2.42	programar máquina antes de cortar	1.5	2	1.5	1	1.5
2.43	inspeccionar que máquina plasma corte adecuadamente	4.5	5	5	5.5	5
2.44	retirar material cortado	4	4.5	4	4	3.5
2.45	poner material cortado en parihuela de metal	2.5	2	2.5	3	2.5
2.46	Trasladar material cortado a almacén de partes para tolva	3	2.5	3	3.5	3
2.47	Buscar sobrante de plancha ASMT A36 de 4.0mm para usar en máquina plasma para tolva	2	2	2.5	2	1.5
2.48	Trasladar 01 plancha ASMT A36 de 4.0mm a máquina plasma para tolva	3	3.5	3	2.5	3
2.49	programar máquina antes de cortar	1.5	2	1.5	1	1.5
2.5	inspeccionar que máquina plasma corte adecuadamente	5	4.5	5	5.5	5
2.51	retirar material cortado	3.5	4	4	4	4.5
2.52	poner material cortado en parihuela de metal	2	2.5	2.5	2.5	3
2.53	Trasladar material cortado a almacén de partes para tolva	3	3	2.5	3	3.5
2.54	Buscar sobrante de plancha ASMT A36 de 4.5mm para usar en máquina plasma para tolva	2	2.5	2	1.5	2
2.55	Trasladar 01 plancha ASMT A36 de 4.5mm a máquina plasma para tolva	2.5	3	3	3	3.5
2.56	programar máquina antes de cortar	1.5	2	1.5	1	1.5
2.57	inspeccionar que máquina plasma corte adecuadamente	5	5.5	5	4.5	5
2.58	retirar material cortado	4.5	4	4	4	3.5
2.59	poner material cortado en parihuela de metal	2	2.5	2.5	2.5	3
2.6	Trasladar material cortado a almacén de partes para tolva	2.5	3	3	3	3.5
2.61	Buscar sobrante de plancha ASMT A36 de 19mm para usar en máquina plasma para tolva	2	1.5	2	2.5	2
2.62	Trasladar 01 plancha ASMT A36 de 19mm a máquina plasma para tolva	3.5	3	3	3	2.5
2.63	programar máquina antes de cortar	1.5	1	1.5	2	1.5
2.64	inspeccionar que máquina plasma corte adecuadamente	5	5.5	5	4.5	5
2.65	retirar material cortado	4.5	4	4	4	3.5
2.66	poner material cortado en parihuela de metal	2.5	2	2.5	3	2.5
2.67	Trasladar material cortado a almacén de partes para tolva	3	2.5	3	3.5	3
2.68	Buscar plancha hardox 450 sobrante para cortar partes de tolva	2.5	2	2	2	1.5
2.69	Trasladar 01 plancha hardox a máquina plasma para partes de tolva	3	3.5	3	2.5	3
2.70	programar máquina antes de cortar	1.5	2	1.5	1	1.5
2.71	inspeccionar que máquina plasma corte adecuadamente	5	4.5	5	5.5	5
2.72	retirar material cortado	3.5	4	4	4	4.5
2.73	poner material cortado en parihuela de metal	2.5	2	2.5	3	2.5
2.74	Trasladar material cortado a almacén de partes para tolva	3	2.5	3	3.5	3

Sub-Proceso de dobles de plancha Estructural A36 y Anti-abrasiva

N°	Elementos	TIEMPOS OBSERVADOS (EN MINUTOS)				
		T1	T2	T3	T4	T5
3.1	Revisar material a doblar	1	0.5	1	1.5	1
3.2	separar operaciones de dobles por tamaño de plegadora	0.5	0.75	0.75	1	0.75
3.3	trasladar material cortado a máquina plegadora mediana para canales	1.5	2	2	2.5	2
3.4	calibrar máquina para doblar canales	2	2.5	2	1.5	2
3.5	Medir longitud a doblar de la pieza	0.75	0.75	1	0.75	0.5
3.6	operar máquina plegadora para el dobles solicitado	4.5	5	5	5	5.5
3.7	retirar canales sobre tacos de madera	3	2.5	3	3.5	3
3.8	trasladar canales al almacén	3.5	3	3	3	2.5
3.9	trasladar material cortado a máquina plegadora mediana para omegas	2	2.5	2	1.5	2
3.10	calibrar máquina para doblar omegas	2.5	2	2	2	1.5
3.11	Medir longitud a doblar de la pieza	0.75	0.5	0.75	1	0.75
3.12	operar máquina plegadora para el dobles solicitado	5	5.5	5	4.5	5
3.13	retirar omegas sobre tacos de madera	3.5	3	3	3	2.5
3.14	trasladar omegas al almacén	3	3.5	3	2.5	3
3.15	trasladar material cortado a máquina plegadora mediana para tipo "G"	2.5	2	2	2	1.5
3.16	calibrar máquina para doblar tipo "G"	2	2.5	2	1.5	2
3.17	Medir longitud a doblar de la pieza	1	0.75	0.75	0.75	0.5
3.18	operar máquina plegadora para el dobles solicitado	5	4.5	5	5.5	5
3.19	retirar tipo "G" sobre tacos de madera	3.5	3	3	3	2.5
3.20	trasladar tipo "G" al almacén	3	3.5	3	2.5	3
3.21	Trasladar material hardox a máquina plegadora grande para piso de tolva	2.5	2	2	2	1.5
3.22	calibrar máquina para doblar piso de tolva	6	6.5	6	5.5	6
3.23	doblar piso de tolva	3.5	3	3	3	2.5
3.24	retirar piso de tolva doblado con montacarga	2	2.5	2	1.5	2
3.25	Trasladar material hardox a máquina plegadora grande para laterales de tolva	2.5	2	2	2	1.5
3.26	calibrar máquina para doblar laterales de tolva	6	5.5	6	6.5	6
3.27	doblar laterales de tolva	3.5	3	3	3	2.5
3.28	retirar laterales de tolva doblado con montacarga	2	2.5	2	1.5	2
3.29	Trasladar material hardox a máquina plegadora grande para frontal de tolva	2.5	2	2	2	1.5
3.30	calibrar máquina para doblar frontal de tolva	6	6.5	6	5.5	6
3.31	doblar frontal de tolva	3.5	3	3	3	2.5
3.32	retirar frontal de tolva doblado con montacarga	2	2.5	2	1.5	2
3.33	Trasladar material hardox a máquina plegadora grande para compuerta de tolva	2.5	2	2	2	1.5
3.34	calibrar máquina para doblar compuerta de tolva	6	6.5	6	5.5	6
3.35	doblar compuerta de tolva	3.5	3	3	3	2.5
3.36	retirar compuerta de tolva doblado con montacarga	2	2.5	2	1.5	2

