

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título del Proyecto:**

Propuesta para el mejoramiento de procesos productivos en la empresa Inarecrom S.A.

**Fecha de inicio:**

25 de mayo 2020

**Fecha de finalización:**

12 de agosto 2021

**Lugar de ejecución:**

Ambato provincia de Tungurahua.

**FACULTAD que auspicia**

CIYA “CIENCIAS DE LAS INGENIERIAS Y APLICADAS”.

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería Industrial.

**Proyecto de investigación vinculado:**

N-A

**Equipo de Trabajo:**

**Autor:** Caguana Paucar Vladimir Fabricio

**Tutor:** Ing. Msc. Erik Orozco Crespo

**Área de Conocimiento:**

07 Industria y construcción.

**Línea de investigación:**

Procesos Industriales.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Calidad, diseño de procesos productivos e Ingeniería de métodos.

## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1. EL PROBLEMA**

#### **2.1.1. Situación problemática**

En el ámbito global las empresas de manufactura diligentes en la construcción de números tipos de productos siempre se encuentra en un entorno competitivo, ya que el avance de la tecnología va creciendo cada años, convirtiendo a esto una búsqueda de mejores métodos, técnicas y herramientas para estar siempre en el mercado, no obstante el centrarse en el equilibrio entre necesidades de los clientes y la capacidad de producción de la planta, lleva siempre ha consideración el menor costo y mayor calidad de productos que brindan al mercado [1].

En Ecuador la industria se localiza en un desarrollo optimista, pues en el marco de la mejora competitiva es arrinconada a encontrar herramientas de la Ingeniería Industrial, que den resultados a aspectos, que afectan en la gran mayoría a la competencia entre empresas en el Ecuador, es la ineficiencia que existe en la área de producción, exactamente en las mejoras de sus procesos, que la monotonía ha llevado a no incursionar en nuevos modelos de producción que esto siempre es necesario para saber que se puede mejorar en la empresa.

La provincia de Tungurahua, se encuentran empresas centradas en la elaboración de auto accesorios y de acabados, que ajusta su producción con modelos desactualizados, lo llevan trabajando por comodidad sin contar con nuevas estrategias que incluyan a la optimización de las mismas lo que conlleva a perder su competitividad y esto se puede ver en sus ganancias [2].

La mejora de los procesos productivos es la base para que una empresa no pierda ante un mercado cambiante, que lo impulsa siempre al cambio por ello siempre debe estar abierta ante nuevas técnicas y métodos que lo lleven siempre a cumplir sus objetivos empresariales y a superarlos.

#### **2.1.2. Formulación del problema**

Este estudio se realizó con el fin de diseñar una propuesta que permita el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Inarecrom S.A. dedicadas a la fabricación de accesorios para vehículos, servicio de cromado y galvanizado de piezas metálicas, además del servicio de pintura electrostática ciudad de Ambato. La falta de conocimiento de métodos de innovación

de perfeccionamientos de producción, ocasiona que estos procesos no sean mejoradas y se planten como perpetuos, lo que provoca el estancamiento, de igual manera el poco entendimiento de sus propios indicadores de producción conflictúan a la hora de optimizar proceso o a su vez su modificación y su diversificación a Inarecrom S.A., el no aprovechar esta oportunidad de mejorar sus procesos productivos de una manera estructurada, crea inconvenientes que se están presentando en el sector estratégico de la economía local, al no evidenciar crecimiento en el mercado, lo que se traduce en el bajo desarrollo del objetivo misional, el cual se ve afectado por la carencia de mejoramiento, diseño, ejecución y medición del desempeño de los procesos productivos necesario para fabricar productos de alto valor, que favorezcan la competitividad y permita la conquista de nuevos mercados en una economía global, por lo tanto, los respectivos objetivos planteados en este proyecto, contribuyen a la minimización de los tiempos de respuesta y creación de flujo casi continuo de trabajo. .

## 2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

OBJETO.

¿Que se Investiga?: El mejoramiento de procesos productivos.

¿En qué sistema o en donde se Investiga?: En la empresa Inarecrom S.A.

CAMPO DE ACCION.

330000 Ciencias Tecnológicas / 331000 Tecnología Industrial.

## 2.3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios (ver Tabla 2.1.), se plantará de manera de directos que se vendría a interpretar los dueños de la empresa, por otra parte, los indirectos, personas que no pertenecen conexión con la empresa, pero si en el tema de investigación, bien sea por sus métodos, técnicas o herramientas, para poder llevarlas a cabo en su propio beneficio.

**Tabla 2.1.** Beneficiarios

<b>Directos.</b>	<b>Indirectos.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dueños de la empresa Inarecrom S.A., puesto que el tema propuesta de mejoramiento de procesos productivos responde a diversas necesidades que se manifiestan en las líneas de acabado, del tal motivo que el proyecto contribuye soluciones para efectuar metas productivas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiantes que necesiten un modelo de guía para modelo académico dentro de la carrera de la ingeniería industrial.</li> <li>• Personas que busquen mejorar sus productivos de sus empresas</li> </ul>

## **2.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La siguiente Investigación tuvo la finalidad entregar a la empresa Inarecrom S.A., múltiples mejoras en sus procesos productivos dentro de sus líneas de acabado, y también al área de administración, los resultados se verán reflejados tanto en la calidad, la reducción de costos de producción y de recursos tanto humano como tecnológico que dispone la empresa, dando como apertura a una cadena productiva más óptima y con ello que la empresa pueda tener una mejor respuesta a los actuales momentos que se requiere en su entorno.

Las mejoras a las líneas de acabado, ayudaran positivamente a cada estación o puesto de trabajo, y de paso al personal obrero administrativo a gestionar y controlar los factores internos de cada área con esto dar una mejor respuesta a clientes internos como externos, con productos que un ajustado índice de calidad y mejorando el incremento de la productividad, Este estudio de mejoramiento de procesos productivos ayudara a controlar y optimizar tanto insumos como recursos que son utilizados diariamente.

El impacto de esta investigación en Inarecrom S.A es positivo pues le permite marcar la diferencia de otras empresas que no poseen este tipo de estudio marcando una pauta con respecto a la competitividad tanto a nivel nacional como internacional y a dar un enfoque más amplio de como ayudad las herramientas de la carrera de Ingeniería Industrial dando lugar a cumplir metas objetivos mediante la unión de práctica y método de trabajo, de igual manera a profundizar el aprendizaje obtenido para tomada de decisiones la ejecución y control sin olvidar la aptitud como actitud humana.

## **2.5. HIPÓTESIS.**

La mejora de procesos productivos permitirá la identificación de las oportunidades de incremento de los indicadores de producción en las áreas de acabado para el mejoramiento de la gestión empresarial mediante KPTS en la empresa Inarecrom S.A.

## **2.6. OBJETIVOS**

### **2.6.1. General**

Elaborar un estudio de procesos, tiempos y movimientos para mejorar los principales indicadores de desempeño en la empresa INARECROM S.A.

### **2.6.2. Específicos**

- Realizar un diagnóstico inicial que permita identificar las principales oportunidades de mejora en los procesos de producción de la empresa.
- Recopilar la información pertinente que contribuya con el estudio de tiempos y movimientos, y a su vez con la estandarización de los procesos productivos.
- Desarrollar el plan de mejoras, sobre la base de los resultados obtenidos y que incida de manera positiva en el desempeño de los procesos de producción.

## 2.7. SISTEMA DE TAREAS

**Tabla 2.2.** Cronograma de actividades

Objetivo	Actividades	Resultados de la actividad	Técnicas
Realizar un diagnóstico inicial que permita identificar las principales oportunidades de mejora en los procesos de producción de la empresa.	Diagnóstico inicial y análisis de los procesos productivos de la empresa para mejorar la gestión empresarial	Recopilación de datos para la verificación del estado actual de la empresa Inarecrom S.A.	Método de observación Método lógico deductivo Visual
	Descripción del proceso productivo	Verificar y analizar las operaciones de las líneas de acabado Diagrama de proceso	Observación directa Visual Diagrama de procesos
	Medición de la productividad de la empresa	Producción laboral, causas para oportunidades de mejora	Hoja de Cálculo Excel MINI TAB IBM SPSS
Recopilar la información pertinente que contribuya con el estudio de tiempos y movimientos, y a su vez con la estandarización de los procesos productivos.	Estudio de tiempos y movimientos de los procesos	Recolección de los tiempos de los procesos de acabado Obtención de resultados Tabla de Tiempo por estación Estandarización los tiempos de cada proceso	Método lógico deductivo Técnica de observación directa Método descriptivo Hoja de Cálculo Excel.
	Estudio del balance de la línea	Obtención de resultados para análisis	Método lógico deductivo Método descriptivo Hoja de Cálculo Excel.
	Análisis de la gráfica de la representación de la línea de cromado equilibrada.	Límites entre tiempo estándar actual y el Takt mie	Método lógico deductivo Método descriptivo Hoja de Cálculo Excel.
Desarrollar el plan de mejoras, sobre la base de los resultados obtenidos y que incida de manera positiva en el desempeño de los procesos de producción.	Propuesta de mejora con KPIS	Datos para análisis de la nueva propuesta de balanceo con medidores de desempeño	Método lógico deductivo Método descriptivo Método deductivo Hoja de Cálculo Excel
	Mejora del índice de productividad	Cambio del indicador actual con el de la propuesta	Método lógico deductivo Método descriptivo Método deductivo Hoja de Cálculo Excel
	Desarrollo de fichas de control.	Controles para el incremento de ventas	Método lógico deductivo Método descriptivo Método deductivo Hoja de Cálculo Excel
	Impactos	Resultados del trabajo investigativo del ámbito técnico, social, económico, ambiental	Método lógico deductivo Método descriptivo
	Presupuesto del estudio	El valor de los materiales que se utilizaron para el estudio	Método deductivo Hoja de Cálculo Excel

### **3. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

#### **3.1. INGENIERÍA DE MÉTODOS**

La ciencia de la ingeniería de métodos envuelve el uso de la capacidad tecnológica. Debido especialmente a la ingeniería de métodos, los adelantos en la productividad jamás terminan. El diferencial de productividad que se obtiene de la invención tecnológica consigue ser de tal tamaño que los países prósperos siempre podrán mantener su competitividad respecto a los países en desarrollo de bajos sueldos. [3]

En un indiviso centro de trabajo, corregir el rendimiento de los procesos dirigido a aumentar la productividad y en esencia es inmutable. Sin embargo, variables concernientes con el equipo humano, la producción de productos, el ambiente organizacional, las instalaciones y las tecnologías manipuladas pueden sobresaltar negativamente los resultados anhelados. [4]

#### **3.2. ESTANDARIZACIÓN**

Lo define como la descripción grafica o trazada que sirve de asistencia a percibir las técnicas más eficaces y factibles, suministra los conocimientos exactos sobre maquinas, personas, materiales, métodos controles e información, con el fin de generar productos de calidad del modo íntegro y seguro con costos económicos y procesos inmediatos. [5]

Es el modo que poseemos para reconocer todo lo referente a nuestro trabajo, en los estándares trazamos como se ejecuta el trabajo, como se solventa un ajuste, o una inspección, en fin, todo aquello que creamos todos los días. Logramos decir que es la brújula que nos rige, de cómo se concibe la actividad para también garantizar el correcto trabajo mientras no se establezca en el presente una mejor manera de concebir dicho proceso [6]

#### **3.3. MEDICIÓN DEL TRABAJO**

Es el estudio de técnicas para establecer el tiempo que transforma un trabajador competente en llevar a cabo una tarea específica efectuándola como una pauta de ejecución instituida [7]

El control del trabajo se fundamenta en el calificar la acción del operario, el investigador valora el ritmo de trabajo del operario en paralelo de su percepción de un operario que elabora la misma unidad. La calificación o valoración se enuncia en forma decimal o en porcentaje y se fija al elemento observado. [8]

**Tabla 3.1.** Sistema Westinghouse para calificación del ritmo del trabajo

Habilidad		Esfuerzo	
+0.15	A1	+0.15	A1
+0.13	A2-Habilisimo	+0.13	A2-Habilisimo
+0.11	B1	+0.11	B1
+0.08	B2-Excelente	+0.08	B2-Excelente
+0.06	C1	+0.06	C1
+0.03	C2-Bueno	+0.03	C2-Bueno
0.00	D-Promedio	0.00	D-Promedio
-0.05	E1	-0.05	E1
-0.10	E2-Regular	-0.10	E2-Regular
-0.15	F1	-0.15	F1
-0.22	F2-Deficiente	-0.22	F2-Deficiente

\*las unidades %

**Tabla 3.2.** Sistema Westinghouse para calificación del ritmo del trabajo

Condiciones		Consistencia	
+0.06	A-Ideales	+0.06	A-Ideales
+0.04	B-Excelente	+0.04	B-Excelente
+0.02	C-Buenas	+0.02	C-Buenas
0.00	D-Promedio	0.00	D-Promedio
-0.03	E-Regulares	-0.03	E-Regulares
-0.07	F-Males	-0.07	F-Males

\*las unidades %

### 3.4. ESTUDIO DE TIEMPOS

Es una técnica de medición que se emplea para registrar los tiempos y ritmos de trabajo dentro de un área definida que se efectúa en condiciones establecidas, tiene como fin analizar los datos y determinar el tiempo estándar permitido para efectuar una tarea basados en una norma establecida. Se tiene que tomar en cuenta las demoras personales, fatiga y los retrasos que se presentan al realizar dicha tarea. [9]

### 3.5. NÚMERO DE MUESTRAS

Es la cantidad de datos que se va a evaluar y estudiar para obtener un estándar equitativo, además que se va a analizar todas las actividades o tareas. Es necesario un número recomendado de muestras para comenzar con el estudio. [9]

**Tabla 3.3.** Número de muestras recomendadas. [9]

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

### 3.6. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (TS)

Es un método estadístico que tiene como objetivo determinar la cantidad de muestras más ajustadas a la real lo que nos ofrece un mayor nivel de confianza. [9]