Sub-Proceso de Armado de tolva HD 450

N°	Elementos	TIEMPOS OBSERVADOS (EN MINUTOS)				
		T1	T2	T3	T4	T5
4.1	trasladar material de tolva al área de armado	3	3.5	3	2.5	3
4.2	inspeccionar medidas del material a usarse	2.5	2	2	2	1.5
4.3	colocar piso de tolva boca abajo	4	4.5	4	3.5	4
4.4	Equilibrar piso de tolva boca abajo	3.5	3	3	3	2.5
4.5	armar piso de tolva con canales omegas y refuerzos	7	7.5	7	6.5	7
4.6	soldar piso de tolva	15.5	15	15	15	14.5
4.7	esperar se enfríe el piso de tolva	15	15.5	15	14.5	15
4.8	voltear piso de tolva boca arriba	4.5	4	4	4	3.5
4.9	colocar frontal de tolva boca abajo	4	4.5	4	3.5	4
4.10	Equilibrar frontal de tolva boca abajo	3.5	3	3	3	2.5
4.11	armar frontal de tolva con canales omegas y refuerzos	6	6.5	6	5.5	6
4.12	soldar frontal de tolva	10	11	10	9	10
4.13	esperar se enfríe frontal de tolva	7.5	8	7.5	7	7.5
4.14	presentar frontal de tolva para el ensamble	6	6.5	6	5.5	6
4.15	desvastar partes sobresalientes	7.5	7	7	7	6.5
4.16	ensamblar piso de tolva con el frontal	6	6.5	6	5.5	6
4.17	equilibrar piso de tolva con frontal	3.5	3	3	3	2.5
4.18	soldar piso de tolva con frontal	10	10.5	10	9.5	10
4.19	esperar se enfríe piso de tolva con frontal	15	16	15	14	15
4.20	colocar laterales de tolva boca abajo	6.5	6	6	6	5.5
4.21	Equilibrar laterales de tolva boca abajo	3	2.5	3	3.5	3
4.22	armar laterales de tolva con canales omegas y refuerzos	4.5	5	4.5	4	4.5
4.23	soldar laterales de tolva	15	16	15	14	15
4.24	esperar se enfríe laterales de tolva	7.5	7	7.5	8	7.5
4.25	presentar laterales de tolva para el ensamble	3	3.5	3	2.5	3
4.26	desvastar partes sobresalientes	6.5	4	8	6	5.5
4.27	ensamblar piso de tolva y frontal con laterales de tolva	6	6.5	6	5.5	6
4.28	soldar piso de tolva y frontal con laterales de tolva	7.5	7	7	7	6.5
4.29	esperar se enfríe piso de tolva y frontal con laterales de tolva	8	7.5	7.5	7.5	7
4.30	colocar compuerta de tolva boca abajo	4.5	4	4	4	3.5
4.31	Equilibrar compuerta de tolva boca abajo	3	3.5	3	2.5	3
4.32	armar compuerta de tolva con canales omegas y refuerzos	6.5	6	6	6	5.5
4.33	soldar compuerta de tolva	11	12	11	10	11
4.34	esperar se enfríe compuerta de tolva	7.5	8	7.5	7	7.5
4.35	traer de almacén bisagras de compuerta estándar	3	3.5	3	2.5	3
4.36	armar bisagra de compuerta estándar	2.5	3	3	3	3.5
4.37	soldar bisagra de compuerta estándar	5	4.5	5	5.5	5
4.38	esperar se enfríe compuerta estándar	7.5	7	7.5	8	7.5
4.39	presentar compuerta de tolva para el ensamble	2	1	2	1	1.5
4.40	desvastar partes sobresalientes	3	3.5	3	2.5	3
4.41	ensamblar compuerta de tolva	4.5	4	4	4	3.5
4.42	soldar compuerta de tolva	7	7.5	7	6.5	7
4.43	inspeccionar el sellado de compuerta de tolva	2.5	2	2	2	1.5
4.44	desvastar partes sobresalientes y verificar el sellado de la compuerta	4	4.5	4	3.5	4
4.45	inspeccionar tolva	2	1.5	1	1	2
4.46	armar escaleras para tolva	2.5	2	2	2	1.5
4.47	esperar enfriar escaleras	3	3.5	3	2.5	3
4.48	colocar escalera en tolva	2.5	2	2	2	1.5
4.49	soldar escalera	4	4.5	4	3.5	4
4.50	colocar canales viga sobre caballetes	4.5	4	4	4	3.5
4.51	armar canales, omegas y refuerzos sobre canales viga	6	6.5	6	5.5	6
4.52	equilibrar hoist antes de soldar	4.5	4	4	4	3.5
4.53	soldar hoist	11	11.5	11	10.5	11
4.54	esperar se enfríe hoist	7.5	7	7	7	6.5
4.55	traer de almacén pines y bocinas de puntales	2	2.5	2	1.5	2
4.56	armar pines y bocinas de puntales	4.5	4	4	4	3.5
4.57	soldar pines y bocinas de puntales	6	6.5	6	5.5	6
4.58	traer de almacén bocinas de cajón central para hoist	2.5	2	2	2	1.5
4.59	armar bocinas centrales en hoist	3	3.5	3	2.5	3
4.60	soldar bocinas centrales en hoist	4.5	4	4	4	3.5
4.61	esperar se enfríe hoist	2	2.5	2	1.5	2
4.62	traer de almacén pin y bocinas para armar estabilizador	2.5	2	2	2	1.5
4.63	armar estabilizador	2	1.5	2	2.5	2
4.64	soldar estabilizador	7.5	7	7	7	6.5
4.65	esperar se enfríe estabilizador	4	4.5	4	3.5	4
4.66	presentar tolva sobre hoist	3.5	3	3	3	2.5
4.67	inspeccionar asentamiento de tolva sobre hoist	2	2.5	2	1.5	2
4.68	desvastar hoist hasta que asiente bien la tolva	3.5	3	3	3	2.5
4.69	entregar tolva con hoist y estabilizador	2	2.5	2	1.5	2
4.70	Trasladar al almacén de tolvas y hoist	3.5	3	3	3	2.5

Sub-Proceso de Instalación de mecanismo

N°	Elementos	TIEMPOS OBSERVADOS (EN MINUTOS)				
		T1	T2	T3	T4	T5
5.1	Inspección de Hoist	2	2.5	2	1.5	2
5.2	traer de almacén tubos para puntales	2.5	2	2	2	1.5
5.3	Preparar tubos de puntales	4	4.5	4	3.5	4
5.4	soldar tubos de puntales	8.5	8	8	8	7.5
5.5	presentar tubos de puntales en hoist	1.5	2	1.5	1	1.5
5.6	armar tubos de puntales en hoist	4	4.5	4	3.5	4
5.7	soldar tubos de puntales en hoist	5.5	5	5	5	4.5
5.8	traer planchas de estabilizador del área corte y doblez	2	2.5	2	1.5	2
5.9	preparar soporte de estabilizador	4.5	4	4	4	3.5
5.10	presentar soporte de estabilizador en hoist	1	1.5	1.5	1.5	2
5.11	armar en hoist soporte de estabilizador	5.5	5	5	5	4.5
5.12	traer soporte de fin de carrera del área de habilitado	2	2.5	2	1.5	2
5.13	armar soporte de fin de carrera	4.5	4	4.5	5	4.5
5.14	soldar soporte de fin de carrera	5	5.5	5	4.5	5
5.15	presentar soporte de fin de carrera en hoist	2.5	2	2	2	1.5
5.16	armar soporte de fin de carrera en hoist	4	4.5	4.5	4.5	5
5.17	soldar soporte de fin de carrera en hoist	4.5	5	4.5	4	4.5
5.18	traer soporte de bisagra inferior del área de habilitado	2	2.5	2	1.5	2
5.19	presentar soporte de bisagra inferior en hoist	1.5	2	1.5	1	1.5
5.20	colocar soporte de bisagra inferior de piston en hoist	7	7.5	7	6.5	7
5.21	soldar soporte de bisagra inferior de piston en hoist	7.5	8	7.5	7	7.5
5.22	traer de almacén pin y bocina inferior de piston	2	1.5	2	2.5	2
5.23	desarmar pin y bocinas inferior de piston	1.5	1	1.5	2	1.5
5.24	armar pin y bocina inferior de piston en hoist	8	8.5	8	7.5	8
5.25	soldar pin y bocina inferior de piston en hoist	9.5	10	10	10	10.5
5.26	inspección de tolva	1	1.5	1.5	1.5	2
5.27	traer soporte de bisagra de cajon del área de habilitado	2.5	2	2	2	1.5
5.28	armar soporte de bisagra de cajon en hoist	11	11.5	11	10.5	11
5.29	soldar soporte de bisagra de cajon en hoist	9.5	9	9	9	8.5
5.30	traer pines y bocinas laterales de cajon de almacén	2	2.5	2	1.5	2
5.31	desarmar pines y bocinas de cajon	1.5	1	1.5	2	1.5
5.32	armar pines y bocinas de cajon en hoist	9	9.5	9	8.5	9
5.33	soldar pines y bocinas de cajon en hoist	8.5	9	9	9	9.5
5.34	traer canales de portafaro del área de corte y doblez	2	2.5	2	1.5	2
5.35	colocar canales de portafaro en tolva	4.5	5	5	5	5.5
5.36	soldar canales de portafaro en tolva	7.7	8.5	8.3	7.5	8
5.37	traer de almacén platina para porta escarpines	2.5	2	2	2	1.5
5.38	cortar platina para porta escarpines	2	2.5	2	1.5	2
5.39	colocar platina para porta escarpines en tolva	6.5	6	6	6	5.5
5.40	soldar platina porta escarpines en tolva	8	8.5	8	7.5	8
5.41	traer del área de granallado juegos de ganchos para mecanismo de tolvas	2.5	2	2	2	1.5
5.42	colocar soporte de ganchos en tolva	9	9.5	9	8.5	9
5.43	soldar soporte de gancho en tolva	10.5	10	10	10	9.5
5.44	traer de almacén pines de gancho de tolva	2	2.5	2	1.5	2
5.45	armar gancho de tolva con los pines	8.5	9	9	9	9.5
5.46	traer soporte de mariposa de resorte del área de corte y doblez	2	2.5	2	1.5	2
5.47	armar soporte mariposa de resorte en tolva	6.5	7	7	7	7.5
5.48	soldar soporte mariposa de resorte en tolva	7	7.5	7	6.5	7
5.49	traer resorte para tolva de almacén	2.5	2	2	2	1.5
5.50	colocar resorte en tolva	4	4.5	4	3.5	4
5.51	traer soporte de puntal del área de habilitado	2.5	2	2	2	1.5
5.52	colocar soporte de puntal en tolva	7	6.5	7	7.5	7
5.53	soldar soporte de puntal en tolva	7.5	8	8	8	8.5
5.54	traer de corte y doblez plancha de oreja de estabilizador	2	2.5	2	1.5	2
5.55	colocar oreja de estabilizador en tolva	7.5	7	7	7	6.5
5.56	soldar oreja de estabilizador en tolva	10	9	10	11	10
5.57	traer de ayudante de mecanismo portaescarpines delanteros	2.2	1.8	2	2.5	1.5
5.58	colocar portaescarpines delanteros	7	7.5	7	7	6.5
5.59	soldar portaescarpines delanteros	7.5	8	8	8.5	8
5.60	traer del área de granallado juegos de patines para mecanismo de tolvas	2	1.5	2	2	2.5
5.61	colocar soporte de patines de tolva	10	11	10	9	10
5.62	soldar soporte de patines de tolva	11	10	11	11	12
5.63	traer de almacén pines de patines de gancho	2	1.5	2	2.5	2
5.64	armar patines de tolva con los pines	7.5	7	7	7	6.5
5.65	traer canales de guías de cajon del área de corte y doblez	2	2.5	2	1.5	2
5.66	colocar canales de guía de cajon en tolva	5.5	5	5	5	4.5
5.67	soldar canales de guía de cajon en tolva	8	7.5	8	8.5	8
5.68	traer soporte de winche del área de habilitado	2	2.5	2	2	1.5
5.69	colocar soporte de winche en tolva	5	5.5	5	4.5	5
5.70	soldar soporte de winche en tolva	6.5	7	7	7	7.5
5.71	traer de almacén polea de winche	1	1.5	1.5	1.5	2
5.72	colocar polea en winche	3.5	3	3	3	2.5
5.73	traer portallanta del área de material habilitado	2	1.5	2	2.5	2
5.74	presentar portallanta en tolva	2.5	2	2	2	1.5
5.75	armar portallanta en tolva	9	9.5	9	8.5	9
5.76	soldar portallanta en tolva	12	11	12	13	12
5.77	traer pluma de ayudante de mecanismo	2	2.3	1.7	2.5	1.5
5.78	presentar pluma en tolva	2.5	2	2	2	1.5
5.79	colocar pluma en tolva	10	9	10	11	10
5.80	soldar pluma en tolva	12	11	12	13	12
5.81	traer soporte de piston superior de ayudante de mecanismo	2	1.5	1.5	2.5	2.5
5.82	presentar soporte de piston superior en tolva	2.5	2	2	2	1.5
5.83	colocar soporte de piston superior en tolva	12	6	9	6	12
5.84	soldar soporte de piston superior en tolva	10	9	10	11	10
5.85	traer de almacén pin y bocina superior de piston para tolva	2.5	2	2	2	1.5
5.86	colocar pin y bocina superior de piston en tolva	8	8.5	8	7.5	8
5.87	traer de almacén pines para yoke y yokes	2.5	2	2	2	1.5
5.88	traer de "almacén 2" barras de accionamiento	2	2.5	2	1.5	2
5.89	colocar yoke y pines para yoke	3.5	3	3	3	2.5
5.90	traer refuerzo de barra de accionamiento de ayudante de mecanismo	2.5	1.5	1.7	2.3	2
5.91	colocar refuerzo de barra de accionamiento	5	5.5	5	4.5	5
5.92	soldar refuerzo de barra de accionamiento	7.5	7	7	7	6.5
5.93	colocar y regular barra de accionamiento	9	9.5	9	8.5	9
5.94	traer topes de patines de ayudante de mecanismo	1.7	2.4	1.6	2.3	2
5.95	Colocar topes para patines en tolva	5.5	5	5	5	4.5
5.96	soldar topes para patines	8	7.5	8	8.5	8
5.97	inspeccionar cerrado de compuerta	4.5	5	4.5	4	4.5

Sub-Proceso de Granallado de tolva HD 450

N°	Elementos	TIEMPOS OBSERVADOS (EN MINUTOS)				
		T1	T2	T3	T4	T5
6.1	Buscar a montacarguista para traslado de hoist y tolva	1	1	2	2	1.5
6.2	esperar tolva y hoist	7.5	7	7.5	8	7.5
6.3	inspeccionar tolva y hoist	4	4.5	4	3.5	4
6.4	montar hoist en caballete con rueda en el área de granallado	4.5	4	4	4	3.5
6.5	traer granalla de almacén	7	7.5	7	6.5	7
6.6	abrir paquetes de granalla y hecharlo en el contenedor para su uso	6.5	6	6	6	5.5
6.7	encender luminaria del lugar	2	2.5	2	1.5	2
6.8	vestirse con epps para granallar	7.5	7	7.5	8	7.5
6.9	encender maquinaria de granallado	3	2.5	3	3.5	3
6.10	granallar hoist	70	65	70	75	70
6.11	Buscar a montacarguista para sacar el hoist y poner la tolva en el caballete ro	1	1.5	1.5	1.5	2
6.12	esperar a montacarguista para que haga el cambio	7.5	7	7.5	8	7.5
6.13	montar tolva en caballete con rueda en el área de granallado	7	7.5	7.5	7.5	8
6.14	granallar tolva	90	85	90	95	90
6.15	Buscar a montacarguista para sacar la tolva del área de granallado	1	2	1.75	1.25	1.5
6.16	esperar al montacarguista para que saque la tolva	7.5	7	7.5	8	7.5
6.17	barrer y recoger la granalla	20	18	20	22	20

Sub-Proceso de Pintado de tolva HD 450

N°	Elementos	TIEMPOS OBSERVADOS (EN MINUTOS)				
		T1	T2	T3	T4	T5
7.1	Inspección de hoist y tolva	2.5	3	3.5	3.5	2.5
7.2	Traer de almacén lija, sikamasilla, thinner, base anticorrosiva y esmalte	3.5	3.5	4.5	4.5	4
7.3	hechar sikamasilla a ciertas partes de la tolva que se requiera	53	56	55	54	57
7.4	lijar tolva donde se hechó sikamasilla	49	51	48	52	50
7.5	preparar la base anticorrosiva con thinner	14	15.5	15	14.5	16
7.6	recarga soplete para pintado	7	8	7.5	7.25	7.75
7.7	pintar hoist y tolva con base anticorrosiva	120	126	130	124	125
7.8	esperar secado de pintura base anticorrosiva	2870	2880	2888	2890	2872
7.9	inspección de secado de base anticorrosiva	2.5	2.75	3.25	3.5	3
7.10	preparar pintura esmalte con thinner	15	14	15.5	16	14.5
7.11	recargar soplete con esmalte	7	7.5	8	7.25	7.75
7.12	pintar tolva con esmalte	67	73	68	72	70
7.13	esperar secado de pintura esmalte	177	178	182	183	180
7.14	inspección de secado de esmalte	2.5	3	3.5	2.75	3.25

Sub-Proceso de Montaje de tolva HD 450

N°	Elementos	TIEMPOS OBSERVADOS (EN MINUTOS)				
		T1	T2	T3	T4	T5
8.1	Inspección de chasis	2	2.5	2	1.5	2
8.2	hacer mediciones para el ensamble de hoist	6.5	6	6	6	5.5
8.3	marcar puntos para perforación en chasis	4	4.5	4	3.5	4
8.4	perforar bastidor de chasis para emplacar	10	9	10	11	10
8.5	traer placas de amarre del área de habilitado	2	2.5	2	1.5	2
8.6	traer pernos para emplacar chasis con placas de amarre	1.5	2	2	2	2.5
8.7	emplacar placas de amarre con pernos	7	7.5	7	6.5	7
8.8	trasladar hoist del área de pintura al área de montaje	7.5	7	7.5	8	7.5
8.9	inspección de hoist	2	1.5	2	2.5	2
8.10	montar hoist en chasis	9.5	9	9	9	8.5
8.11	traer pernos de almacén para emplacar placas de amarre en hoist	2	2.5	2	1.5	2
8.12	emplacar hoist con placas de amarre	8.5	9	9	9	9.5
8.13	traer material de almacén para sistema neumático	6	6.5	6	5.5	6
8.14	instalar sistema neumático en chasis con hoist	9.5	9	9	9	8.5
8.15	traer material de almacén para sistema hidráulico	9	8.5	9	9.5	9
8.16	instalar sistema hidráulico en chasis y con hoist	8.5	9	9	9	9.5
8.17	traer material de almacén para sistema eléctrico	6	6.5	6	5.5	6
8.18	instalar sistema eléctrico en chasis	8.5	9	9	9	9.5
8.19	trasladar tolva del área de pintura al área de montaje	6	5.5	6	6.5	6
8.20	inspección de tolva	1.5	2	2	2	2.5
8.21	montar tolva sobre chasis	5.5	4.5	4.5	5.5	5
8.22	traer pernos para ensamblar pines de cajón en tolva	2.5	3	3	3	3.5
8.23	traer pernos para ensamblar estabilizador	3	3.5	3	2.5	3
8.24	colocar estabilizador	6.5	6	6.5	7	6.5
8.25	traer pernos de almacén para colocar accesorios	3	3.5	3	2.5	3
8.26	traer portafaro de almacén de material habilitado	2.5	2	2	2	1.5
8.27	colocar portafaro	3	2.5	3	3.5	3
8.28	traer porta cono de material habilitado	3.5	3	3	3	2.5
8.29	colocar portacono	3	3.5	3	2.5	3
8.30	traer escarpines de almacén	2.5	2	2	2	1.5
8.31	colocar escarpines	3	2.5	3	3.5	3
8.32	traer graseras de almacén	1.5	2	2	2	2.5
8.33	colocar graseras en todos los pines de tolva	4	4.5	4	3.5	4
8.34	traer grasa de rodaje de almacén	3.5	3	3	3	2.5
8.35	recargar en herramienta de engrase	3	3.5	3	2.5	3
8.36	engrasar en todas las graseras	7.5	7	7	7	6.5
8.37	realizar prueba de operatividad	6	6.5	6	5.5	6
8.38	inspección de tolva completa	3.5	3	3	3	2.5

Sub-Proceso de Acabado de tolva HD 450

N°		Elementos	TIEMPOS OBSERVADOS (EN MINUTOS)				
			T1	T2	T3	T4	T5
9.1	ACABADO EN CAMIÓN VOLQUETE	traslado de camión volquete del área de montaje al área de acabados	7.5	8	7.5	7	7.5
9.2		inspección de la unidad	3	3.5	3	2.5	3
9.3		traer material de acabado de almacén	4.5	4	4	4	3.5
9.4		preparar pintura esmalte con thinner para retoques	6	5.5	6	6.5	6
9.5		cubrir con periodico o plastico la cabina del camión	17.5	16	17.5	19	17.5
9.6		realizar retoques de pintura	64	61	64	67	64
9.7		pegar sticker de cinta reflectiva	8	8.5	8	7.5	8
9.8		pegar sticker de logo de la empresa	7.5	8	8	8	8.5
9.9		Trasladar unidad a zona de entrega	4	4.5	4	3.5	4