Para determinar la Desviación estándar se ocupa la siguiente ecuación:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.1.)$$

### 3.7. TIEMPO NORMAL (TN)

Para aplicar y ejecutar el método de tiempos normal (TN) se necesita ajustar el tiempo promedio (TO) de cada tarea para después obtener el tiempo normal que va a requerir un operario calificado en realizar la misma tarea. [9]

Para determinar la Tiempo normal (TN) se ocupa la siguiente ecuación:

$$TN = TO * \frac{\text{Ritmo del trabajo}}{100\%} \quad (3.2.)$$

### 3.8. TIEMPO ESTÁNDAR (TS)

Es el tiempo que requiere un operario calificado para realizar las operaciones en un tiempo estándar y con un esfuerzo promedio, es el que conoce todas las actividades que se encuentra dentro de la estación que tiene a cargo. Además, atribuye un suplemento como multiplicador para el tiempo normal (TN) y de esta manera ajustarlo al tiempo estándar (TS). [9]

$$TS = TN * (1 + \text{Suplemento}) \quad (3.3.)$$

### 3.9. TAKT TIME

Es la información general obtenida sobre la demanda del cliente que demuestra el ritmo de cumplir con la demanda, donde la empresa necesita producir su producto con el fin de

satisfacerlos. La producción y las ventas van a estar sincronizados lo que muestra una meta de Lean Manufacturing. [9]

Para determinar el Takt time se ocupa la siguiente ecuación:

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible}{Unidades\ planificadas} \quad (3.4.)$$

### 3.10. BALANCEO DE LÍNEA

Es la estabilidad en la distribución de la mano de obra e inventarios que sirve para maximizar el flujo de operaciones. La producción de cada una de las operaciones tiene la misma capacidad de producir, lo que garantiza que las operaciones consuman las mismas cantidades de tiempo y se logre cumplir con la tasa de producción requerida. [9]

Esta técnica sirve para agrupar tareas en estaciones de trabajo de manera que cada una tenga la misma carga de trabajo, con esto se busca minimizar el desequilibrio existente entre máquinas y personas para cumplir con la producción requerida. [9]

**Tabla 3.4.** Ejemplo de registro de tiempos estándar [9]

Operador	Minutos estándar para llevar a cabo la operación	Tiempo de espera con base en el operador más lento	Tiempo estándar (minutos)
1	0.52	0.13	0.65
2	0.48	0.17	0.65
3	0.65	—	0.65
4	0.41	0.24	0.65
5	0.55	0.10	0.65
Totales	2.61		3.25

### 3.11. EFICIENCIA DE LA LÍNEA

Señala la sensibilidad de la línea de producción a las diferentes gestiones y modificaciones que se realicen, tomando en cuenta la relación del plan de producción y considerando el número de estaciones a las que responde. [9]

Para determinar la Eficiencia de línea se ocupa la siguiente ecuación:

$$E = \frac{\sum Tiempos\ Est\andar}{N^{\circ}\ operarios * Takt\ time} * 100 \quad (3.5.)$$

### 3.12. ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD

Indica la actividad de una estación de trabajo limitada por la demanda y los recursos disponibles. [9]

Para determinar el Índice de productividad se ocupa la siguiente ecuación:

$$IP = \frac{\text{Producción diaria}}{\text{Tiempo disponible laboral}} \quad (3.6.)$$

### 3.13. NÚMERO DE OPERARIOS

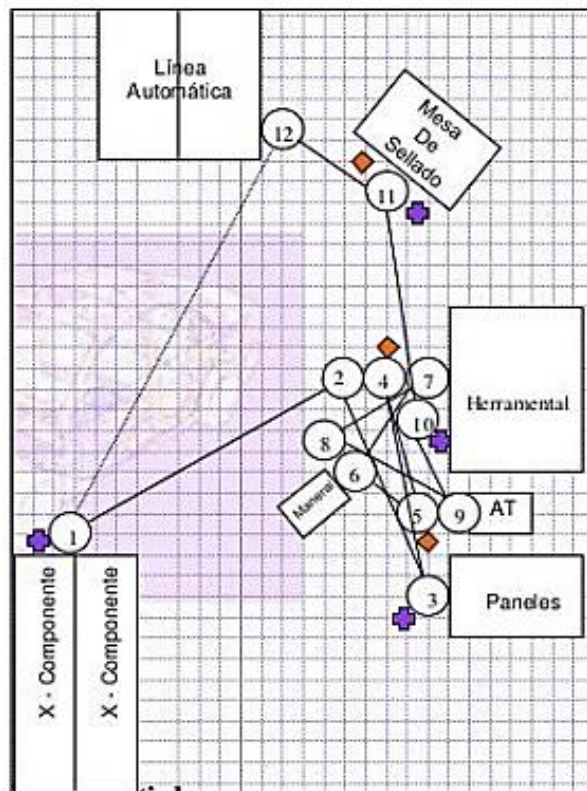
También se lo conoce como trabajadores requeridos demuestra la cantidad teórica de operarios para satisfacer la demanda y de la producción planificada dependerá maximizar o minimizar los recursos de mano de obra. [9]

Para determinar el Número de operarios se ocupa la siguiente ecuación:

$$TR = \frac{\Sigma \text{Tiempo de las tareas}}{\text{Takt time}} \quad (3.7.)$$

### 3.14. DIAGRAMA ESPAGUETI

Representa cómo es el movimiento operativo de los operarios dentro de las estaciones de trabajo y servirá para determinar el orden más lógico de las maquinarias y otros puestos de trabajo con el fin de ganar eficiencia dentro de los procesos en una línea de producción, específicamente reduciendo tiempos y evitando excesos de movimientos. [9]



**Figura 3.1.** Diagrama de espagueti [9]

Proceso:

- Conservar una escala de tamaño en las proporciones de las distancias que se van a recorrer.
- Elegir un operario para comenzar a trabajar.
- Observar todos los movimientos y posiciones recorridas para trazar el diagrama.
- Señalar el orden de secuencia de sus pasos y el tiempo que permanecen en cada una de las estancias. [9]

### **3.15. DISEÑO DEL PROCESO.**

Todo proceso necesita de un diseño previo que es el sistema que adquiere una empresa para transformar los recursos en bienes o servicios para ofertar en un mercado, entonces el diseño de procesos se centra en encontrar una forma de fabricar bienes que cumplan con los requerimientos de los clientes, considerando costos mínimos y restricciones administrativas [10]. Además, un proceso correctamente diseñado tendrá un efecto positivo a largo plazo permitiendo mantener una eficiencia operativa y permitiendo a la empresa competitividad en sus actividades, garantizando la calidad de los bienes fabricados por a la organización [11].

El diseño del proceso radica en la selección adecuada de inputs (operaciones, recursos materiales, talento humano, flujos de trabajo y métodos para la producción de bienes y servicios), esta decisión es primordial en el diseño de un sistema de producción, dado que es el proceso que se usará para elaborar un producto o un servicio, además este tipo de decisiones al ser estratégica influye directamente en la competitividad de la organización, por lo tanto se debe tomar en cuenta las prioridades competitivas: costo, calidad, flexibilidad y tiempo de fabricación y entrega [12].

Para Gómez [13] las decisiones sobre el diseño de procesos productivos afectan a la productividad de la empresa a tal punto que de estas decisiones depende en gran medida el valor que puede alcanzar la relación factor/producto. No obstante, se debe recalcar la importancia de mantener una organización con gran capacidad de adaptación y flexibilidad. Entonces la selección de los inputs supone decidir sobre, las estrategias de posicionamiento ante la competencia y sobre las habilidades de la misma para conseguir recursos.

- Personal capacitado y cualificado para el trabajo
- Materias primas de alta calidad

- Operaciones que llevará a cabo por operador en su puesto de trabajo
- Operaciones que llevará a cabo por máquina
- Servicios externos que la empresa necesitará

La competitividad de los mercados, basada en la segmentación y en la reducción de la vida útil de los productos, pone de manifiesto en las empresas la necesidad de adoptar con mayor frecuencia y exactitud, un perfil creativo que les permita adaptar y/o modificar continuamente su oferta para diferenciarse de sus competidores y mantener o incrementar su participación en el mercado. Para lograrlo, el diseño de productos configura una alternativa capaz de dirigir los procesos de creatividad y materializar ideas con potencial innovador como una actividad proyectual que no tan sólo busca concretar las nuevas ideas, sino que también, integrar una multiplicidad de factores, de modo tal de lograr un balance entre la creatividad y la rigurosidad de los procesos [14, pp. 148-149].

El diseño de procesos explora la posibilidad, optimizar los procesos de fabricación, el valor y la apariencia de productos y sistemas en beneficio de los fabricantes y de los usuarios. Desde la perspectiva del diseño de ingeniería, se orienta a definir los ajustes y el perfil innovador requeridos por el producto, con el propósito de permitir la integración de nuevos sistemas sujetos a restricciones dinámicas. Las empresas son tan eficientes como lo son sus procesos, al punto que, aquellas empresas que han tomado conciencia de este hecho, han reaccionado, potenciando el concepto de proceso con un foco común hacia la satisfacción de las necesidades del cliente. Ante esta visión “es urgente que las organizaciones comiencen un proceso de cambio enfocado a la gestión y mejora continua, a partir de una filosofía que como objetivo principal tenga satisfacer las necesidades del entorno de una manera eficaz y eficiente” (Cossio, et al, 2017, pág 2).

### **3.16. DETERMINACIÓN DE LA CIRCULACIÓN O FLUJO**

La en esta concepción ingresa directamente la Planificación de la Producción, misma que radica en decidir las cantidades necesarias, de: mano de obra, materias primas, maquinaria y equipo, para realizar la fabricación de un producto determinado” [15]. Cuando se menciona el término Planeación se adjudica el término control de la producción dado que ambos términos van de la mano.

En el ámbito empresarial este concepto es ampliamente utilizado y estudiado, su importancia es vital para las empresas; y aunque es un tema de gran complejidad. “El sistema de Taylor se enfoca en la separación de la planeación y la producción. Con nuevas técnicas los ingenieros

industriales encontraban la mejor manera de hacer el trabajo, mediante el estudio de tiempos y movimientos” [16].

La planeación de la producción se debe considerar en periodos ordenados de tiempo que es indispensable llevar registros históricos de la capacidad de producción fabricada por meses para saber cuáles son los meses en los cuales se debe tener mayor producción y cuales deben tener menor cantidad de unidades fabricada. El procedimiento comienza con el establecimiento del sistema de producción más adecuado a cada activo, considerando el valor que aportan las funciones de los activos fijos a los objetivos planteados en Producción [17].

### **3.17. DIAGRAMA DE PROCESO.**

Todo proceso se define como un conjunto de actividades, acciones, inspecciones, controles y toma de decisiones, representadas por inputs y outputs, encaminadas a alcanzar un efecto concreto como resultado del valor añadido contribuido por cada una de las actividades que se llevan a cabo en las diferentes etapas de dicho proceso [18]. Los diagramas de procesos son la representación gráfica de los procesos y son una herramienta de gran valor para analizar los procesos de manufactura, estos permiten visualizar el estado de un proceso de fabricación permitiendo introducir mejoras [19].

Lo más importante para representar gráficamente un proceso es identificar el Inicio y el Fin del proceso. Generalmente cada actividad del proceso se representa con un icono. Entonces entre inicio y fin ocurren una serie de acciones o actividades que integran el proceso.

### **3.18. TEORÍA DE DISEÑO**

Según este autor [20] podemos decir, que todo aquel que quiere hacer la guerra tiene que saber lo que significa hacer la guerra y el que quiere hacer guerra revolucionaria tiene que saber además lo que supone una guerra revolucionaria. Pero si la guerra revolucionaria se va a llevar a cabo en China, entonces tendrá que saber por añadidura lo que implica una guerra revolucionaria en China.

El conocimiento teórico es como una cebolla. Démosle la vuelta a la argumentación del revolucionario chino. Una teoría del diseño que, para ser teoría, no sepa independizarse de todos los tipos concretos de objeto, será una teoría del diseño de esos objetos, pero no una teoría general del diseño.

Alguien ha dicho que no existe el "diseño en sí". El fundador de la fenomenología, Edmundo Husserl, había formulado un pensamiento parecido al enfrentarse al axioma cartesiano del "Pienso, luego existo" con su propia fórmula de que el pensar supone siempre un pensar en algo. No es posible pensar sin objeto de pensamiento. Mas no por eso quería decir que, para entender lo que es el pensar, haya que mezclar el acto de pensar con su objeto.

"Diseño arquitectónico" será en tal caso, como "diseño", algo abstracto y general, puesto que tampoco se pueden diseñar casas en general, sino solamente casas determinadas. Es realmente cierto que se pueden hacer dibujos y esquemas que sirvan como modelo general para varias casas, por ejemplo; pero entonces es el mismo dibujo o esquema algo concreto. Lo que se diseña es el modelo y éste ha de servir para orientar a otras personas en lo que van a diseñar, ayudándolas a dar forma a las casas concretas. La conexión entre el diseño de modelos y la conformación de algo a partir de un modelo es a menudo cuestión de retórica y comunicación.

Según este autor [21] podemos decir. El diseño de máquinas es un aspecto en particular dentro del diseño de ingeniería, el diseño de máquinas se ocupa de la creación de la maquinaria para que funcione segura y confiablemente bien.

Maquina: "Aparato formado de unidades interrelacionadas, dispositivo que modifica una fuerza o un movimiento."

Dentro del funcionamiento de una maquina es muy importante tener claro el concepto de "trabajo útil" ya que en ello casi siempre habrá alguna transferencia de energía. Otros conceptos a tener presentes son "fuerza y movimiento" ya que al convertir la energía de una forma a otra las maquinas crean movimiento y generan fuerza.

Los problemas reales se resisten a la especialización. Un simple muñón y cojinete involucran flujo de fluidos, transferencia de calor, fricción, transporte de energía, selección de materiales, tratamientos termo mecánicos, descripciones estadísticas, etc. La construcción debe respetar el medio ambiente.