Sub-Proceso de Entrega de camión volquete

N°		Elementos	TIEMPOS OBSERVADOS (EN MINUTOS)				
			T1	T2	T3	T4	T5
10.1	ENTREGA DE CAMIÓN VOLQUETE	Informar a empresa carroceras sobre su unidad con tolva lista para entrega	1.5	1	1.5	2	1.5
10.2		entregar unidad a personal de empresa carroceras	14	12.5	12.5	12.5	11
10.3		realizar guia de entrega	3	3.5	3	2.5	3
10.4		firmar guia de entrega	1.5	2	1.5	1	1.5

Anexo 04: Suplementos de tiempo

dc	Descripción del Suplemento	Suplementos determinados
1	SUPLEMENTO POR DESCANSO	
	Suplementos por fatiga básica, para compensar energías, es una cantidad igual a 4%	4%
	Suplementos por necesidades personales, entre 5% y 7% dependiendo de la distancia y acceso a los servicios	5% a 7%
2	Suplementos variables por condiciones de trabajo son diferentes de las indicada	
	OTROS SUPLEMENTOS	
	Suplementos por contingencias o eventualidades que se sabe son inevitables, debe ser menor al 5%	menor a 5%
	Suplemento por política de la empresa, es una cantidad que puede ser añadida para que en circunstancias excepcionales, a un nivel definido de desempeño corresponda a un nivel satisfactorio de ganancias	
	Suplementos especiales, pueden concederse a actividades que normalmente no forman parte del ciclo de trabajo, pero sin las cuales este no podría efectuarse debidamente	

Anexo 05: Calculo de tiempo estándar

Sub-Proceso de Corte de plancha Estructural A36 y anti-abrasiva HD 450

N°	Elementos	TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN N (%)	TIEMPO BÁSICO	SUPLEMENTOS 13%	TIEMPO TIPO
2.1	Revisar material a cortar	0.75	100	0.75	0.10	0.85
2.2	separar operaciones de corte por máquina cizalla y corte por plasma	0.75	125	0.94	0.12	1.06
2.3	arrancar montacarga para que caliente	1.50	125	1.88	0.24	2.12
2.4	Buscar plancha sobrante de 6.0mm para usar en máquina cizalla para hoist	0.75	125	0.94	0.12	1.06
2.5	Trasladar 01 plancha de 6.0mm a máquina cizalla para canales de hoist	2.00	100	2.00	0.26	2.26
2.6	calibrar máquina antes de cortar	2.00	100	2.00	0.26	2.26
2.7	Medir longitud a cortar	0.75	75	0.56	0.07	0.64
2.8	Cortar plancha con cizalla	4.00	125	5.00	0.65	5.65
2.9	recoger material cortado	3.00	100	3.00	0.39	3.39
2.10	poner material cortado en parihuela de metal	3.00	100	3.00	0.39	3.39
2.11	Trasladar material cortado a almacén de partes para hoist	1.50	125	1.88	0.24	2.12
2.12	Buscar plancha sobrante de 8.0mm para usar en máquina cizalla para hoist	0.75	100	0.75	0.10	0.85
2.13	Trasladar 01 plancha de 8.0mm a máquina cizalla para canales de hoist	2.00	125	2.50	0.33	2.83
2.14	calibrar máquina antes de cortar	2.00	75	1.50	0.20	1.70
2.15	Medir longitud a cortar	0.75	100	0.75	0.10	0.85
2.16	Cortar plancha con cizalla	4.00	100	4.00	0.52	4.52
2.17	recoger material cortado	3.00	125	3.75	0.49	4.24
2.18	poner material cortado en parihuela de metal	3.00	125	3.75	0.49	4.24
2.19	Trasladar material cortado a almacén de partes para hoist	1.50	125	1.88	0.24	2.12
2.2	Buscar plancha sobrante de 9.0mm para usar en máquina cizalla para hoist	1.50	125	1.88	0.24	2.12
2.21	Trasladar 01 plancha de 9.0mm a máquina cizalla para canales de hoist	2.00	100	2.00	0.26	2.26
2.22	calibrar máquina antes de cortar	2.00	100	2.00	0.26	2.26
2.23	Medir longitud a cortar	1.50	100	1.50	0.20	1.70
2.24	Cortar plancha con cizalla	4.00	75	3.00	0.39	3.39
2.25	recoger material cortado	3.00	100	3.00	0.39	3.39
2.26	poner material cortado en parihuela de metal	3.00	100	3.00	0.39	3.39
2.27	Trasladar material cortado a almacén de partes para hoist	1.50	75	1.13	0.15	1.27
2.28	Revisar material a cortar por plasma	4.00	125	5.00	0.65	5.65
2.29	Revisar si se tiene nido en computadora de plasma	3.50	100	3.50	0.46	3.96
2.3	solicitar nido al área de ingeniería de Trujillo	0.75	125	0.94	0.12	1.06
2.31	esperar nido del área de ingeniería de Trujillo	3.00	125	3.75	0.49	4.24
2.32	copiar nido de USB a computador de plasma	2.00	125	2.50	0.33	2.83
2.33	Buscar sobrante de plancha ASMT A36 de 6.0mm para usar en máquina plasma	2.00	75	1.50	0.20	1.70
2.34	Trasladar 01 plancha ASMT A36 de 6.0mm a máquina plasma para canales de hoist	3.00	125	3.75	0.49	4.24
2.35	programar máquina antes de cortar	1.50	100	1.50	0.20	1.70
2.36	inspeccionar que máquina plasma corte adecuadamente	5.00	100	5.00	0.65	5.65
2.37	retirar material cortado	4.00	125	5.00	0.65	5.65
2.38	poner material cortado en parihuela de metal	2.50	100	2.50	0.33	2.83
2.39	Trasladar material cortado a almacén de partes para hoist	3.00	125	3.75	0.49	4.24
2.40	Buscar sobrante de plancha ASMT A36 de 3.0mm para usar en máquina plasma para tolva	2.00	75	1.50	0.20	1.70
2.41	Trasladar 01 plancha ASMT A36 de 3.0mm a máquina plasma para tolva	3.00	100	3.00	0.39	3.39
2.42	programar máquina antes de cortar	1.50	125	1.88	0.24	2.12
2.43	inspeccionar que máquina plasma corte adecuadamente	5.00	100	5.00	0.65	5.65
2.44	retirar material cortado	4.00	100	4.00	0.52	4.52
2.45	poner material cortado en parihuela de metal	2.50	100	2.50	0.33	2.83
2.46	Trasladar material cortado a almacén de partes para tolva	3.00	125	3.75	0.49	4.24
2.47	Buscar sobrante de plancha ASMT A36 de 4.0mm para usar en máquina plasma para tolva	2.00	75	1.50	0.20	1.70
2.48	Trasladar 01 plancha ASMT A36 de 4.0mm a máquina plasma para tolva	3.00	100	3.00	0.39	3.39
2.49	programar máquina antes de cortar	1.50	100	1.50	0.20	1.70
2.5	inspeccionar que máquina plasma corte adecuadamente	5.00	125	6.25	0.81	7.06
2.51	retirar material cortado	4.00	125	5.00	0.65	5.65
2.52	poner material cortado en parihuela de metal	2.50	125	3.13	0.41	3.53
2.53	Trasladar material cortado a almacén de partes para tolva	3.00	125	3.75	0.49	4.24
2.54	Buscar sobrante de plancha ASMT A36 de 4.5mm para usar en máquina plasma para tolva	2.00	100	2.00	0.26	2.26
2.55	Trasladar 01 plancha ASMT A36 de 4.5mm a máquina plasma para tolva	3.00	100	3.00	0.39	3.39
2.56	programar máquina antes de cortar	1.50	100	1.50	0.20	1.70
2.57	inspeccionar que máquina plasma corte adecuadamente	5.00	125	6.25	0.81	7.06
2.58	retirar material cortado	4.00	100	4.00	0.52	4.52
2.59	poner material cortado en parihuela de metal	2.50	100	2.50	0.33	2.83
2.6	Trasladar material cortado a almacén de partes para tolva	3.00	125	3.75	0.49	4.24
2.61	Buscar sobrante de plancha ASMT A36 de 19mm para usar en máquina plasma para tolva	2.00	100	2.00	0.26	2.26
2.62	Trasladar 01 plancha ASMT A36 de 19mm a máquina plasma para tolva	3.00	125	3.75	0.49	4.24
2.63	programar máquina antes de cortar	1.50	75	1.13	0.15	1.27
2.64	inspeccionar que máquina plasma corte adecuadamente	5.00	100	5.00	0.65	5.65
2.65	retirar material cortado	4.00	100	4.00	0.52	4.52
2.66	poner material cortado en parihuela de metal	2.50	100	2.50	0.33	2.83
2.67	Trasladar material cortado a almacén de partes para tolva	3.00	125	3.75	0.49	4.24
2.68	Buscar plancha hardox 450 sobrante para cortar partes de tolva	2.00	100	2.00	0.26	2.26
2.69	Trasladar 01 plancha hardox a máquina plasma para partes de tolva	3.00	100	3.00	0.39	3.39
2.70	programar máquina antes de cortar	1.50	100	1.50	0.20	1.70
2.71	inspeccionar que máquina plasma corte adecuadamente	5.00	125	6.25	0.81	7.06
2.72	retirar material cortado	4.00	125	5.00	0.65	5.65
2.73	poner material cortado en parihuela de metal	2.50	100	2.50	0.33	2.83
2.74	Trasladar material cortado a almacén de partes para tolva	3.00	100	3.00	0.39	3.39
				TIEMPO DE CICLO (MINUTOS)		238.57

Sub-Proceso de dobles de plancha Estructural A36 y anti-abrasiva HD 450

N°	Elementos	TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN (%)	TIEMPO BÁSICO	SUPLEMENTOS 13%	TIEMPO TIPO
3.1	Revisar material a doblar	1.00	100	1.00	0.13	1.13
3.2	separar operaciones de dobles por tamaño de plegadora	0.75	100	0.75	0.10	0.85
3.3	trasladar material cortado a máquina plegadora mediana para canales	2.00	100	2.00	0.26	2.26
3.4	calibrar máquina para doblar canales	2.00	100	2.00	0.26	2.26
3.5	Medir longitud a doblar de la pieza	0.75	100	0.75	0.10	0.85
3.6	operar máquina plegadora para el dobles solicitado	5.00	100	5.00	0.65	5.65
3.7	retirar canales sobre tacos de madera	3.00	125	3.75	0.49	4.24
3.8	trasladar canales al almacén	3.00	125	3.75	0.49	4.24
3.9	trasladar material cortado a máquina plegadora mediana para omegas	2.00	100	2.00	0.26	2.26
3.10	calibrar máquina para doblar omegas	2.00	100	2.00	0.26	2.26
3.11	Medir longitud a doblar de la pieza	0.75	125	0.94	0.12	1.06
3.12	operar máquina plegadora para el dobles solicitado	5.00	100	5.00	0.65	5.65
3.13	retirar omegas sobre tacos de madera	3.00	125	3.75	0.49	4.24
3.14	trasladar omegas al almacén	3.00	100	3.00	0.39	3.39
3.15	trasladar material cortado a máquina plegadora mediana para tipo "G"	2.00	125	2.50	0.33	2.83
3.16	calibrar máquina para doblar tipo "G"	2.00	100	2.00	0.26	2.26
3.17	Medir longitud a doblar de la pieza	0.75	100	0.75	0.10	0.85
3.18	operar máquina plegadora para el dobles solicitado	5.00	100	5.00	0.65	5.65
3.19	retirar tipo "G" sobre tacos de madera	3.00	125	3.75	0.49	4.24
3.20	trasladar tipo "G" al almacén	3.00	100	3.00	0.39	3.39
3.21	Trasladar material hardox a máquina plegadora grande para piso de tolva	2.00	125	2.50	0.33	2.83
3.22	calibrar máquina para doblar piso de tolva	6.00	100	6.00	0.78	6.78
3.23	doblar piso de tolva	3.00	125	3.75	0.49	4.24
3.24	retirar piso de tolva doblado con montacarga	2.00	125	2.50	0.33	2.83
3.25	Trasladar material hardox a máquina plegadora grande para laterales de tolva	2.00	125	2.50	0.33	2.83
3.26	calibrar máquina para doblar laterales de tolva	6.00	75	4.50	0.59	5.09
3.27	doblar laterales de tolva	3.00	100	3.00	0.39	3.39
3.28	retirar laterales de tolva doblado con montacarga	2.00	100	2.00	0.26	2.26
3.29	Trasladar material hardox a máquina plegadora grande para frontal de tolva	2.00	100	2.00	0.26	2.26
3.30	calibrar máquina para doblar frontal de tolva	6.00	100	6.00	0.78	6.78
3.31	doblar frontal de tolva	3.00	125	3.75	0.49	4.24
3.32	retirar frontal de tolva doblado con montacarga	2.00	125	2.50	0.33	2.83
3.33	Trasladar material hardox a máquina plegadora grande para compuerta de tolva	2.00	100	2.00	0.26	2.26
3.34	calibrar máquina para doblar compuerta de tolva	6.00	100	6.00	0.78	6.78
3.35	doblar compuerta de tolva	3.00	100	3.00	0.39	3.39
3.36	retirar compuerta de tolva doblado con montacarga	2.00	125	2.50	0.33	2.83
		TIEMPO DE CICLO (MINUTOS)				121.12

Sub-Proceso de Armado de tolva HD 450

N°	Elementos	TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN (%)	TIEMPO BÁSICO	SUPLEMENTOS 13%	TIEMPO TIPO
4.1	trasladar material de tolva al área de armado	3.00	100	3.00	0.39	3.39
4.2	inspeccionar medidas del material a usarse	2.00	125	2.50	0.33	2.83
4.3	colocar piso de tolva boca abajo	4.00	125	5.00	0.65	5.65
4.4	Equilibrar piso de tolva boca abajo	3.00	125	3.75	0.49	4.24
4.5	armar piso de tolva con canales omegas y refuerzos	7.00	125	8.75	1.14	9.89
4.6	soldar piso de tolva	15.00	75	11.25	1.46	12.71
4.7	esperar se enfrie el piso de tolva	15.00	125	18.75	2.44	21.19
4.8	voltear piso de tolva boca arriba	4.00	100	4.00	0.52	4.52
4.9	colocar frontal de tolva boca abajo	4.00	100	4.00	0.52	4.52
4.10	Equilibrar frontal de tolva boca abajo	3.00	100	3.00	0.39	3.39
4.11	armar frontal de tolva con canales omegas y refuerzos	6.00	100	6.00	0.78	6.78
4.12	soldar frontal de tolva	10.00	100	10.00	1.30	11.30
4.13	esperar se enfrie frontal de tolva	7.50	125	9.38	1.22	10.59
4.14	presentar frontal de tolva para el ensamble	6.00	100	6.00	0.78	6.78
4.15	desvestiar partes sobresalientes	7.00	100	7.00	0.91	7.91
4.16	ensamblar piso de tolva con el frontal	6.00	125	7.50	0.98	8.48
4.17	equilibrar piso de tolva con frontal	3.00	100	3.00	0.39	3.39
4.18	soldar piso de tolva con frontal	10.00	100	10.00	1.30	11.30
4.19	esperar se enfrie piso de tolva con frontal	15.00	125	18.75	2.44	21.19
4.20	colocar laterales de tolva boca abajo	6.00	75	4.50	0.59	5.09
4.21	Equilibrar laterales de tolva boca abajo	3.00	100	3.00	0.39	3.39
4.22	armar laterales de tolva con canales omegas y refuerzos	4.50	100	4.50	0.59	5.09
4.23	soldar laterales de tolva	15.00	100	15.00	1.95	16.95
4.24	esperar se enfrie laterales de tolva	7.50	125	9.38	1.22	10.59
4.25	presentar laterales de tolva para el ensamble	3.00	125	3.75	0.49	4.24
4.26	desvestiar partes sobresalientes	6.00	100	6.00	0.78	6.78
4.27	ensamblar piso de tolva y frontal con laterales de tolva	6.00	100	6.00	0.78	6.78
4.28	soldar piso de tolva y frontal con laterales de tolva	7.00	100	7.00	0.91	7.91
4.29	esperar se enfrie piso de tolva y frontal con laterales de tolva	7.50	125	9.38	1.22	10.59
4.30	colocar compuerta de tolva boca abajo	4.00	75	3.00	0.39	3.39
4.31	Equilibrar compuerta de tolva boca abajo	3.00	75	2.25	0.29	2.54
4.32	armar compuerta de tolva con canales omegas y refuerzos	6.00	125	7.50	0.98	8.48
4.33	soldar compuerta de tolva	11.00	125	13.75	1.79	15.54
4.34	esperar se enfrie compuerta de tolva	7.50	100	7.50	0.98	8.48
4.35	traer de almacén bisagras de compuerta estándar	3.00	100	3.00	0.39	3.39
4.36	armar bisagra de compuerta estándar	3.00	100	3.00	0.39	3.39
4.37	soldar bisagra de compuerta estándar	5.00	125	6.25	0.81	7.06
4.38	esperar se enfrie compuerta estándar	7.50	100	7.50	0.98	8.48
4.39	presentar compuerta de tolva para el ensamble	1.50	125	1.88	0.24	2.12
4.40	desvestiar partes sobresalientes	3.00	100	3.00	0.39	3.39
4.41	ensamblar compuerta de tolva	4.00	125	5.00	0.65	5.65
4.42	soldar compuerta de tolva	7.00	75	5.25	0.68	5.93
4.43	inspeccionar el sellado de compuerta de tolva	2.00	100	2.00	0.26	2.26
4.44	desvestiar partes sobresalientes y verificar el sellado de la compuerta	4.00	100	4.00	0.52	4.52
4.45	inspeccionar tolva	1.50	100	1.50	0.20	1.70
4.46	armar escaleras para tolva	2.00	100	2.00	0.26	2.26
4.47	esperar enfriar escaleras	3.00	100	3.00	0.39	3.39
4.48	colocar escalera en tolva	2.00	125	2.50	0.33	2.83
4.49	soldar escalera	4.00	125	5.00	0.65	5.65
4.50	colocar canales viga sobre caballetes	4.00	100	4.00	0.52	4.52
4.51	armar canales, omegas y refuerzos sobre canales viga	6.00	100	6.00	0.78	6.78
4.52	equilibrar hoist antes de soldar	4.00	125	5.00	0.65	5.65
4.53	soldar hoist	11.00	100	11.00	1.43	12.43
4.54	esperar se enfrie hoist	7.00	75	5.25	0.68	5.93
4.55	traer de almacén pines y bocinas de puntales	2.00	100	2.00	0.26	2.26
4.56	armar pines y bocinas de puntales	4.00	100	4.00	0.52	4.52
4.57	soldar pines y bocinas de puntales	6.00	100	6.00	0.78	6.78
4.58	traer de almacén bocinas de cajón central para hoist	2.00	125	2.50	0.33	2.83
4.59	armar bocinas centrales en hoist	3.00	125	3.75	0.49	4.24
4.60	soldar bocinas centrales en hoist	4.00	125	5.00	0.65	5.65
4.61	esperar se enfrie hoist	2.00	75	1.50	0.20	1.70
4.62	traer de almacén pin y bocinas para armar estabilizador	2.00	100	2.00	0.26	2.26
4.63	armar estabilizador	2.00	100	2.00	0.26	2.26
4.64	soldar estabilizador	7.00	100	7.00	0.91	7.91
4.65	esperar se enfrie estabilizador	4.00	100	4.00	0.52	4.52
4.66	presentar tolva sobre hoist	3.00	125	3.75	0.49	4.24
4.67	inspeccionar asentamiento de tolva sobre hoist	2.00	100	2.00	0.26	2.26
4.68	desvestiar hoist hasta que asiente bien la tolva	3.00	100	3.00	0.39	3.39
4.69	entregar tolva con hoist y estabilizador	2.00	125	2.50	0.33	2.83
4.70	Trasladar al almacén de tolvas y hoist	3.00	100	3.00	0.39	3.39
TIEMPO DE CICLO (MINUTOS)						434.20