La complejidad del tema requiere una secuencia en la que las ideas se presentan y se revisan, de esta manera aparecen mejores propuestas o se encuentran detalles que podrían influenciar o comprometer los resultados, así se puede asegurar la óptima resolución.

El diseño es un proceso iterativo con muchas fases interactivas, nunca es suficiente siempre existirá una forma de mejorar el diseño, pero es importante entender en qué momento el problema se ha resuelto para entender en qué momento el diseño es eficiente.

Existen muchos recursos para apoyar al diseñador, entre los que se incluyen muchas fuentes de información y una gran abundancia de herramientas de diseño por computadora. El ingeniero de diseño no sólo necesita desarrollar competencia en su campo, sino que también debe cultivar un fuerte sentido de responsabilidad y ética de trabajo profesional

### 3.19. DISEÑO DEL PROCESO

Ahora, para la selección del proceso se debe determinar cómo se deben organizar los recursos alrededor del producto para lograr alcanzar los objetivos de la organización, para esto se debe enfocar los esfuerzos en un alto grado de personificación de los procesos, en este sentido [12], clasifican los procesos según el siguiente criterio.

**Tabla 3.5.** Clasificación de los procesos. [12]

Clasificación de los procesos		
	Según el flujo	Según el destino
Talleres de trabajo	Flujo inicial	Para inventario o Stock
Lotes	Flujo intermitente	Por pedido o por ordenes
Línea de ensamble o producción	Por proyecto	
Flujo continuo		

Con el diseño de procesos se logra determinar el cómo se fabricará el producto y todos sus componentes. Según entre la información que provee el diseñador de procesos se encuentra la siguiente [22].

- i. Secuencia de operaciones para manufacturar cada parte del producto (las partes que “hace” la empresa).
- ii. Maquinaria, equipo, herramientas y accesorios, entre otros, que son necesarios.
- iii. Secuencia de operaciones en el ensamblado y el empaque.
- iv. Tiempo estándar para cada elemento de manufactura.
- v. Determinación de velocidades del transportador de montaje para las celdas, líneas de ensamble y empaque, y pintura u cualquier sistema de terminado.
- vi. Balanceo de las cargas de trabajo en las líneas de ensamble y empaque.
- vii. Asignación de trabajos en las celdas de manufactura.
- viii. Desarrollo de un plano de la estación de manufactura para cada operación, con la inclusión de todos los principios de economía de movimientos y ergonomía.

El diseño del proceso se caracteriza por estar interrelacionado con la productividad y el incremento de la satisfacción del cliente, conjugando los sistemas de operaciones, calidad, producción, seguridad, logística y medio ambiente, unificando las áreas funcionales y sus

enfoques hacia las metas y objetivos de la organización, además antes de considerar el diseño se debe evaluar cuál es el procesos que se ah deseleccionar para la empresa esto en función de las condiciones del mercado, las necesidades de capital, la disponibilidad de mano de obra, disponibilidad de materia prima, tecnología disponible y los costos [23].

**Tabla 3.6.** Clasificación del proceso según el flujo [12]

Clasificación del proceso según el flujo	
<b>Proceso en línea</b>	El proceso en línea está enfocado en el producto de tal forma que los recursos giran en torno al mismo. Este proceso está diseñado para altos volúmenes de producción este tipo de procesos por lo general se encuentra estandarizado. Los insumos se mueven de manera lineal de una estación a la siguiente en una secuencia ya fijada.
<b>Proceso intermitente</b>	En estos procesos se logran volúmenes medios, pero con gran variedad de productos. Los productos entonces comparten recursos. Se produce un lote de productos y luego se cambia al siguiente.
<b>Proceso por proyecto</b>	Con este tipo de proceso se puede lograr una alta personalización y, en general, tiene bajos volúmenes de producto. La secuencia de las operaciones es única para cada producto

Otra consideración al momento de diseñar un proceso es, el factor compras, dado que, en los procesos de fabricación, es inevitable el adquirir un producto o servicio de terceros. Esta decisión se la denomina “integración vertical” esta decisión permite la especialización de las tareas generando un mayor rendimiento, en general consiste en la adquisición de materia prima o servicios, además de los servicios de despachos y distribución de los productos terminados [24].

### 3.20. DETERMINACIÓN DE LA CIRCULACIÓN O FLUJO

La planeación de la producción está en función de la organización de la empresa, que, mediante modelos matemáticos, sistematiza por anticipado los recursos necesarios para realizar la fabricación que está determinada con relación a la demanda, la capacidad de la planta y las utilidades deseadas, además se puede verificar las principales herramientas para realizar la planeación de la producción.

**Tabla 3.7.** Herramientas cuantitativas para la planeación y programación. [23]

Modelos determinísticos	Programación Lineal	La programación lineal es una herramienta que le permite al investigador incluir todas las variables y parámetros que influyen en un análisis del sistema productivo de una empresa.
	Programación lineal entera mixta	El proceso de modelación por medio de programación lineal entera mixta es similar al modelo anterior, ya que de igual manera se dan aquellos datos o cifras que ya se tienen como parámetros, se busca la maximización de la utilidades o minimización de los costos y se tienen sus restricciones según el tipo de problema que se vaya a abordar. Sin embargo, se observa una restricción para dos variables que sean enteras y la utilización del método de los números binarios, donde se le dan valores a las variables, que pueden ser 1 o 0
	Algoritmos	Los algoritmos son una buena estrategia de solución para problemas que en algunos casos no pueden ser desarrollados por métodos convencionales
Modelos matemáticos estocásticos	Programación estocástica	Es un concepto matemático que sirve para tratar con magnitudes aleatorias que varían con el tiempo, o más exactamente para caracterizar una sucesión de variables aleatorias, que evolucionan en función de otra variable, generalmente el tiempo

	Método de aproximación	Este método implementa un software de programación y control para sistemas de fabricación flexibles, bajo criterios de decisión estocásticos tanto cuantitativos como cualitativos, donde el criterio cuantitativo es la tardanza total ponderada y el cualitativo es la importancia del cliente para la empresa
--	------------------------	--

Hay que tener muy claro que la planificación o planeación, es la preparación de uno o más planes que buscan lograr alcanzar los objetivos orientados a las metas de la organización, manteniendo las técnicas y controles necesarios para conseguirlos. A esto se suma el concepto de producción, que es el trabajo que aporta valor agregado a la materia prima hasta convertirla en un producto o servicio [25].

A la planeación de la producción normalmente se le agrega el control, para conseguir las metas de producción se ha de realizar una planeación con anticipación, también es necesario medir, monitorear y comprobar el desempeño que tiene la empresa, se debe tener en cuenta que la planeación tiene varios niveles que sirven para estructurar las actividades dentro los subsistemas de fabricación [26].

- Planificación a nivel de fábrica
- Planificación de procesos
- Planificación de operaciones

Además, la planificación y control de la producción no se realiza de igual forma en todas las empresas por lo que el profesional encargado debe contar con la habilidad para evaluar cada caso dentro de la organización. Dado que hay múltiples factores, siendo necesario considerar una dirección jerárquica de producción, para ello existen 5 fases que contribuyen con la planeación de la producción [27].

- i. Planificación estratégica (largo plazo)
- ii. Planificación táctica (mediano plazo)
- iii. Programación maestra de producción
- iv. Programación de componentes
- v. Ejecución y control

### **3.21. DIAGRAMA DE PROCESO.**

El diagrama es una herramienta de análisis que nos ayuda en la toma de decisiones para la mejora continua de los procesos de fabricación. Las actividades se vinculan unas a otras mediante líneas conectoras, además existen determinadas actividades o acciones que implican una decisión y que hacen que el camino seguido por el proceso se ramifique [28].



**Figura 3.2.** Figuras de Diagramas de Flujo. [28]

**Tabla 3.8.** Fases del Método S.L.P, Muther [29]

Fases del Método S.L.P, Muther		
Fases	Descripción	Instrumentos
<b>Fase I: Localización</b>	Inicialmente es necesario establecer el área que se pretende organizar.	Análisis Productos-Cantidades (P-Q) Layout del área de estudio Actual diagrama de flujo de proceso Actual matriz de relaciones diagrama de relaciones cuadro de análisis multicriterio de factores de evaluación ponderados (Relaciones entre Actividades.)
<b>Fase II: Planteamiento General</b>	En esta Fase es preciso disponer globalmente de toda la superficie a plantear	Diagrama de recorridos Actual Diagrama Relacional de Espacios Actual Diagrama de operaciones Actual Estudio de tiempos Actual
<b>Fase III: Planteamiento Detallado</b>	A lo largo de esta Fase se determina el emplazamiento efectivo de cada elemento físico (máquina y equipo) de las zonas de planteamiento.	Layout del área de estudio Propuesto diagrama de flujo de proceso Propuesto Diagrama de recorridos Propuesto Diagrama Relacional de Espacios Propuesto Diagrama de operaciones Propuesto Estudio de tiempos Propuesto

---

<b>Fase IV: Instalación</b>	Comprende la preparación de la instalación	Elección del comité encargado de la implementación Diagrama de flujo de actividades a realizar (elaborado por los miembros del comité encargado de la implementación) Diagrama de Gantt de la implementación Presentación de la propuesta a la empresa Aprobación de la Dirección Implementación Evaluación de resultados
-----------------------------	--	---

---

### 3.22. TEORÍA DEL SISTEMA.

Según este autor [30] podemos decir. En el proceso de investigación científica, desarrollado por las ciencias sociales, por lo general, se valora de forma explícita o implícita el enfoque sistémico o teoría de sistemas.

Ante esta realidad, surgen algunas interrogantes que no siempre encuentran la mejor respuesta, como, por ejemplo: ¿cuál es la intencionalidad en la explicación de las esencias de todos los elementos y componentes que forman parte de los objetos de investigación, sus procesos, relaciones, características internas y externas, entre otros?, ¿le ofrece algún valor trascendente la declaración y explicación coherente y holística del uso de esta teoría y/o el enfoque en las investigaciones? Sin duda alguna son incógnitas que encierran respuestas muy generales y hacen que en ocasiones no se tenga claridad al respecto, por lo que se dificulta la decisión de sumergirse en la compleja experiencia de profundizar en un tema, utilizando la teoría general de sistema y/o el enfoque sistémico en las investigaciones.

En el desarrollo del arte de los estudios científicos en el campo de las ciencias sociales, de forma consciente o no, y bajo determinados enfoques, teorías, tipologías, metodologías o modalidades, de alguna manera se considera el empleo del enfoque sistémico o teoría de los sistemas como métodos de difícil explicación y argumentación en su uso.

### 3.23. INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO

KPI, del inglés Key Performance Indicators, o Indicadores Clave de Desempeño, calculan el horizonte del desempeño de un proceso, orientar en el "cómo" e indicando qué tan óptimos son las técnicas. Los indicadores clave de desempeño son ritmos financieros o no, manejadas para medir objetivos que destellan, la utilidad de una organización, y que colectivamente se recogen en su plan estratégico [31].

Los indicadores son obligatorios para poder perfeccionar, puesto lo que no se tanea no se puede registrar, y lo que no se registra no se puede tratar.

Los KPIs son "transporte de comunicación"; consienten que los ejecutivos de alto nivel notifiquen la misión y visión de la empresa a los niveles jerárquicos más bajos, implicando directamente a todos los colaboradores en construcción de los objetivos estratégicos de la empresa [31].

### **Importancia de los Indicadores de Gestión**

- Ayudan a descifrar lo que está sucediendo en la organización
- Se aprovechan como sostén al proceso de toma de disposiciones cuando las variables se surgen de los límites establecidos, o se ambiciona proponer una nueva meta.
- Precisan la necesidad de encajar cambios y/o mejoras a un explícito proceso o forma de actuación, así como también facilitan la responsabilidad de mejores

### **3.24. LA CLAVE DEL PROCESO DE SELECCIÓN DE KPIS**

No obstante, cada empresa tiene sus ajustados KPI, las mediciones más frecuentes asientan a tener indicadores de la productividad de los empleados, la calidad de los productos o servicios, la fiabilidad del negocio, el desempeño de plazos, la eficacia de las técnicas, los tiempos de ejecución de trabajos, el uso de los recursos, la evolución, revisión de costos, el nivel de la primicia y desempeño de la infraestructura tecnológica [16]

Frecuentemente, los indicadores más manejados ayudan a las organizaciones a establecer si se están operando acertadamente los recursos y costos, favoreciendo a que la gerencia posea una noción clara de lo que sucede en un instante determinado para tomar medidas correctivas tempestivamente [16].

Por lo precedentemente expuesto, cuando de definen los KPI'S se suele emplear el acrónimo SMART, ya que los indicadores tienen que ser:

- Específicos (Specific)
- Medibles (Measurable)
- Alcanzables (Achievable)
- Realista (Realistic)
- Tiempo (Timely)

Disponibilidad: Se ve jactada por las paradas que se originan en el proceso de producción como arranques de máquinas, cambios, averías y esperas [32].

El provecho: se ve afectado por pequeñas paradas y la rapidez mínima. La capacidad productiva se establece por el estándar de unidades que se logran fabricar en la fase de tiempo determinado [32].

Calidad: La relación de calidad se observa afectado por re trabajos o piezas defectuosas durante la fabricación [32].

## **4. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

De acuerdo a Hernández, Fernández & Baptista [33], “los trabajos de investigación se sostienen en dos enfoques principales: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo, los cuales de manera conjunta forman un tercer enfoque: El enfoque mixto” (p. 35).

Por lo expuesto, el enfoque de la presente investigación es mixto, es decir, es cualitativos o cuantitativo puesto que es necesario explorar a profundidad las causas y efectos que provocan una determinada situación o problema, además, toda la información que se recopile debe ser medida empleando métodos estadísticos, analizada e interpretada y en base a cálculos matemáticos se verificara la hipótesis planteada.

#### **4.1.1. Bibliográfica o documental**

Reza [34], muestra que la metodología bibliográfica “se describe a lo familiarizado que el investigador consigue de la información que requiere por medio de documentos especialmente” (p.237). Es decir, estos documentos ya existen y son: Libros, periódicos, revista, estadísticas, tesis, investigaciones publicadas, entre otros. De manera diferente, el investigador no va a crear la información, sino que la adquiere de diferentes lugares para posteriormente ordenar y analizar esa información.