Sub-Proceso de Instalación de mecanismo de tolva

N°	Elementos	TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN (%)	TIEMPO BÁSICO	SUPLEMENTOS 13%	TIEMPO TIPO
5.1	Inspección de Hoist	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.2	traer de almacén tubos para puntales	2.00	125	2.50	0.33	2.83
5.3	Preparar tubos de puntales	4.00	75	3.00	0.39	3.39
5.4	soldar tubos de puntales	8.00	100	8.00	1.04	9.04
5.5	presentar tubos de puntales en hoist	1.50	100	1.50	0.20	1.70
5.6	armar tubos de puntales en hoist	4.00	100	4.00	0.52	4.52
5.7	soldar tubos de puntales en hoist	5.00	125	6.25	0.81	7.06
5.8	traer planchas de estabilizador del área corte y doblez	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.9	preparar soporte de estabilizador	4.00	100	4.00	0.52	4.52
5.10	presentar soporte de estabilizador en hoist	1.50	100	1.50	0.20	1.70
5.11	armar en hoist soporte de estabilizador	5.00	100	5.00	0.65	5.65
5.12	traer soporte de fin de carrera del área de habilitado	2.00	125	2.50	0.33	2.83
5.13	armar soporte de fin de carrera	4.50	125	5.63	0.73	6.36
5.14	soldar soporte de fin de carrera	5.00	125	6.25	0.81	7.06
5.15	presentar soporte de fin de carrera en hoist	2.00	125	2.50	0.33	2.83
5.16	armar soporte de fin de carrera en hoist	4.50	100	4.50	0.59	5.09
5.17	soldar soporte de fin de carrera en hoist	4.50	125	5.63	0.73	6.36
5.18	traer soporte de bisagra inferior del área de habilitado	2.00	125	2.50	0.33	2.83
5.19	presentar soporte de bisagra inferior en hoist	1.50	125	1.88	0.24	2.12
5.20	colocar soporte de bisagra inferior de piston en hoist	7.00	75	5.25	0.68	5.93
5.21	soldar soporte de bisagra inferior de piston en hoist	7.50	100	7.50	0.98	8.48
5.22	traer de almacén pin y bocina inferior de piston	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.23	desarmar pin y bocinas inferior de piston	1.50	125	1.88	0.24	2.12
5.24	armar pin y bocina inferior de piston en hoist	8.00	100	8.00	1.04	9.04
5.25	soldar pin y bocina inferior de piston en hoist	10.00	100	10.00	1.30	11.30
5.26	Inspección de tolva	1.50	125	1.88	0.24	2.12
5.27	traer soporte de bisagra de cajón del área de habilitado	2.00	75	1.50	0.20	1.70
5.28	armar soporte de bisagra de cajón en hoist	11.00	100	11.00	1.43	12.43
5.29	soldar soporte de bisagra de cajón en hoist	9.00	100	9.00	1.17	10.17
5.30	traer pines y bocinas laterales de cajón de almacén	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.31	desarmar pines y bocinas de cajón	1.50	125	1.88	0.24	2.12
5.32	armar pines y bocinas de cajón en hoist	9.00	100	9.00	1.17	10.17
5.33	soldar pines y bocinas de cajón en hoist	9.00	100	9.00	1.17	10.17
5.34	traer canales de portafaro del área de corte y doblez	2.00	125	2.50	0.33	2.83
5.35	colocar canales de portafaro en tolva	5.00	125	6.25	0.81	7.06
5.36	soldar canales de portafaro en tolva	8.00	100	8.00	1.04	9.04
5.37	traer de almacén platina para porta escarpines	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.38	cortar platina para porta escarpines	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.39	colocar platina para porta escarpines en tolva	6.00	125	7.50	0.98	8.48
5.40	soldar platina porta escarpines en tolva	8.00	100	8.00	1.04	9.04
5.41	traer del área de granallado juegos de ganchos para mecanismo de tolvas	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.42	colocar soporte de ganchos en tolva	9.00	100	9.00	1.17	10.17
5.43	soldar soporte de gancho en tolva	10.00	125	12.50	1.63	14.13
5.44	traer de almacén pines de gancho de tolva	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.45	armar gancho de tolva con los pines	9.00	100	9.00	1.17	10.17
5.46	traer soporte de mariposa de resorte del área de corte y doblez	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.47	armar soporte mariposa de resorte en tolva	7.00	125	8.75	1.14	9.89
5.48	soldar soporte mariposa de resorte en tolva	7.00	125	8.75	1.14	9.89
5.49	traer resorte para tolva de almacén	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.50	colocar resorte en tolva	4.00	125	5.00	0.65	5.65
5.51	traer soporte de puntal del área de habilitado	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.52	colocar soporte de puntal en tolva	7.00	125	8.75	1.14	9.89
5.53	soldar soporte de puntal en tolva	8.00	75	6.00	0.78	6.78
5.54	traer de corte y doblez plancha de oreja de estabilizador	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.55	colocar oreja de estabilizador en tolva	7.00	100	7.00	0.91	7.91
5.56	soldar oreja de estabilizador en tolva	10.00	75	7.50	0.98	8.48
5.57	traer de ayudante de mecanismo portaesarpines delanteros	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.58	colocar portaesarpines delanteros	7.00	100	7.00	0.91	7.91
5.59	soldar portaesarpines delanteros	8.00	100	8.00	1.04	9.04
5.60	traer del área de granallado juegos de patines para mecanismo de tolvas	2.00	125	2.50	0.33	2.83
5.61	colocar soporte de patines de tolva	10.00	125	12.50	1.63	14.13
5.62	soldar soporte de patines de tolva	11.00	100	11.00	1.43	12.43
5.63	traer de almacén pines de patines de gancho	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.64	armar patines de tolva con los pines	7.00	100	7.00	0.91	7.91
5.65	traer canales de guías de cajón del área de corte y doblez	2.00	125	2.50	0.33	2.83
5.66	colocar canales de guía de cajón en tolva	5.00	100	5.00	0.65	5.65
5.67	soldar canales de guía de cajón en tolva	8.00	100	8.00	1.04	9.04
5.68	traer soporte de winche del área de habilitado	2.00	125	2.50	0.33	2.83
5.69	colocar soporte de winche en tolva	5.00	100	5.00	0.65	5.65
5.70	soldar soporte de winche en tolva	7.00	100	7.00	0.91	7.91
5.71	traer de almacén polea de winche	1.50	100	1.50	0.20	1.70
5.72	colocar polea en winche	3.00	100	3.00	0.39	3.39
5.73	traer portallanta del área de material habilitado	2.00	125	2.50	0.33	2.83
5.74	presentar portallanta en tolva	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.75	armar portallanta en tolva	9.00	100	9.00	1.17	10.17
5.76	soldar portallanta en tolva	12.00	125	15.00	1.95	16.95
5.77	traer pluma de ayudante de mecanismo	2.00	125	2.50	0.33	2.83
5.78	presentar pluma en tolva	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.79	colocar pluma en tolva	10.00	125	12.50	1.63	14.13
5.80	soldar pluma en tolva	12.00	100	12.00	1.56	13.56
5.81	traer soporte de piston superior de ayudante de mecanismo	2.00	75	1.50	0.20	1.70
5.82	presentar soporte de piston superior en tolva	2.00	125	2.50	0.33	2.83
5.83	colocar soporte de piston superior en tolva	9.00	125	11.25	1.46	12.71
5.84	soldar soporte de piston superior en tolva	10.00	100	10.00	1.30	11.30
5.85	traer de almacén pin y bocina superior de piston para tolva	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.86	colocar pin y bocina superior de piston en tolva	8.00	100	8.00	1.04	9.04
5.87	traer de almacén pines para yoke y yokes	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.88	traer de "almacén 2" barras de accionamiento	2.00	125	2.50	0.33	2.83
5.89	colocar yoke y pines para yoke	3.00	100	3.00	0.39	3.39
5.90	traer refuerzo de barra de accionamiento de ayudante de mecanismo	2.00	100	2.00	0.26	2.26
5.91	colocar refuerzo de barra de accionamiento	5.00	125	6.25	0.81	7.06
5.92	soldar refuerzo de barra de accionamiento	7.00	100	7.00	0.91	7.91
5.93	colocar y regular barra de accionamiento	9.00	125	11.25	1.46	12.71
5.94	traer topes de patines de ayudante de mecanismo	2.00	125	2.50	0.33	2.83
5.95	Colocar topes para patines en tolva	5.00	100	5.00	0.65	5.65
5.96	soldar topes para patines	8.00	100	8.00	1.04	9.04
5.97	Inspeccionar cerrado de compuerta	4.50	100	4.50	0.59	5.09
		TIEMPO DE CICLO (MINUTOS)				581.67

Sub-Proceso de Montaje de tolva HD 450

N°	Elementos	TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN N (%)	TIEMPO BÁSICO	SUPLEMENTOS 13%	TIEMPO TIPO
8.1	inspección de chasis	2.00	100	2.00	0.26	2.26
8.2	hacer mediciones para el ensamble de hoist	6.00	100	6.00	0.78	6.78
8.3	marcar puntos para perforación en chasis	4.00	125	5.00	0.65	5.65
8.4	perforar bastidor de chasis para emplacar	10.00	75	7.50	0.98	8.48
8.5	traer placas de amarre del área de habilitado	2.00	100	2.00	0.26	2.26
8.6	traer pernos para emplacar chasis con placas de amarre	2.00	100	2.00	0.26	2.26
8.7	emplacar placas de amarre con pernos	7.00	100	7.00	0.91	7.91
8.8	trasladar hoist del área de pintura al área de montaje	7.50	100	7.50	0.98	8.48
8.9	inspección de hoist	2.00	125	2.50	0.33	2.83
8.10	montar hoist en chasis	9.00	100	9.00	1.17	10.17
8.11	traer pernos de almacén para emplacar placas de amarre en hoist	2.00	100	2.00	0.26	2.26
8.12	emplacar hoist con placas de amarre	9.00	100	9.00	1.17	10.17
8.13	traer material de almacén para sistema neumático	6.00	100	6.00	0.78	6.78
8.14	instalar sistema neumático en chasis con hoist	9.00	125	11.25	1.46	12.71
8.15	traer material de almacén para sistema hidráulico	9.00	100	9.00	1.17	10.17
8.16	instalar sistema hidráulico en chasis y con hoist	9.00	100	9.00	1.17	10.17
8.17	traer material de almacén para sistema eléctrico	6.00	75	4.50	0.59	5.09
8.18	instalar sistema eléctrico en chasis	9.00	100	9.00	1.17	10.17
8.19	trasladar tolva del área de pintura al área de montaje	6.00	100	6.00	0.78	6.78
8.20	inspección de tolva	2.00	100	2.00	0.26	2.26
8.21	montar tolva sobre chasis	5.00	75	3.75	0.49	4.24
8.22	traer pernos para ensamblar pines de cajón en tolva	3.00	125	3.75	0.49	4.24
8.23	traer pernos para ensamblar estabilizador	3.00	125	3.75	0.49	4.24
8.24	colocar estabilizador	6.50	100	6.50	0.85	7.35
8.25	traer pernos de almacén para colocar accesorios	3.00	100	3.00	0.39	3.39
8.26	traer portafaro de almacén de material habilitado	2.00	100	2.00	0.26	2.26
8.27	colocar portafaro	3.00	100	3.00	0.39	3.39
8.28	traer porta cono de material habilitado	3.00	125	3.75	0.49	4.24
8.29	colocar portacono	3.00	100	3.00	0.39	3.39
8.30	traer escarpines de almacén	2.00	100	2.00	0.26	2.26
8.31	colocar escarpines	3.00	125	3.75	0.49	4.24
8.32	traer graseras de almacén	2.00	100	2.00	0.26	2.26
8.33	colocar graseras en todos los pines de tolva	4.00	100	4.00	0.52	4.52
8.34	traer grasa de rodaje de almacén	3.00	125	3.75	0.49	4.24
8.35	recargar en herramienta de engrase	3.00	100	3.00	0.39	3.39
8.36	engrasar en todas las graseras	7.00	100	7.00	0.91	7.91
8.37	realizar prueba de operatividad	6.00	100	6.00	0.78	6.78
8.38	inspección de tolva completa	3.00	100	3.00	0.39	3.39
		TIEMPO DE CICLO (MINUTOS)				209.33