La utilización de esta técnica contribuye a cimentar el marco teórico y obtener información sobre el problema u objeto de estudio en pie a la información que coexiste en libros, tesis, manuales o incluso en internet.

#### **4.1.2. Exploratoria**

Merino, Pintado, Sánchez, & Grande [35], afirman que: “se trata de una investigación antecesora, que sirve para tener una inicial toma de contacto con el tema que se esta inquiriendo, y por ello, son estudios de escaso cierresy muy maleables” [35, p. 68]. Se aprovecha este tipo de investigación, por que se ha perpetrado visitas incesantes a las

instalaciones de la planta para conseguir información que apruebe conocer, analizar y diagnosticar la situación real que se presenta en este momento, de los cuales se efectúan actividades o procedimientos escogidos para recolección de datos.

#### **4.1.3. Descriptiva**

Tamayo [36], afirman que: “se percibe la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza real y la constitución o procesos de los anómalos” (p. 46). La indagación descriptiva atarea sobre realidades de hecho y su peculiaridad principal es mostrar una paráfrasis correcta, es decir este tipo de investigación emplea énfasis en el análisis de resultados en el cual se asemejará hechos actuales reales.

#### **4.1.4. Método Inductivo**

La apertura del método inductivo o inductivismo, es la templanza científica, que alcanza conclusiones generales a partir de principios particulares.

Para el impulso del proyecto se manejará el presente método, con el propósito de determinar si los procedimientos que generalmente operan en la preparación de piezas con acabado que se generó en el proceso productivo de la empresa Inarecrom S.A., son los apropiados.

#### **4.1.5. De Campo**

Jáñez [37], en su enunciación operacional alude que es el “Afán del método científico en el procedimiento de un régimen de variables y sus relaciones, dignificando un campo específico del conocimiento” [37, p. 124]. La particularidad de campo se delimita a un análisis sistemático y ordenados de problemas que se muestran en un ambiente con el propósito de describirlos y entenderlos, para manifestar sus causas y efecto,

Este proyecto se emplea este método, ya que se trabaja a partir del lugar de los hechos o en el que se desarrolla la anomalía a investigar a manera del actual caso de la empresa de construcción y acabado de accesorios para automóviles Inarecrom S.A.

#### **4.1.6. Observación abierta**

Es un método de recolección de antecedentes que reside en prestar atención al objeto de estudios internamente de un escenario en particular. Esto se hace sin interponerse ni perturbar el ambiente en el que el centro se desenvuelve.

Los operarios de las diferentes líneas de acabado de la empresa Inarecrom S.A., antepuesto a un dialogo con el dueño de la empresa, estar al tanto que van hacer observados para ejecutar el estudio del proceso de accesorios para auto con un valor agregado.

#### **4.1.7. Recolección de Datos**

Se puede delimitar al entorno en el cual el investigador se concierne con los participantes para conseguir la información necesaria que le apruebe adquirir los objetivos de la investigación.

La recolección de información, después de previo dialogo con los operarios implicados en los procesos de acabado, se maneja herramientas y técnicas necesarias que admitan cumplir con los objetivos planteados. Posteriormente de la recolección de la información de los procesos de acabado de accesorios de automóviles de piezas metalizas, se procede a emplear las diferentes fórmulas con el propósito de estar al tanto de los ambientes actuales del área de estudio y procesos aptos, los escenarios aptos se trazarán para poder desarrollar una propuesta de mejora de procesos productivos.

### **4.2. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **4.2.1. Observación Directa**

Esta técnica reside en observar atentamente la anomalía, dispuesto o asunto, disponer de la información y registrarla para su análisis posterior. Se emplea esta técnica debido a que se está en relación directo del entorno del estudio, que para el asunto de la propuesta de mejoramiento de procesos de la empresa “Inarecrom” se debe prestar atención y analizar paso a paso los procesos de producción que en ello manejan.

#### **4.2.2. Entrevista no estructurada**

La conversación no organizada se define como entrevista, la que se define aquella en la que se atarea con interrogaciones abiertas, sin un precepto preestablecido, obteniendo características en si la conversación.

Esta técnica se empleó al operador más antiguo y cabe sobresalir que es muy ventajoso para el estudio descriptivo de los procesos, esto accedió a penetrar en el aspecto de las transformaciones de piezas a productos con un valor agregado.

#### **4.2.3. Cronometraje**

Control de medición mediante un cronómetro del tiempo puntual y exacto que se invierte en hacer conocer los lapsos de días en que se encuentre, o del tiempo que persiste un proceso.

Por medio de la citada técnica se reconocerán los tiempos de una forma directa de cada unidad, para ello un período que se ha tomado el tiempo de una acción, se tiene que retornar el cronómetro a cero y se lo coloca de nuevo en marcha para retomar los tiempos del siguiente procedimiento.

#### **4.2.4. Instrumentos**

Para asentar en conocimiento del lector, del motivo de la aclaración de los instrumentos manipulados en la presente investigación que se refieren en posteriores párrafos. Es oportuno destacar las definiciones de varios autores acerca de los instrumentos de investigación.

La primera referencia [38], declara que un instrumento de investigación, es el que cuantifica o cualifica y registra los datos observables, de forma que representen de manera real las variables que el investigador posee por objeto.

La segunda referencia, [39] las técnicas de investigación se destacan en instrumentos para almacenar la información se puede mencionar: al cuaderno de notas para el registro de la información y antecedentes, fichas, exámenes, el diario de campo, los planos, la grabadora, la cámara, la filmadora, programas de apoyo; recapitulaciones rigurosamente de suma importancia para reconocer al estar a la mira en la ejecución del proceso de investigación.

En base a los conceptos de las dos referencias se logra comprobar que los instrumentos de investigación son los dispositivos que aplica el investigador para recolectar, registrar, procesar, la información y conseguir desenlaces sobre los resultados. En esta cuestión los instrumentos que guardan correlación con las metodologías y técnicas utilizadas en la actual investigación son:

#### **4.2.5. Software Word**

El indicado instrumento es fundamental para registrar y demostrar todo el trabajo desarrollado en el proyecto, el agradecimiento a sus herramientas y funcionalidades crean que sea el instrumento de mayor notabilidad durante el cumplimiento de mi investigación

#### **4.2.6. Software Excel Hojas de cálculo**

El presente instrumento es indispensable ya que tiene un sinnúmero de ecuaciones y funciones computarizadas para el cálculo del número de observaciones, tiempo normal, tiempo estándar, productividad y otros cálculos sumergidos en la investigación.

#### **4.2.7. Símbolos de la norma ANSI**

Este instrumento consiente en visualizar y analizar un diagrama en que se aborda un proceso de carácter detallado, en el cual se registran las actividades, tiempos, recorridos que son esenciales en el proceso.

#### **4.2.8. Software Minibab 19**

Es un programa de computadora creado para elaborar funciones estadísticas básicas y avanzadas. Ajusta la facilidad del uso de Microsoft Excel con la capacidad de realización de análisis estadísticos y los diseños que se llevarán a cabo en esta investigación.

#### **4.2.9. Celular (Samsung J6 plus)**

Este Dispositivo se da mención como instrumento que fue primordial para el registro y control de tiempos con ayuda de capturas imágenes.

#### **4.2.10. Software IBM SPSS**

Es un formato que promete IBM para un estudio más claro y completo. Sus iniciales enuncian Producto de Estadística y Solución de Servicio. Están terceros productos diferentes en la suite, cada uno de ellos prometen sus oportunas peculiaridades únicas.

SPSS es un programa notorio entre personas que utilizan Windows, es manejado para cumplir el despojo y estudio de datos para establecer tablas y gráficas de datos de alta complejidad. El SPSS es acreditado por su cabida de verificación masivas de cantidades de data y es competente al ejecutar estudios de texto entre otras formas más.

#### **4.2.11. Software AutoCAD**

Es un programa de diseño por computadora CAD 2 y 3 dimensiones, consigues crear dibujos o documentar proyectos, planos genéricos de todo tipo de ingeniería, arquitectura, cartas o procedimientos de investigación geográfica por insinuar algunas industrias y aplicaciones.

#### **4.2.12. Diagrama espagueti**

Mediante este diagrama se sitúa la repartición del puesto de trabajo, como igualmente el recorrido o distancia en metros que cumple el operador en cada actividad proporcionando una ordenanza secuencial lógico, que se maneja para conseguir con el proceso completo, este diagrama además ayuda enunciar los tiempos de las actividades en el idéntico orden, en relación con cada recorrido.

#### **4.2.13. Fichas de registro de tiempos**

El citado instrumento en una hoja de papel con un formato de filas y columnas(celdas), en el cual se registró los tiempos y actividades de procesos de las líneas de acabado de accesorios para automóviles, las mismas que se logran apreciar al final del trabajo investigativo en el apartado Anexos.

### **5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:**

#### **5.1. DIAGNÓSTICO INICIAL Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA PARA MEJORAR LA GESTIÓN EMPRESARIAL**

La investigación se realizará con la colaboración del personal tanto administrativo, de producción y gerencial de la empresa “INARECROM S.A”, ya que a ellos se les preguntará información y se obtendrá datos por su amplio conocimiento que está atravesando actualmente el sistema productivo sus necesidades dentro de la empresa.

##### **5.1.1. Descripción de la empresa INARECROM S.A.**

Reseña histórica



**Figura 5.1.**Logo de la Empresa

INARECROM S.A se originó en el año 1977 por el Sr. Carlo Cruz López, la cual es desde sus inicios hasta hoy una empresa familiar dedicada al desarrollo de productos dentro del área de carrocerías y líneas de acabado superficial de accesorios de las mismas como guardachoques delanteros, posteriores, rollbar, estribos, tiros etc. La ubicación de la planta principal actual es en la provincia de Tungurahua cantón Ambato panamericana norte Km 5  $\frac{1}{2}$  en el barrio El Pisque la Unión, la implementación a través de los años de tecnologías modernas para cromado y niquelado con el fin de ofrecer un mejor servicio a sus clientes, además cuenta con

otros recubrimientos como galvanizado, tropicalizado y pintura electroestática para toda clase de piezas o partes metálicas ver el (ver Anexo A).

### **5.1.2. Factores externos**

#### **Principales clientes**

En el mundo comercial los principales compradores que son fieles son:

- ATU (Fabricación de muebles y accesorios metalmecánicos)
- CEPEDA (La mayor parte de las cooperativas de transporte urbanas Inter cantonales e interprovinciales, cede carrocerías a nivel nacional con agudos estándares de calidad)
- IMCE (Industrial metalmecánica Cepeda en construcción de carrocerías).
- ECUATRAN (elaboran de transformadores eléctricos de calidad garantizada)
- MIRAL (Diseña y construye autobuses en una amplia gama establecida).
- POLICÍA NACIONAL DEL ECUADOR.
- MINISTERIO COORDINADOR DE SEGURIDAD.

#### **Posición de la empresa ante la competencia**

La creciente demanda de partes de automotores con acabados de gran calidad asigna a INARECROM S.A. como de las plantas de producción y servicio muy bien equipada, que logra cumplir con todas las exigencias de sus clientes antes las demás competencias, pero no siente que estén explotando toda su potencia en el ámbito estratégico y tecnológico, pero lo ven de una manera de poder crecer.

La calidad de cromado, galvanizado, todo el ámbito de acabado de accesorios metálico es su mayor orgullo, por lo que la fidelidad de sus clientes es muy bien fundamentada pero su descuido en su área de producción por la falta de herramientas ingenieriles de ámbito industrial frenando así la posición de su nombre como empresa dentro del mercado nacional y originando que esta debilidad se origine oportunidades para otras empresas.

#### **Principales proveedores**

Los proveedores que cuenta la empresa son muy variados pero muy pocos por su necesidad netamente centrada a la contracción y acabado de piezas metálicas, con lo cual sus principales proveedores son:

AMBATOL CÍA.LTDA.

- Planchas metálicas.
- Tubería.
- Varillas.

#### EL CONSTRUCTOR.

- Aditivos químicos
- Áridos
- Hierros-mallas y clavos.
- Impermeabilizante.

#### TUBEGAL

- Accesorios de ferretería.
- Productos de acero.
- Tubería.
- Planchas.

#### COPROQUIM

- Lacas.
- Ácido Crómico.
- níquel.
- ácido clorhídrico.

### **5.1.3. Factores internos**

#### **Misión.**

Ofrecer al cliente un producto garantizado, elaborado con materia prima de la mejor calidad, tecnología avanzada y a un precio competitivo, que nos permita alcanzar adecuados niveles de rentabilidad y el bienestar para nuestro personal

#### **Visión.**

Ser reconocida como una Empresa líder en la fabricación de accesorios para toda clase de vehículos, así como también en el servicio de cromado de partes y piezas metálicas satisfaciendo los gustos y exigencias de nuestros clientes, contribuyendo así con la sociedad, el medio ambiente y al desarrollo productivo del país.

#### **Estructura Organizativa.**

Inarecrom S.A está constituido por una estructura organizativa (ver Anexo A).

Los trabajadores que prestan sus servicios a dicha entidad son de 22, los cuales 10 se encargan de la parte de la dirección, contabilidad, financiera mientras que 12 son del departamento de producción y bodega.

La designación del personal que se divide en cada área es la siguiente: 2 personas son encargadas de las preparación y mantenimiento de las piscinas en las cuales se sumergen las diferentes piezas del área de cromado, 2 son de área de construcción de partes y accesorios de vehículos, 4 del área de pulido, 1 en el área de lavado, 1 en el área de quemado, 1 en el área de galvanizado, 1 en el área de pintura electroestática.

### **Materias primas y cartera de productos.**

En el ámbito de materia prima el más común es tol, varillas, ángulos del ámbito de hierro y acero, aluminio en sus distintos tipos de presentaciones químicos para los tanques de acabado el cual se cumplen con todas las normas de calidad.