Anexo 06: Matriz de solución

MATRIZ DE SOLUCIÓN								
ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPOS	UND DE MEDIDA	SISTEMA ACTUAL	TIEMPOS	UND DE MEDIDA	SISTEMA MEJORADO	Solución
2.2.4	Buscar plancha sobrante de 6.0mm para usar en máquina cizalla para hoist	0.75	min	El colaborador busca retazos de plancha para reusarse en el desorden	0.00	min	El colaborador busca retazos de plancha en un estante de planchas clasificadas	Metodología 5S
2.2.11	Trasladar material cortado a almacén de partes para hoist	1.50	min	Almacén de partes para hoist desordenado, se pierde tiempo en almacenar	0.50	min	Estante de partes, de fácil movimiento para montacarguista	Metodología 5S
2.2.12	Buscar plancha sobrante de 8.0mm para usar en máquina cizalla para hoist	0.75	min	El colaborador busca retazos de plancha para reusarse en el desorden	0.00	min	El colaborador busca retazos de plancha en un estante de planchas clasificadas	Metodología 5S
2.2.19	Trasladar material cortado a almacén de partes para hoist	1.50	min	Almacén de partes para hoist desordenado, se pierde tiempo en almacenar	0.50	min	Estante de partes, de fácil movimiento para montacarguista	Metodología 5S
2.2.20	Buscar plancha sobrante de 9.0mm para usar en máquina cizalla para hoist	1.50	min	El colaborador busca retazos de plancha para reusarse en el desorden	0.00	min	El colaborador busca retazos de plancha en un estante de planchas clasificadas	Metodología 5S
2.2.27	Trasladar material cortado a almacén de partes para hoist	1.50	min	Almacén de partes para hoist desordenado, se pierde tiempo en almacenar	0.50	min	Estante de partes, de fácil movimiento para montacarguista	Estandarización
2.2.31	esperar nido del área de Ingeniería de Trujillo	3.00	min	Área de Ingeniería de Trujillo se demora, no lo pueden hacer rápido	0.00	min	Enviar con anticipación nidos faltantes	Metodología 5S
2.2.33	Buscar sobrante de plancha ASMT A36 de 6.0mm para usar en máquina plasma	2.00	min	El colaborador busca retazos de plancha para reusarse en el desorden	0.00	min	El colaborador busca retazos de plancha en un estante de planchas clasificadas	Metodología 5S
2.2.34	Trasladar O1 plancha ASMT A36 de 6.0mm a máquina plasma para canales de hoist	3.00	min	demora al trasladar plancha por desorden de almacenaje	0.50	min	Se clasifica el orden de almacenaje de planchas	Metodología 5S
2.2.39	Trasladar material cortado a almacén de partes para hoist	3.00	min	Almacén de partes para hoist desordenado, se pierde tiempo en almacenar	0.50	min	Estante de partes, de fácil movimiento para montacarguista	Metodología 5S
2.2.39	Buscar sobrante de plancha ASMT A36 de 3.0mm para usar en máquina plasma para tolva	2.00	min	El colaborador busca retazos de plancha para reusarse en el desorden	0.00	min	El colaborador busca retazos de plancha en un estante de planchas clasificadas	Metodología 5S
2.2.40	Trasladar material cortado a almacén de partes para tolva	3.00	min	Almacén de partes para hoist desordenado, se pierde tiempo en almacenar	0.50	min	Estante de partes, de fácil movimiento para montacarguista	Metodología 5S
2.2.47	Buscar sobrante de plancha ASMT A36 de 4.0mm para usar en máquina plasma para tolva	2.00	min	El colaborador busca retazos de plancha para reusarse en el desorden	0.00	min	El colaborador busca retazos de plancha en un estante de planchas clasificadas	Metodología 5S
2.2.53	Trasladar material cortado a almacén de partes para tolva	3.00	min	Almacén de partes para hoist desordenado, se pierde tiempo en almacenar	5.00	min	Estante de partes, de fácil movimiento para montacarguista	Metodología 5S
2.2.54	Buscar sobrante de plancha ASMT A36 de 4.5mm para usar en máquina plasma para tolva	2	min	El colaborador busca retazos de plancha para reusarse en el desorden	0.00	min	El colaborador busca retazos de plancha en un estante de planchas clasificadas	Metodología 5S
2.2.60	Trasladar material cortado a almacén de partes para tolva	3	min	Almacén de partes para hoist desordenado, se pierde tiempo en almacenar	0.50	min	Estante de partes, de fácil movimiento para montacarguista	Metodología 5S
2.2.61	Buscar sobrante de plancha ASMT A36 de 19mm para usar en máquina plasma para tolva	2	min	El colaborador busca retazos de plancha para reusarse en el desorden	0.00	min	El colaborador busca retazos de plancha en un estante de planchas clasificadas	Metodología 5S
2.2.67	Trasladar material cortado a almacén de partes para tolva	3	min	Almacén de partes para hoist desordenado, se pierde tiempo en almacenar	0.50	min	Estante de partes, de fácil movimiento para montacarguista	Metodología 5S
2.2.68	Buscar plancha hardox 450 sobrante para cortar partes de tolva	2	min	El colaborador busca retazos de plancha para reusarse en el desorden	0.00	min	El colaborador busca retazos de plancha en un estante de planchas clasificadas	Metodología 5S
2.2.74	Trasladar material cortado a almacén de partes para tolva	3	min	Almacén de partes para hoist desordenado, se pierde tiempo en almacenar	0.50	min	Estante de partes, de fácil movimiento para montacarguista	Metodología 5S
2.3.3	trasladar material cortado a máquina plegadora mediana para canales	2	min	el material cortado no está clasificado para usar, desorden	1.00	min	se clasifica y se ordena por plegadora y proceso	Metodología 5S
2.3.9	trasladar material cortado a máquina plegadora mediana para omegas	2	min	el material cortado no está clasificado para usar, desorden	1.00	min	se clasifica y se ordena por plegadora y proceso	Metodología 5S
2.3.15	trasladar material cortado a máquina plegadora mediana para tipo "G"	2	min	el material cortado no está clasificado para usar, desorden	1.00	min	se clasifica y se ordena por plegadora y proceso	Metodología 5S
2.3.21	Trasladar material hardox a máquina plegadora grande para piso de tolva	2	min	el material cortado no está clasificado para usar, desorden	1.00	min	se clasifica y se ordena por plegadora y proceso	Metodología 5S
2.4.7	esperar se enfríe el piso de tolva	15	min	se desperdicia tiempo por metodo de trabajo	0.00	min	se mejora el metodo de trabajo	Estandarización
2.4.13	esperar se enfríe frontal de tolva	7.5	min	se desperdicia tiempo por metodo de trabajo	0.00	min	se mejora el metodo de trabajo	Estandarización
2.4.19	esperar se enfríe piso de tolva con frontal	15	min	se desperdicia tiempo por metodo de trabajo	0.00	min	se mejora el metodo de trabajo	Estandarización
2.4.24	esperar se enfríe laterales de tolva	7.5	min	se desperdicia tiempo por metodo de trabajo	0.00	min	se mejora el metodo de trabajo	Estandarización
2.4.29	esperar se enfríe piso de tolva y frontal con laterales de tolva	7.5	min	se desperdicia tiempo por metodo de trabajo	0.00	min	se mejora el metodo de trabajo	Estandarización
2.4.34	esperar se enfríe compuerta de tolva	7.5	min	se desperdicia tiempo por metodo de trabajo	0.00	min	se mejora el metodo de trabajo	Estandarización
2.4.38	esperar se enfríe compuerta estándar de tolva	7.5	min	se desperdicia tiempo por metodo de trabajo	0.00	min	se mejora el metodo de trabajo	Estandarización
2.4.47	esperar enfriar escaleras	3	min	se desperdicia tiempo por metodo de trabajo	0.00	min	se mejora el metodo de trabajo	Estandarización
2.4.54	esperar se enfríe hoist	7	min	se desperdicia tiempo por metodo de trabajo	0.00	min	se mejora el metodo de trabajo	Estandarización
2.4.61	esperar se enfríe hoist	2	min	se desperdicia tiempo por metodo de trabajo	0.00	min	se mejora el metodo de trabajo	Estandarización
2.4.65	esperar se enfríe estabilizador	4	min	se desperdicia tiempo por metodo de trabajo	0.00	min	se mejora el metodo de trabajo	Estandarización
2.5.2	traer de almacén tubos para puntales	2	min	se trae material en el momento	1.00	min	se prevee en traer de almacén antes y por lote	Estandarización
2.5.8	traer planchas de estabilizador del área corte y doblez	2	min	re recorre un gran trayecto a otra área	1.00	min	se maneja un stock de material en estación de trabajo	Estandarización
2.5.12	traer soporte de fin de carrera de ayudante de mecanismo	2	min	se trae material en el momento	0.50	min	Traer al área de mecanismo al ayudante	Estandarización
2.5.18	traer soporte de bisagra inferior de ayudante de mecanismo	2	min	se trae material en el momento	0.50	min	Traer al área de mecanismo al ayudante	Estandarización
2.5.22	traer de almacén pin y bocina inferior de piston	2	min	se trae material en el momento	1.00	min	se prevee en traer de almacén antes y por lote	Estandarización
2.5.27	traer soporte de bisagra de cajon de ayudante de mecanismo	2	min	se trae material en el momento	0.50	min	Traer al área de mecanismo al ayudante	Estandarización
2.5.30	traer pines y bocinas laterales de cajon de almacén	2	min	se trae material en el momento	1.00	min	se prevee en traer de almacén antes y por lote	Estandarización
2.5.34	traer canales de portaforo del área de corte y doblez	2	min	se trae material en el momento	1.00	min	se prevee en traer del área de corte antes y por lote	Estandarización
2.5.37	traer de almacén platina para porta escarpines	2	min	se trae material en el momento	1.00	min	se prevee en traer de almacén antes y por lote	Estandarización
2.5.41	traer del área de granallado juegos de ganchos para mecanismo de tolvas	2	min	se trae material en el momento	1.00	min	se prevee en traer del área de granallado antes y por lote	Estandarización
2.5.44	traer de almacén pines de gancho de tolva	2	min	se trae material en el momento	1.00	min	se prevee en traer de almacén antes y por lote	Estandarización
2.5.46	traer soporte de mariposa de resorte del área de corte y doblez	2	min	se trae material en el momento	1.00	min	se prevee en traer del área de corte antes y por lote	Estandarización
2.5.49	traer resorte para tolva de almacén	2	min	se trae material en el momento	1	min	se prevee en traer de almacén antes y por lote	Estandarización
2.5.51	traer soporte de puntal de ayudante de mecanismo	2	min	se trae material en el momento	0.5	min	Traer al área de mecanismo al ayudante	Estandarización
2.5.54	traer de corte y doblez plancha de oreja de estabilizador	2	min	se trae material en el momento	1	min	se prevee en traer del área de corte antes y por lote	Estandarización
2.5.57	traer de ayudante de mecanismo portaescarpines delanteros	2	min	se trae material en el momento	0.5	min	Traer al área de mecanismo al ayudante	Estandarización
2.5.60	traer del área de granallado juegos de patines para mecanismo de tolvas	2	min	se trae material en el momento	1	min	se prevee en traer del área de granallado antes y por lote	Estandarización
2.5.63	traer de almacén pines de patines de gancho	2	min	se trae material en el momento	1	min	se prevee en traer de almacén antes y por lote	Estandarización
2.5.65	traer canales de guías de cajon del área de corte y doblez	2	min	se trae material en el momento	1	min	se prevee en traer del área de corte antes y por lote	Estandarización
2.5.68	traer soporte de winche de ayudante de mecanismo	2	min	se trae material en el momento	0.5	min	Traer al área de mecanismo al ayudante	Estandarización
2.5.71	traer de almacén polea de winche	1.5	min	se trae material en el momento	1	min	se prevee en traer de almacén antes y por lote	Estandarización
2.5.73	traer portallanta del ayudante de mecanismo	2	min	se trae material en el momento	0.5	min	Traer al área de mecanismo al ayudante	Estandarización
2.5.77	traer pluma de ayudante de mecanismo	2	min	se trae material en el momento	0.5	min	Traer al área de mecanismo al ayudante	Estandarización
2.5.81	traer soporte de piston superior de ayudante de mecanismo	2	min	se trae material en el momento	0.5	min	Traer al área de mecanismo al ayudante	Estandarización
2.5.85	traer de almacén pin y bocina superior de piston para tolva	2	min	se trae material en el momento	1	min	se prevee en traer de almacén antes y por lote	Estandarización
2.5.87	traer de almacén pines para yokes	2	min	se trae material en el momento	1	min	se prevee en traer de almacén antes y por lote	Estandarización
2.5.88	traer de "almacén 2" barras de accionamiento	2	min	se trae material en el momento	1	min	se prevee en traer de almacén antes y por lote	Estandarización
2.5.90	traer refuerzo de barra de accionamiento de ayudante de mecanismo	2	min	se trae material en el momento	0.5	min	Traer al área de mecanismo al ayudante	Estandarización
2.5.94	traer topes de patines de ayudante de mecanismo	2	min	se trae material en el momento	0.5	min	Traer al área de mecanismo al ayudante	Estandarización
2.6.1	Buscar a montacarguista para traslado de hoist y tolva	1.5	min	el colaborador se alista y luego busca al montacarguista en planta	0	min	se estima un tiempo aproximado para que montacarguista ayude	Estandarización
2.6.2	esperar tolva y hoist	7.5	min	se espera a montacarguista que venga	0	min	se avisa con anticipación al montacarguista	Estandarización
2.6.7	encender luminaria del lugar	2	min	encienden la luminaria poniendo un foco subiendo por escalera	0	min	se instala un switch para encendido y apagado	Estandarización
2.6.11	Buscar a montacarguista para sacar el hoist y poner la tolva en el caballete rodante	1.5	min	el colaborador se alista y luego busca al montacarguista en planta	0	min	se estima un tiempo aproximado para que montacarguista ayude	Estandarización
2.6.15	Buscar a montacarguista para sacar la tolva del área de granallado	1.5	min	el colaborador se alista y luego busca al montacarguista en planta	0	min	se estima un tiempo aproximado para que montacarguista ayude	Estandarización
2.6.16	esperar al montacarguista para que saque la tolva	7.5	min	se espera a montacarguista que venga	0	min	se avisa con anticipación al montacarguista	Estandarización
2.7.7	pintar hoist y tolva con base anticorrosiva	125	min	se usa anticorrosivo de 02 capas	90	min	se usa anticorrosivo de 01 capa	Estandarización
2.7.8	esperar secado de pintura base anticorrosiva	2880	min	se usa anticorrosivo cromato de zinc	180	min	se usa durapox anticorrosivo	Estandarización
		3219.00			307.00			