Clasificación del producto por célula de trabajo mediante la matriz básica de máquinas y componentes (ver Anexo B).

#### Cromado y pintado

- Estribos.
- Guardachoques delanteros.
- Guardachoque posterior.
- Grada Hidráulica.

#### Cromado

- Protección de Computadores.
- Tapacubos.
- Aros de camiones.
- Mascarillas
- Faros.

#### Pintado electroestático.

- Parrillas
- Tiros.

#### Galvanizado

- Cajas de herramientas

- Dados.
- Tobos de escape.

Tropicalizado

- Mariposas de sujeción.
- Pernos.
- Tuercas.

Mediante el un parteo también se pudra identificar los A-B-C de productos principales para la empresa en el cual el primer Pareto de ventas refleja cual son los que más dinero genera a la empresa mientras que el segundo identifica la cantidad de productos que ellos producen y esto se realizó mediante un histórico de datos en los meses desde julio del 2020 hasta mayo 2021 (ver Anexo B), el cual se pudo identificar como producto estrella tanto como demanda como ventas al producto 9 que en este caso seria los Aros de camiones.

Con la ayuda de la tabla de procesos de columnas múltiples se puede observar los actuales procesos de acabado en al área de producción, en el que se define cuáles son las operaciones que se utiliza para cada producto saliente de la empresa, esto también se lo realizo para poder identificar la Eficiencia que nos lanzó de un 43% de las líneas de los 18 productos.

## **5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.**

### **5.2.1. Clasificación del sistema**

El sistema de producción de la empresa Inarecrom S.A. es de un sistema tipo taller porque fabrican sus productos de acuerdo con las disposiciones establecidas por el cliente por medio de la utilización de una distribución física, que se podría considerar a este tipo de sistema tipo taller como un caso de procesos de lote por su fabricación, casi siempre en pequeñas cantidades siguiendo los requerimientos de los clientes. Su semejanza al proceso de lotes crea matices al taller de trabajo por utilización de equipos para trabajos generales con un flujo intermitente, su maleabilidad a la combinación de productos y el volumen de producción, pero sus deficiencias son los cotos al ser altos debido al volumen y la estandarización son bajas. y a medida que se transforma la materia prima es de un proceso discreto, con un sistema (Job – Shop) por que la materia prima surge rutas tecnológicas diferentes a dependencia de los requerimientos del pedido de los clientes y los productos que se elaboran o se dan servicio de acabado se centran en partes de automotores de acuerdo de especificaciones.

Además, se determinó el coeficiente de operaciones fijadas [40] a partir de los datos del (ver Anexo B) donde la matriz nos da un Kof de 20,56, lo cual conduce que el proceso tiene características serializada pequeña, ratificando la estructura taller que se dio mención en el párrafo anterior.

### **Diagrama recorrido**

Se representará el diagrama de las líneas de acabado por donde pasa el flujo de que recorre los diferentes productos desde el área de recepción, los diferentes flujos se distinguen de colores (ver Anexo B), por lo tanto, sirve para la verificar el estado actual.

### **Acabado de piezas metálicas.**

Esto dentro es de unos del proceso que más influye en la empresa para lo cual la empresa usa un proceso lógico secuencial, lo que hace que cada operación mantenga una disposición específica de la misma manera el manejo de diferentes herramientas y equipos distinguen a la operación sea cumplida con el mayor estándar de calidad.

Los puestos de trabajo de la línea bien sean cromado, galvanizado o pintura, cuanta con el personal altamente especializado a la vez que por parte de Inarecrom S.A brinda capacitaciones frecuentemente para que los operarios aducirán las nuevas tendencias y se retroalimenten para mejorar sus actividades diarias dentro de la empresa y esto llevaran a una potencia crecimiento de la producción a su vez resguardando la protección de los mismos con el equipo de protección adecuado.

En las líneas respetivas de acabados cuentan con las maquinarias eléctricas, electro neumáticas especializadas para el montaje de accesorios de piezas metálicas para las diferentes tinas o bombas y para la verificación cuentas con herramientas para, medir el nivel de ph del agua, la acides crómico y de los aditivos (CR-A, CR-B, CR-C).

Por el medio del departamento de calidad se verificar el acabado de las piezas y esto es más meticulosos ya que los rayones o acabado de materias les en mas estado puede ser muy común.

## 5.2.2. Diagramas de flujo de los procesos de la empresa Inarecrom S.A.

### 5.2.2.1 Cromado. (ver Anexo C)

- 1 **Operación Combinada 1.-** Recepción e Inspección de la pieza metálica producidas por la empresa o que el cliente trae.
- 2 **Transporte 1.-** Traslado de la pieza al área de lavado.
- 3 **Operación 1.-** Remover la pintura mediante procedimiento de fraguado.
- 4 **Operación 2.-** Remover el Oxido (ácido clorhídrico), la tina remueve oxido y/o material o residuos de fragua y luego se limpia con waipe.
- 5 **Operación 3.-** Desengrasar (agua y desengrase), pasa los artículos o piezas por tinas de agua y de desengrase (kleanex 81).
- 6 **Transporte 2.-** Traslado al Área de pulido, transporte área de pulido y reparte de manera equitativa a los operarios de pulido.
- 7 **Operación 4.-** Pulido, coloca el artículo en mecanismos de soporte y procede a pulirlos, tiempo difiere.
- 8 **Trasporte 3.-** Traslado al área de cromado.
- 9 **Operación Combinada 2.-** Desengrasar, sumerge en la tina de desengrase para remover los residuos de pulido.
- 10 **Operación 5.-** Lavado (detergente), Saca y sumerge en tina con solución detergente para lavar los artículos o piezas.
- 11 **Operación 6.-** Neutralizado, traslada y sumerge los artículos a la tina de neutralizado.
- 12 **Operación 7.-** Lavado (agua), retira, traslada y sumerge los artículos en la tina de agua para remover residuos.
- 1 **Operación 8.-** Niquelado, retira y coloca con sujeción los artículos o piezas en la tina de níquel mate.
- 2 **Operación 9.-** Brillo, retira, traslada y coloca con sujeción los artículos o piezas en la tina de níquel brillo.
- 3 **Operación 10.-** Lavado (agua), Retira, traslada y sumerge los artículos en la tina de agua para remover residuos.
- 4 **Operación 11.-** Cromado, retira, traslada y coloca con sujeción en tina de cromo.
- 5 **Operación 12.-** Lavado (agua), retira, traslada y sumerge los artículos en la tina de agua para remover residuos cromo.

- 6 Operación 13.-** Limpieza (agua y aire comprimido), Retira, traslada y seca los artículos o piezas con aire comprimido.
- 7 Inspección 1.-** Revisión de Acabado, verifica los artículos o piezas para determinar el nivel de calidad de cromado.
- 8 Operación Combinada 3.-** Embalaje y traslado, prepara el embalaje de artículos o piezas.
- 9 Operación Combinada 4.-** Entrega a logística para su almacenamiento temporal en la bodega.

**5.2.2.2 Galvanizado** (ver Anexo C)

**13 Operación Combinada 1.-** Recepción e inspección de la pieza metálica, producidas por la empresa o que el cliente trae procesado.

**14 Transporte 1.-** Traslado de la pieza al área de lavado.

**15 Operación 1.-** Remover el Oxido introduce artículos o piezas en la tina de ácido clorhídrico.

**16 Operación 2.-** Remojar, retira los artículos o piezas y los lava en tinas de agua por dos ocasiones.

**17 Operación 3.-** Desengrasar, introduce artículos o piezas en la tina de desengrasante.

**18 Transporte 2.-** Se trasladan las piezas al área de galvanizado.

**19 Operación 4.-** Galvanizar, sumerge los artículos o piezas en la tina de galvanizado.

**20 Operación 5.-** Lavar, introduce en la tina de enjuague para lavarlas.

**21 Operación Combinada 2.-** Revisar el acabado, traslada los artículos o piezas lavadas a la bandeja de descarga para su revisión.

**22 Operación 6.-** Lavado, lava los artículos o piezas sumergiéndolos en un recipiente de agua.

**23 Operación 7.-** Apaciguar, sumerge los artículos o piezas en el recipiente de apaciguado.

**24 Operación 8.-** Secado, Traslada e introduce en la máquina centrífuga.

**25 Inspección 1.-** Verifica y revisa estado de los artículos y piezas.

**26 Operación Combinada 3.-** Empaque y traslado, realizar el empaque de los artículos o piezas en cajas de cartón o bolsas.

**27 Operación Combinada 4.-** Entrega a logística para su almacenamiento temporal en la bodega.

**5.2.2.3 Galvanizado – Tropicalizado** (ver Anexo C)

**28 Operación Combinada 1.-** Recepción e inspección de la pieza metálica, producidas por la empresa o que el cliente trae procesado.

**29 Transporte 1.-** Traslado de la pieza al área de lavado.

**30 Operación 1.-** Remover el Oxido introduce artículos o piezas en la tina de ácido clorhídrico.

**31 Operación 2.-** Remojar, retira los artículos o piezas y los lava en tinas de agua por dos ocasiones.

**32 Transporte 2.-** Se trasladan las piezas al área de galvanizado.

**33 Operación 4.-** Galvanizar, sumerge los artículos o piezas en la tina de galvanizado.

**34 Operación 5.-** Lavar, introduce en la tina de enjuague para lavarlas.

**35 Operación Combinada 2.-** Revisar el acabado, traslada los artículos o piezas lavadas a la bandeja de descarga para su revisión.

**36 Operación 6.-** Lavado, lava los artículos o piezas sumergiéndolos en un recipiente de agua.

**37 Operación 7.-** Apaciguar, sumerge los artículos o piezas en el recipiente de apaciguado.

**38 Operación 8.-** Secado, Traslada e introduce en la máquina centrífuga.

**1 Inspección 1.-** Verifica y revisa estado de los artículos y piezas.

**39 Operación Combinada 3.-** Empaque y traslado, realizar el empaque de los artículos o piezas en cajas de cartón o bolsas.

**40 Operación Combinada 4.-** Entrega a logística para su almacenamiento temporal en la bodega.

**5.2.2.4 Pintura Electroestática (ver Anexo C)**

- 41 Operación Combinada 1.-** Recepción e inspección de la pieza metálica, producidas por la empresa o que el cliente trae procesado, traslado área de pintura.
- 42 Operación Combinada 2.-** Inspeccionar y remover residuos de grasa y soldadura.
- 43 Operación 1.-** Lavado, sumerge los artículos o piezas en la tina de fosfatizado.
- 44 Operación 2.-** Secado de los artículos o piezas con aire comprimido.
- 45 Transporte 1.-** Traslado a la cámara de pintura, los artículos colocándolos en ganchos de sujeción.
- 46 Espera 1.-** Verificación de niveles a parámetros de operación de la máquina de pintura: Presión de entrada 90 PSI.
- 47 Operación 3.-** Pintado, realiza recubrimiento de pintura electrostática.
- 48 Transporte 2.-** Traslado al horno los artículos de piezas recubiertas al horno de pintura.
- 49 Operación 4.-** Horneado, Sujeta y cierra las puertas del horno y enciende para la operación.
- 50 Transporté 3.-** Retira los artículos o piezas fríos y los coloca en una mesa de trabajo.
- 51 Operación Combinada 3.-** Embalaje y traslado, realiza el embalaje de los artículos o piezas con material plástico.
- 52 Operación Combinada 4.-** Entrega a logística para su almacenamiento temporal en la bodega.

### 5.3. MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA.

Dentro de los indicadores que se mejorara, se debe conocer cuáles los estándares de producción actuales de la empresa Inarecrom S.A. donde se enfocara la problemática existente, los datos que se presentara a continuación indican cuales son niveles actuales entre ingresos y el personal y esto servirá para poder calcular la productividad actual que se muestra (ver Tabla 5.1.), con lo cual se podrá calcular la estabilidad que no dio un valor de 62%, el cual nos indica que en productividad no es estable.

**Tabla 5.1.** Análisis de productividad.

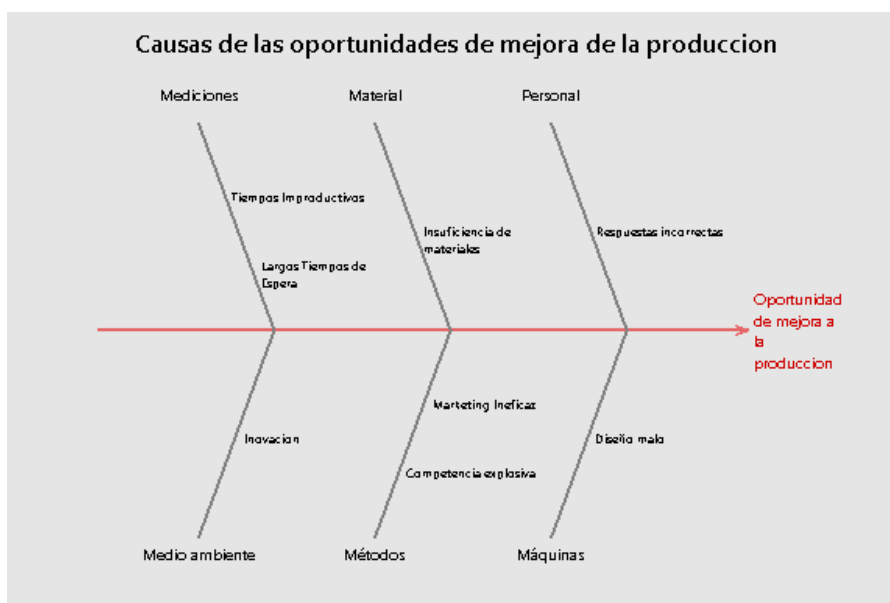
ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD											
Mes	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo
Ingresos	\$ 1.848,51	\$ 1.708,92	\$ 2.624,01	\$ 2.428,02	\$ 3.502,44	\$ 2.057,19	\$ 1.097,69	\$ 1.001,10	\$ 1.101,92	\$ 1.900,68	\$ 2.034,63
Trabajadores	30	26	25	25	24	24	24	24	23	23	22
PT (\$/OP)	\$ 61,62	\$ 65,73	\$ 104,96	\$ 97,12	\$ 145,94	\$ 85,72	\$ 45,74	\$ 41,71	\$ 47,91	\$ 82,64	\$ 92,48
S=	\$ 31,09										
X=	\$ 79,23										

Estabilidad	$1 - \frac{S}{X}$	0,61
-------------	-------------------	------

\*Las unidades son Dólares por operario

Por lo tanto, mediante un Ishikawa se planteará las principales deficiencias de dicho indicador y se buscó causas para poder dar un consenso de lo que se está afectado a la empresa en ámbitos productivos o administrativos y esto se muestra en la (Figura 5.1.).



**Figura 5.2.** Ishikawa de las acusas actuales.

Para determinar cuáles causas son las más importantes de acuerdo al criterio de expertos se emplea el Estadístico W de Kendall y cuyos resultados (ver Anexo D), son obtenidos con el empleo del SPSS, versión 21.0. los Dichos resultados evidencian que existe concordancia en

los criterios de los expertos a un 5% de significación. Además, determina que los tiempos improductivos y los largos tiempos de espera son las causas más importantes de las enunciadas por el Ishikawa, con los rangos de 1,38 y 1,63 respectivamente, y que incide de forma desfavorable sobre los niveles y estabilidad de la productividad actual. Lo anterior, justifica el desarrollo de estudios de tiempos y movimientos que permiten detectar oportunidades de mejora.

#### 5.4. ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE LOS PROCESOS

La muestra de los tiempos del proceso se tomó a partir de 5 muestras las cuales se obtuvo con el método estadístico para el cálculo de observaciones se utilizará la siguiente la ecuación (5.1.).

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n \cdot \Sigma x^2 - \Sigma(x)^2}}{\Sigma x} \right)^2 \tag{5.1.}$$

El cual nos dio por proceso el número de muestra de 4,55 que redondeando sería 5 muestras y a la vez el de la línea de acabado se planteó por proceso y estaciones para mayor factibilidad del estudio no obstante esto también difiera de la toma de decisiones ya que la mayor parte de las tomas se pudieran interrumpir el trabajo del operario y se opta muchas veces por reducir desde un 10% hasta 30% del total de muestras.

Las muestras cronometradas en las cuales estaba el operario, para lo cual los datos estándar se establecieron de esta manera, el trabajo de la planta son 8 diarias de lunes a viernes en el horario de 8:00 am hasta las 16:30pm, Los resultados (ver Tabla 5.2.) indica el proceso con más impacto tanto económico como productivo que es la línea de cromado, los demás procesos (ver Anexo E), se realizó de la misma manera.

**Tabla 5.2.**Tabla de muestra de tiempos del proceso de Cromado

Operaciones	TIEMPOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1. Recepción e inspección de la pieza metálica.	0:09:31	0:08:51	0:09:21	0:10:01	0:07:51
2. Traslado de la pieza.	0:05:52	0:05:45	0:04:40	0:04:32	0:04:50
3. Remover el Oxido (ácido clorhídrico).	0:17:35	0:19:31	0:23:11	0:18:01	0:18:53
4. Remojar (Agua).	0:06:11	0:05:56	0:06:25	0:06:16	0:05:55
5. Desengrasar.	0:02:31	0:01:54	0:02:12	0:02:00	0:01:49
6. Traslado al área de galvanizado.	0:03:36	0:03:17	0:03:09	0:03:21	0:03:59
7. Galvanizar.	0:57:49	0:59:35	1:01:01	1:00:03	0:59:59
8. Lavar.	0:05:13	0:04:59	0:05:51	0:05:21	0:05:46
9. Revisar el acabado.	0:03:51	0:04:00	0:04:33	0:03:31	0:03:50
10. Lavado.	0:03:12	0:03:15	0:02:59	0:03:31	0:03:38
11. Apaciguar.	0:05:17	0:06:01	0:04:57	0:05:13	0:05:00
12. Secado.	0:08:16	0:07:59	0:08:01	0:08:01	0:07:58
13. Inspección.	0:05:31	0:05:16	0:05:51	0:05:56	0:05:40
14. Empaque y traslado.	0:10:19	0:09:51	0:11:01	0:09:11	0:11:31
15. Entrega	0:04:36	0:04:51	0:05:11	0:04:31	0:05:01
Tiempos estacionales	2:29:20	2:31:01	2:38:23	2:29:29	2:31:41

\*las unidades son hh:mm:ss.

Para mejor elaboración se planteará escoger por estaciones de trabajo y con la obtención de los tiempos de la estación de Cromado que son doce actividades, se establecen los tiempos estacionales, los cálculos para verificar tanto las muestras o los tiempos estacionales (ver Tabla 5.3.).

**Tabla 5.3.** Muestra de tiempos de la estación de Cromado.

Operaciones	TIEMPOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1. Desengrasar.	0:33:51	0:35:00	0:33:21	0:35:31	0:34:50
2. Lavado (detergente).	0:03:11	0:03:17	0:02:51	0:03:03	0:03:02
3. Neutralizado.	0:05:17	0:06:01	0:04:57	0:05:13	0:05:00
4. Lavado (agua).	0:02:49	0:02:59	0:03:01	0:03:01	0:02:58
5. Niquelado.	0:29:31	0:30:16	0:29:51	0:30:56	0:29:40
6. Brillo.	1:31:19	1:19:51	1:21:01	1:19:11	1:21:31
7. Lavado (agua).	0:04:36	0:04:51	0:05:11	0:04:31	0:05:01
8. Cromado.	0:03:22	0:02:56	0:03:01	0:03:10	0:03:09
9. Lavado (agua).	0:03:01	0:02:46	0:03:36	0:03:16	0:03:13
10. Limpieza (agua y aire comprimido).	0:12:50	0:14:46	0:14:56	0:15:00	0:15:09
11. Revisión de Acabado.	0:13:47	0:15:33	0:14:59	0:16:01	0:15:04
12. Embalaje y traslado.	0:09:31	0:09:57	0:11:01	0:09:58	0:10:09
Tiempos estacionales	3:33:05	3:28:13	3:27:46	3:28:51	3:28:46

\*las unidades son hh:mm:ss

#### 5.4.1. La desviación estándar

En la estación de cromado corresponde a unas de las líneas de acabado superficial de la empresa, se registrará las cinco muestras que se los realizo (ver Tabla 5.4.), de las que se obtiene un tiempo promedio de 3 horas con 29 minutos y 20 segundos, y una desviación estándar de 2 minutos y 8 segundos. Para las estaciones de Recepción de material, Lavado, Galvanizado, Galvanizado-Tropicalizado, pintura Electroestática, Pulido, Entrega de material (ver Anexo E), En el cálculo de la desviación estándar se lo realizo mediante la ecuación (5.2.).

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}} \tag{5.2.}$$

**Tabla 5.4.** Desviación Estándar en unidades de tiempo y numero

Nº	T1	T2	T3	T4	T5	ΣTotal	TP	Desv
Min	213,0867	208,2233	207,7733	208,8533	208,7700	1046,7067	209,3413	2,14
hh:mm:ss,dd	3:33:05	3:28:13	3:27:46	3:28:51	3:28:46	17:26:42	3:29:20	0:02:08

\*las unidades min

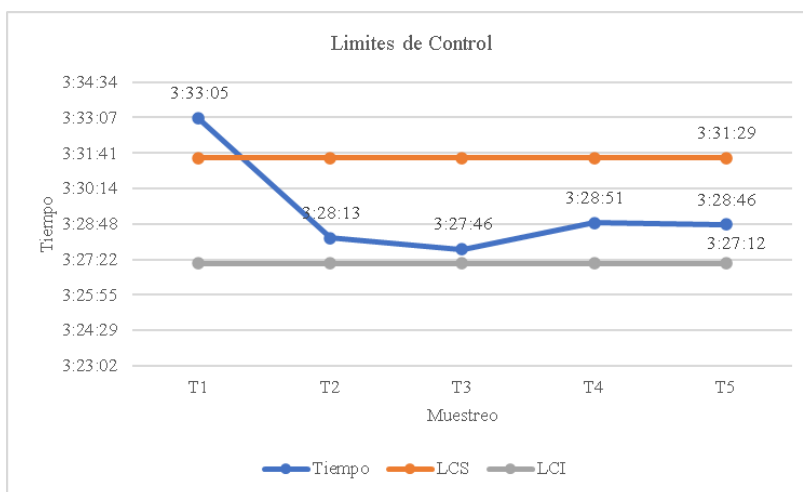
El Resultado obtenido de la desviación estándar resultante tendrá una tolerancia de ± 2 minutos y 8 segundos, que esto se utilizará para realizar los puntos de control de un máximo

de 3 horas con 31 minutos y 29 segundos y el mínimo de 3 horas con 27 minutos y 12 segundos los resultados obtenidos se los realizará con la ecuación (5.3.).

$$T_{max.} = (TP + Desv.) \text{ min} \qquad T_{min.} = (TP - Desv.) \text{ min} \qquad (5.3.)$$

$$T_{max.} = (209.34 + 2.14) = 211.49 \approx 3:31:29 \quad T_{min.} = (209.34 - 2.14) = 207.20 \approx 3:27:12$$

Mediante estos datos se consideró dentro de la tolerancia de Tmax y Tmin los siguientes datos, T2 con 3 horas con 28 minutos y 13 segundos, T4 3 horas con 28 minutos y 51 segundos, T5 3 horas con 27 minutos y 12 segundos, Se utilizará los datos (ver Tabla 5.3.), como base para la representar (ver Figura 5.3.). Para las estaciones de Recepción de material, Lavado, Galvanizado, Galvanizado-Tropicalizado, Pintura Electroestática, Pulido, Entrega de material (ver Anexo E).



**Figura 5.3.** Representación de los puntos de control con relación a las tolerancias en la estación de Cromado

#### 5.4.2. Tiempo Promedio.

El Tiempo promedio se realizará en base al número de muestras que se encuentra dentro de la tolerancia que se determinó anteriormente (ver Figura 5.3), se utilizará la ecuación (5.4.).

$$Promedio = \left( \frac{\Sigma \text{ de las muestras}}{\text{Numero de muestras}} \right) \qquad (5.4.)$$

El análisis para determinar los promedios de las actividades, se obtiene con la suma total de la estación de Cromado en base (ver Tabla 5.10.) en las que se obtiene como resultado el tiempo promedio estacional de 3 horas con 29 minutos y 20 segundos.

### 5.4.3. Método de valoración del ritmo de trabajo

El ritmo de trabajo esta influenciados por factores que expresan el desenvolvimiento del operario en la estación de trabajo mediante ciertos estándares como la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia, con esto mediante se valoró cada factor de: 0.00 D – Promedio por que los procesos de acabado presentan un nivel estable, lo cual fija esta valoración para todas las líneas lo que se quiere decir que el ritmo de trabajo es del 100% (ver Tabla 5.5., 5.6 y 5.7.).

**Tabla 5.5.** Factor de desempeño de todas las Estaciones de acabado

Factor	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	∑Total	Total del R.
Rirmo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100%

\*las unidades %

**Tabla 5.6.** Sistema Westinghouse para calificación del ritmo del trabajo

Habilidad		Esfuerzo	
+0.15	A1	+0.15	A1
+0.13	A2-Habilisimo	+0.13	A2-Habilisimo
+0.11	B1	+0.11	B1
+0.08	B2-Excelente	+0.08	B2-Excelente
+0.06	C1	+0.06	C1
+0.03	C2-Bueno	+0.03	C2-Bueno
0.00	D-Promedio	0.00	D-Promedio
-0.05	E1	-0.05	E1
-0.10	E2-Regular	-0.10	E2-Regular
-0.15	F1	-0.15	F1
-0.22	F2-Deficiente	-0.22	F2-Deficiente

\*las unidades %

**Tabla 5.7.** Sistema Westinghouse para calificación del ritmo del trabajo

Condiciones		Consistencia	
+0.06	A-Ideales	+0.06	A-Ideales
+0.04	B-Excelente	+0.04	B-Excelente
+0.02	C-Buenas	+0.02	C-Buenas
0.00	D-Promedio	0.00	D-Promedio
-0.03	E-Regulares	-0.03	E-Regulares
-0.07	F-Males	-0.07	F-Males

\*las unidades %

### 5.4.4. Tiempo Normal

Para la estación de Cromado correspondiente a unos de los procesos de acabado, se registran 3 tiempos cronometrados por las actividades del operario, los datos arrojados del Tiempo Normal se los obtendrán fundamentadas a la Tabla con lo cual se obtendrá el tiempo normal por cada actividad y un tiempo estacional normal de 3 horas con 28 minutos y 37 segundos, se utilizará la ecuación (5.5.).

$$TN = TO \left( \frac{\text{Ritmo determinado}}{\text{Ritmo estandar}} \right) \quad (5.5.)$$

### 5.4.5. Tiempo Estándar

Se determinará los tiempos estándares por las actividades de la estación de Cromado se debe tener en consideración los suplementos por descanso que fue establecido por la Organización Internacional del Trabajo OIT, el cual (ver Tabla 5.8.), se cabe recalcar que los suplementos se clasifican por suplementos constantes y variables.

**Tabla 5.8.** Suplementos por descanso [41]

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES		Hombres	Mujeres		
A. Suplemento por necesidades personales		5	7		
B. Suplemento base por fatiga		4	4		
2. SUPLEMENTOS VARIABLES		Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie		2	4	4	45
B. Suplemento por postura anormal				2	100
Ligeramente incómoda		0	1		
incómoda (inclinado)		2	3		
Muy incómoda (echado, estirado)		7	7		
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)					
Peso levantado [kg]					
2,5		0	1		
5		1	2		
10		3	4		
25		9	20		
35,5		22	máx		
D. Mala iluminación					
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0		
Bastante por debajo		2	2		
Absolutamente insuficiente		5	5		
E. Condiciones atmosféricas					
Índice de enfriamiento Kata					
16		0			
8			10		
				F. Concentración intensa	
				Trabajos de cierta precisión	0 0
				Trabajos precisos o fatigosos	2 2
				Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5 5
				G. Ruido	
				Continuo	0 0
				Intermitente y fuerte	2 2
				Intermitente y muy fuerte	5 5
				Estridente y fuerte	
				H. Tensión mental	
				Proceso bastante complejo	1 1
				Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4 4
				Muy complejo	8 8
				I. Monotonía	
				Trabajo algo monótono	0 0
				Trabajo bastante monótono	1 1
				Trabajo muy monótono	4 4
				J. Tedio	
				Trabajo algo aburrido	0 0
				Trabajo bastante aburrido	2 1
				Trabajo muy aburrido	5 2

\*las unidades %

El Tiempo estándar por las actividades se obtendrán mediante la relación de tiempo normal de las actividades adicionales que se multiplica por uno y la suma del suplemento que se consideraría necesario dependiendo de las actividades realizadas por el operario en la estación de Cromado de los procesos de acabado de la empresa, se considera los suplementos más adecuados ver (tabla 5.9.), en cual se remarcan los suplementos constantes por necesidades personales y fatiga y los variables trabajo de pie, fuerza o gasto de energía muscular, si la estación se encuentra con ruido y si el trabajo presenta una carga de tensión mental. Los suplementos de las estaciones (ver Anexo E).

**Tabla 5.9.** Suplementos que se consideró para la estación de Cromado

Suplementos fijos		
Suplementos	Valoración	Actividades relacionadas
Constante	5	Todas
Fatiga	4	
Trabajo en pie	2	
Total	11	
Suplementos Variables		
Uso de la fuerza 5kg	1	Traslado a las ares respetivas de acabado
Ruido	2	Por estar cerca del área de Pulido
Tensión Mental	1	Control del tiempo de sumergido de tinas
Total	4	

\*las unidades %

**Tabla 5.10.** Tiempos Estandarizados de las actividades de la estación de Cromado

Operaciones	TIEMPOS			Tiempos Adquiridos					
	T2	T4	T5	Prom.	TO	Ritmo	TN	SUPLE	TS
1. Desengrasar.	0:35:00	0:35:31	0:34:50	0:35:07	0:35:07	100%	0:35:07	12%	0:39:20
2. Lavado (detergente).	0:03:17	0:03:03	0:03:02	0:03:07	0:03:07	100%	0:03:07	12%	0:03:30
3. Neutralizado.	0:06:01	0:05:13	0:05:00	0:05:25	0:05:25	100%	0:05:25	12%	0:06:04
4. Lavado (agua).	0:02:59	0:03:01	0:02:58	0:02:59	0:02:59	100%	0:02:59	12%	0:03:21
5. Niquelado.	0:30:16	0:30:56	0:29:40	0:30:17	0:30:17	100%	0:30:17	12%	0:33:55
6. Brillo.	1:19:51	1:19:11	1:21:31	1:20:11	1:20:11	100%	1:20:11	12%	1:29:48
7. Lavado (agua).	0:04:51	0:04:31	0:05:01	0:04:48	0:04:48	100%	0:04:48	12%	0:05:22
8. Cromado.	0:02:56	0:03:10	0:03:09	0:03:05	0:03:05	100%	0:03:05	12%	0:03:27
9. Lavado (agua).	0:02:46	0:03:16	0:03:13	0:03:05	0:03:05	100%	0:03:05	12%	0:03:27
10. Limpieza (agua y aire comprimido).	0:14:46	0:15:00	0:15:09	0:14:58	0:14:58	100%	0:14:58	12%	0:16:46
11. Revisión de Acabado.	0:15:33	0:16:01	0:15:04	0:15:33	0:15:33	100%	0:15:33	12%	0:17:25
12. Embalaje y traslado.	0:09:57	0:09:58	0:10:09	0:10:01	0:10:01	100%	0:10:01	15%	0:11:32
Tiempos estacionales	3:28:13	3:28:51	3:28:46		3:28:37		3:28:37		3:53:57

\*las unidades %, hh:mm:ss.

## 5.5. BALANCE DE LA LÍNEA DE CROMADO

El fin de determinar el tiempo estándar total de toda la línea de cromado se define en dos partes la primera es el análisis de los tiempos estándares totales estacionales, de la cual el tiempo de la sección de recepción el TS es de 16 minutos con 93 segundos (Cr), el de la sección de lavado un TS de 35 minutos y 12 segundos (Cr), la estación pulido con TS de 41 minutos con 9 segundos, la estación de cromado de un TS de 3 horas con 53 minutos y 57 segundos, la estación de entrega con TS de 11 minutos con 10 segundos (Cr) (ver Anexo E).

Con el análisis de los tiempos estándar por cada estación se analizará los tiempos por actividad, con el resultado que cada operario ajuste la carga de trabajo de su jornada laboral el cual se analizó junto con los tiempos que se considerarían improductivos (ver Tabla 5.12.) para observar las demás líneas (ver Anexo E).

**Tabla 5.11.** Tiempos estacionales estándar de la Línea de Cromado

Estación	TS (hh:mm:ss)	TS (min)
Recepción	0:16:39	16.65
Lavado	0:35:12	35.20
Pulido	0:41:09	41.15
Cromado	3:53:57	233.95
Entrega	0:11:10	11.17
<b>Sub Total</b>	<b>5:38:07</b>	<b>338,12</b>
Encendido de las maquinas	0:05:00	5,00
Verificación del funcionamiento del sistema	0:05:00	5,00
Control de niveles de las tinas	0:10:00	10,00
Reuniones en la mañana	0:05:00	5,00
<b>Total, de la línea</b>	<b>6:03:07</b>	<b>363,12</b>

\*las unidades hh:mm:ss, minutos.

Para continuar con el análisis el valor se dividirá para el número de unidades que son 6, para conocer el tiempo estándar por unidad que es de 60.52 minutos.

**Tabla 5.12.** Distribución de tiempos necesarios e improductivos en la Jornada Laboral

Actividad	T (hh:mm:ss)	TS (min)
Break	0:10:00	10,00
Almuerzo	0:30:00	30,00
<b>Tiempo Total Improductivo</b>	<b>0:40:00</b>	<b>40,00</b>
Tiempo Laboral	8:00:00	480,00
Tiempo Disponible	7:10:00	440,00
Lotes Planificados	6 unid	2

\*las unidades hh:mm:ss, numero.

### 5.5.1. Takt Time

El análisis anterior (ver Tabla 5.12.), se determinará y obtendrá el tiempo disponible de 7 horas con 15 minutos y 0 segundos que corresponde a 440 minutos que se tiene operativa la

empresa respecto a la línea de acabado de Cromado de la cuales generan 1 lotes de 6 unidades por capacidad actual, se utilizará la ecuación (5.6.)

Takt Time (Unidad)

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible\ laboral}{Unidades\ Planificadas} \quad (5.6.)$$

$$Takt\ time = \frac{440\ min}{6\ unidades}$$

$$Takt\ time = 73.33 \frac{min}{unidad}$$

El resultado del Takt Time indicará el tiempo de ciclo de 73.33 min en el cual debe salir una unidad de la línea de Cromado.

El resumen del Takt time de las distintas líneas (ver Tabla 5.13), como se realizará los cálculos (ver Anexo E)

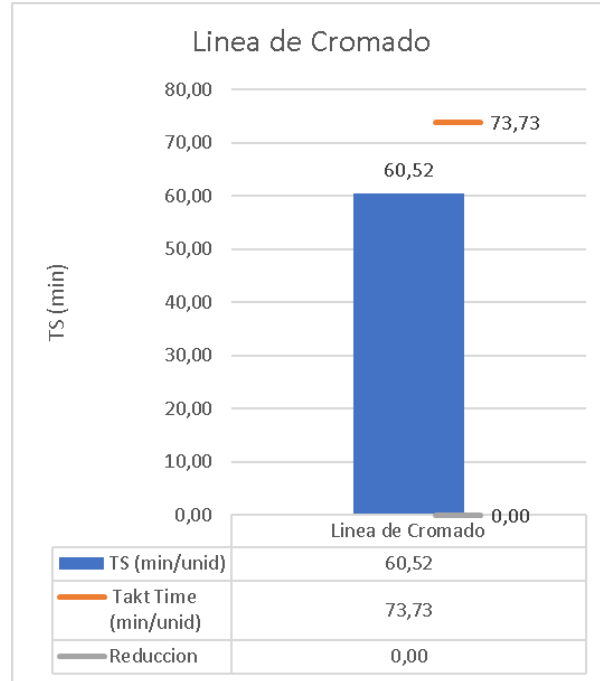
**Tabla 5.13.** Resultados Takt time de las líneas de acabado

Línea de Acabado	Takt Time Unidades
Galvanizado	29.33 min
Tropicalizado	29.33 min
Pintura Electroestática	88.00 min

\*las unidades min.

## 5.6. GRAFICA DE LA REPRESENTACIÓN DE LA LÍNEA DE CROMADO EQUILIBRADA.

Para una mejor comprensión del análisis de los tiempos de cada estación de la línea de acabado de Cromado, (ver Tabla 5.13.), en la cual se detalla los tiempos en los cuales funciona cada estación para sus actividades, aumento el resultado del Takt time el cual indica el tiempo en el que demora un lote en salir de línea, (ver Anexo E) para observar las demás líneas



**Figura 5.4.** Equilibrio de la línea

Con la representación se observa la relación de los tiempos de las estaciones que intervienen en la línea de cromado y el tiempo de ciclo o Takt time obtenido, esto ayuda a la toma de decisiones para distribuir de mejor manera los tiempos, con esto se lograra un balance equilibrado de las estaciones de las líneas, ajustando con lo que se necesita para dar el acabado a la unidad.

### 5.6.1. Trabajadores Requeridos

Para poder determinar el número de operarios se efectuó, la relación entre el total de tiempos de las tareas por estación que es 363,12 minutos dividido para el tiempo de ciclo o Takt time de 73.33 min por unidad, el cual el resultado que se obtuvo fue 5 operarios por estaciones de trabajo, se utilizará la ecuación (5.7.).

$$TR = \frac{\Sigma \text{Tiempo de las tareas}}{\text{Takt time}} \quad (5.7.)$$

$$TR = \frac{363.12 \text{ min}}{73.33 \text{ min}}$$

$$TR = 4.95 \approx 5 \text{ Trabajadores}$$

El resumen de los trabajadores requeridos de las distintas líneas (ver Tabla 5.14), como se realizará los cálculos (ver Anexo E)

**Tabla 5.14.** Resultados Estaciones de las líneas de acabado

Línea de Acabado	TR
Galvanizado	7
Tropicalizado	7
Pintura Electroestática	2

\*las unidades estaciones

### 5.6.2. Eficiencia de la línea de Cromado

Los tiempos resultantes de las cinco estaciones de la línea de cromado se correlaciona al número de estaciones y al tiempo de ciclo o Takt time el resultado del cálculo nos indica la eficiencia en la que dispone la línea para efectuar 2 lotes de 6 unidades que se planifico por la empresa, la cual tuvo el resultado de 99.03%, se utilizará la ecuación (5.8.).

$$Eficiencia\ de\ la\ linea = \frac{Suma\ de\ todos\ los\ tiempos\ de\ la\ linea}{Numero\ de\ Operarios * Takt\ time} * 100\% \quad (5.8.)$$

$$Eficiencia\ de\ la\ linea = \frac{363.12\ min}{5 * 73.33\ min} * 100\%$$

$$Eficiencia\ de\ la\ linea = 99.03\%$$

El resumen de las eficiencias de las distintas líneas (ver Tabla 5.15), como se realizará los cálculos (ver Anexo E).

**Tabla 5.15.** Resultados Eficiencia de las líneas de acabado

Línea de Acabado	Eficiencia
Galvanizado	96.53%
Tropicalizado	97.35%
Pintura Electroestática	88.96%

\*las unidades %

### 5.6.3. Índice de Productividad

Mediante el índice de productividad se puede demostrar las unidades del lote que se logra en una hora con ayuda de cada estación de trabajo, el valor que se obtiene indica que se debe producir casi un 0,8178 de la unidad, con esto la determinación de la IP tiene una correlación a las unidades diarias de producción y la disposición de tiempo el cual se dispone, se utilizará la ecuación (5.9.)

$$IP = \frac{Produccion\ diaria}{Tiempo\ disponible\ laboral} \quad (5.9.)$$

$$IP = \frac{6\ unidades}{440\ min}$$

$$IP = 0.01363 \frac{\text{unidades}}{\text{min}}$$

$$IP = 0.01363 \frac{\text{unidades}}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}}$$

$$IP = 0.8178 \frac{\text{unidades}}{\text{Hora}}$$

El resumen de los índices de productividad de las distintas líneas (ver Tabla 5.16), como se realizará los cálculos (ver Anexo E)

**Tabla 5.16.** Resultados IP de las líneas de acabado

Línea de Acabado	NT
Galvanizado	2.045
Tropicalizado	2.045
Pintura Electroestática	0.6818

\*las unidades/hora

#### 5.6.4. Propuesta de Balanceo

Para cumplir con el objetivo de balance de la línea aumentar a la propuesta de mejora de procesos productivos, se procede a equilibrar operaciones que están en cada estación con el Takt time que se obtuvo, en lo cual se demostró que con 5, el cual mediante cálculos refutamos que la eficiencia de la línea es estable, pero la toma de decisión es en base a la empresa el cual reducir personal a 5 sería complica el cual también se opta por 6 estaciones, el resulta obtenido 82% de eficiencia de la línea, también se propone reducción de tiempo por cada estación con el fin de alejarse aún más del Takt time que se establecían anteriormente.

Dentro de la propuesta también se manifestará la reducción de los tiempos de las actividades para ajustar al tiempo de ciclo o Takt time, el cual es más eficiente y rentable por que la empresa pueda cumplir con sus planificaciones de trabajo sin modificar estaciones y con los mismos operarios con futuras reducciones, con ello la misma línea será eficiente ante el aumento de las salidas del producto.

#### 5.7. PROPUESTA DE MEJORA

La propuesta es fundamentada por la parte de estudio de tiempo el cual se indicará la reducción de tiempos en estaciones para poder llegar a la relación con el tiempo estándar con y Takt time para ello se justificará dichas reducciones con métodos de mejora tanto del operario como de la estación, para las demás líneas (ver Anexo E)

Mediante el análisis de tiempos y movimientos se encontrará varias observaciones de la cuales se podrá dar las reducciones respectivas en las cuales para el mejoramiento de la línea los resultados se muestran (ver Tabla 5.17 y 5.18.).

**Tabla 5.17.** Reducción de tiempos. Línea de Cromado

Estación	Propuesta
Recepción	Se recomienda poner puesto de trabajo más cercanos para reducir los tiempos de traslado, también teniendo un catálogo de defectos que se puede repetir y dar un diagnóstico más rápido.
Lavado	Mediante la instalación de una grúa hidráulica para poder dar la traslación más rápido, además tener trabajos en lote seguidos para trabajos de la misma línea
Pulido	Colocar una conexión de electricidad para cada puesto de pulido y automatizar la grúa.
Cromado	Crear una línea cíclica para establecer nuevas unidades y mantener la tina en uso, aumentar la capacidad de las tinas de entrada de 3 a 4 Limpiar por lotes y no por unidad Establecer entendimiento y confiabilidad entre la estación de cromado y pulido para poder ratificar el trabajo que se les encarga Reducir la distancia de la estación
Entrega	N/A

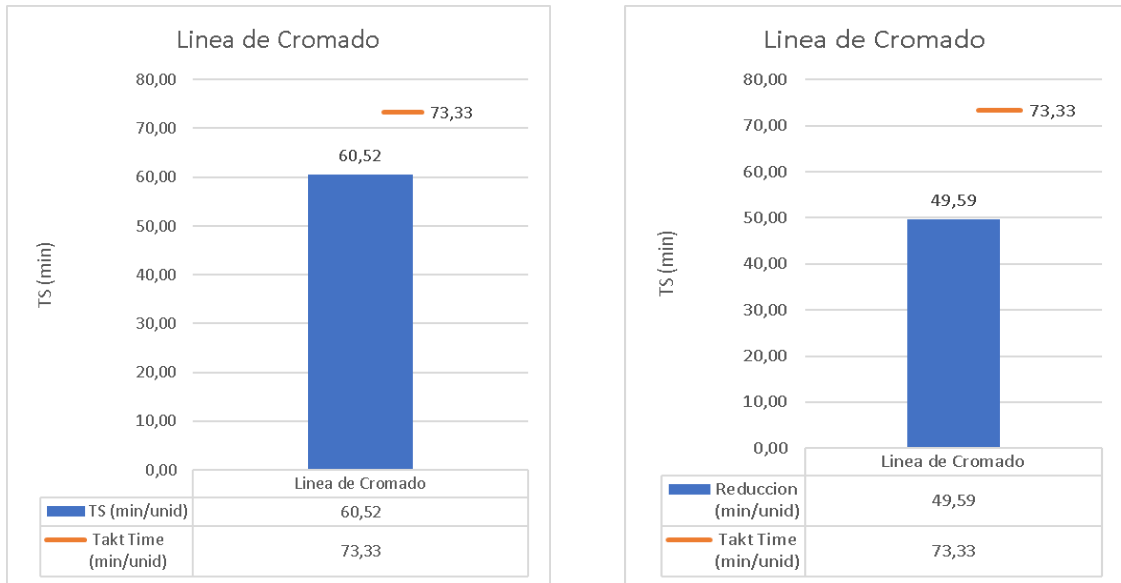
**Tabla 5.18.** Tiempos reducidos mediante la propuesta

Estación	TS (hh:mm:ss)	TS (min)
Recepción	0:11:35	11,58
Lavado	0:22:01	22,01
Pulido	0:21:28	21,48
Cromado	3:26:37	206,62
Entrega	0:10:51	10,85
<b>Total</b>	<b>4:32:32</b>	<b>272,53</b>
Encendido de las maquinas	0:05:00	5,00
Verificación del funcionamiento del sistema	0:05:00	5,00
Control de niveles de las tinas	0:10:00	10,00
Reuniones en la mañana	0:05:00	5,00
<b>Total, de la línea</b>	<b>4:57:32</b>	<b>297,53</b>

\*las unidades hh:mm:ss

Para continuar con el análisis el valor se dividirá para el número de unidades para conocer el tiempo estándar por unidad que es de 49.58 minutos.

Con la propuesta de nuevos métodos de trabajo para la reducción de tiempos se tendrá la opción de verificar de nuevo la línea y constatar el nivel de oscilación que ocurrió con el nuevo tiempo estándar (ver Figura 5.5.).



(a) Actual

(b) Nuevo

**Figura 5.5.** Balance de línea nuevo

La grafica demuestra cuanto fue la reducción del tiempo estándar calculado anterior mente, y el nuevo fue de 297,53 minutos o 4 horas con 57 minutos y 32 segundos el cual indica que en la línea de pudo lograr un lote más al día (ver Tabla 5.19.).

**Tabla 5.19.** Unidades producidas

Modelo	Unidades	T (min)
Actual	6	363.12
Nuevo	6	297.53
Actual	3	179.06
Nuevo	3	136.26

\*unidades/minutos

La diferencia (ver Tabla 5.21.), los nuevos tiempos de producción del modelo sin reducción se observa que para 3 unidades se necesitará 179.06 minutos, que vendrá hacer 2 horas con 59 minutos y 4 segundos, lo cual, incidirá el aumento de un lote más de producción al día (ver Tabla 5.22.), con el aumento se tiene 3 lotes de 3 unidades diarias el cual el tiempo es de 433,79 min o 7 horas con 9 minutos y 43 segundos, el cual estará dentro del tiempo disponible de trabajo de horas con 6 minutos y 28 segundos.

**Tabla 5.20.** Nuevo Modelo

Unidades	T (min)
6	297.53
3	136.26
Total	433.79

\*Unidades/minutos

## 5.8. MEJORA ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD

Con la suma del nuevo lote de productividad se obtendrá un nuevo indicador productivo, con el fin de mejorar unos de los indicadores de producción que vendrá hacer el incremento de ventas para el próximo año, se utilizará la ecuación (5.10.).

$$IP = \frac{\text{Nueva producción diaria}}{\text{Tiempo disponible laboral}} \quad (5.10.)$$

$$IP = \frac{9 \text{ unidades}}{440 \text{ min}}$$

$$IP = 0.0204 \frac{\text{unidades}}{\text{min}}$$

$$IP = 0.02169 \frac{\text{unidades}}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}}$$

$$IP = 1,22 \frac{\text{unidades}}{\text{Hora}}$$

El resumen de los índices de productividad mejorados de las distintas líneas (ver Tabla 5.21), como se realizará los cálculos (ver Anexo E)

**Tabla 5.21.** Resultados IPM de las líneas de acabado

Línea de Acabado	IPM
Galvanizado	2.4545
Tropicalizado	2.4545
Pintura Electroestática	0.9545

\*las unidades/hora

Con respecto se obtendrá un delta del Índice de producción que demostrara los cambios que existían entre el anterior y el propuesto esto se constata (ver Tabla 5.22.), lo que se puede observar es un incremento tanto en número como en porcentaje lo que se representa la mejora en las líneas de acabado.

**Tabla 5.22.** Delta de nuevo indicador con porcentaje

Línea de Acabado	$\Delta$ IPM	%IPM
Cromado	0.4019	49%
Galvanizado	0.4095	20%
Tropicalizado	0.4095	20%
Pintura Electroestática	0.2727	34%

\*las unidades/hora y porcentaje

### 5.9. DESARROLLO DE LA FICHA DE INDICADORES KPIS




Dentro de los indicadores de desempeño existe una variedad de la cual se escogerá el incremento en ventas, pues se podrá observar cuanto es la diferencia entre el modelo antiguo y la modelo propuesta, por lo tanto, se tuvo que calcular los indicadores de producción con lo cual se proyectar mediante un grafica

Los indicadores de desempeño que se utilizara para el incremento de ventas (ver Tabla 5.23.).

**Tabla 5.23.** MEJORA DE TIEMPOS y KPI S

CONEXIÓN MEJORA DE TIEMPOS CON INDICADOR		
OBJETIVO	KPI S	RESPONSABLE
Aumentar los ingresos por Venta de la empresa.	Aumentar en ventas (USD\$)	JEFE DE VENTAS

Para control de los distintos incrementos (ver Tabla 5.24), el cual se propuesta a seguir con el fin de mayor comodidad.

DEFINICION DE NIVELES		DEFINICION DE METAS		DEFINICION DE LIMITES DE ACTUACION	
KPI S	LINEA BASE	KPI S	META	KPI S	LIMITES
Aumento de ventas (USD\$)	\$ 1.800,00	Aumento de ventas (USD\$)	\$ 5.500,00	Aumento de ventas (USD\$)	   <\$1.800,00 >\$ 5.500,00

**Tabla 5.24.** Metas, Niveles, Limites

Los controles se diagnosticarán de la siguiente manera, se considerará cambios mensuales ya que se diagnosticó el sistema tipo taller, que designa estabilidad poco estable.

**Tabla 5.25.** Revisión de los KPI S

DETERMINACION DE FRECUENCIA DE REVISION		FUENTE DE CAPTURA DE LA INFORMACION	
KPI S	FRECUENCIA	KPI S	FUENTE
Incremento de ventas (USD\$)	MENSUAL	Incremento de ventas (USD\$)	REPORTE DE VENTAS POR FACTURA

#### 5.9.1. La mejora del Indicador de ventas

Los datos (ver Tabla 5.1.), muestra cual es el estado actual en ventas de la empresa Inarecrom S.A, y un referente histórico, desde julio hasta mayo en que se realizara el estudio, el cual se

observa las distintas ventas por productor en los meses el cual se debe tener el limitador de \$ 2.000,00

La comparativa de las mismas ventas, pero con la mejora de los indicadores productivos se notará un cambio de 47% de subidas en ventas y cumpliendo con el indicador de desempeño de mejora el cual es de \$4.500,00 dólares el cual se presenta en la siguiente (Tabla 5.26.).

**Tabla 5.26.** Mejoras en ventas con indicadores

ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD CON MEJORA DE INDICADORES											
Mes	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo
Ingresos	\$ 3.156,85	\$ 2.479,40	\$ 4.130,29	\$ 3.303,60	\$ 5.564,99	\$ 3.546,07	\$ 1.865,51	\$ 1.789,56	\$ 1.891,42	\$ 3.045,95	\$ 3.054,23
Trabajadores	30	26	25	25	24	24	24	24	23	23	22
PT	\$ 105,23	\$ 95,36	\$ 165,21	\$ 132,14	\$ 231,87	\$ 147,75	\$ 77,73	\$ 74,56	\$ 82,24	\$ 132,43	\$ 138,83
CONTROLES	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

\* Las unidades son Dólares por operario

**5.10. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):****Impacto técnico**

En referencia a métodos y técnicas de trabajo se puede apreciar una mejora notable al estandarizar los procesos de producción al implementar nuevas herramientas tecnológicas adecuadas para cada proceso. También es importante destacar que se debe tomar en cuenta el bienestar y la comodidad física y mental de los trabajadores que se llevó a cabo mediante tablas de suplementos y ritmo de trabajo en base a las condiciones propias del operario.

**Impacto social**

Al mejorar la productividad de los trabajadores, se requerirá mayor cantidad de ventas y mayor acogida por los clientes beneficiando a trabajadores, también se podría crear más fuentes de trabajo.

**Impacto económico**

El impacto económico que adquiere esta investigación conlleva a incremento ventas por parte de la mejora del indicador producción y control de KPI's el cual se lo realizara, obteniendo un producto de calidad y a su vez reduciendo tiempos improductivas que es pérdida económica por parte de la empresa (ver Tabla 5.27.).

**Tabla 5.27.** Tabla de Ganancia

Ganancia											
Mes	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo
Porcentaje	49%	59%	54%	63%	53%	48%	49%	46%	48%	52%	57%
Dólares (\$)	\$ 1.308,34	\$ 770,48	\$ 1.506,28	\$ 875,58	\$ 2.062,55	\$ 1.488,88	\$ 767,83	\$ 788,46	\$ 789,51	\$ 1.145,27	\$ 1.019,60

\* Las unidades son Dólares USD (\$)

**Impacto Ambiental**

La actividad de producción emite gran contaminación que afecta, no solo al medio ambiente, sino también a todos los seres vivos del entorno, tantas plantas y animales, la planta Inarecrom S.A., consciente de su proceso que ocupa una gran cantidad de agua e residuos químicos, se planta soluciones como un planta de tratamiento de agua, el cual se ayuda a la conservación del líquido vital, el tratamiento de los residuos químicos cumple con la NORMA INEN 2288 y la Normativa Ambiental en el Acuerdo Ministerial No. 06.

## 5.11. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO INVESTIGATIVO

Tabla 5.28. Presupuesto del Proyecto Investigativo

Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
<b>Equipos</b>				
Computador portátil (HP)	1	unidad	750	750
Ratón óptico (Mause)	1	unidad	10	10
Cronometro Industrial	1	unidad	15	15
<b>Transporte y salida de campo (detallar)</b>	0	0	0	0
<b>Material Bibliográfico y fotocopias.</b>				
Hojas papel bon	2	unidad	3.50	7
Esferográficos	2	unidad	0.50	1
Lápiz	2	unidad	0.50	1
Borrador	2	unidad	0.25	0.50
<b>Gastos Varios</b>				
Calculadora Casio	1	unidad	25	25
<b>Programas Office</b>				
Paquete de Office	1	anual	17	17
Minitab.	1	mensual	67	210
IBM SPSS	1	mensual	220	404
AutoCAD	1	mensual	313	313
<b>Otros Recursos (detallar)</b>				
Visitas técnicas A Inarecrom S.A.	0	-	0	0
	10	unid	0.03	0.30
Impresiones a Blanco y Negro	10	unid	0.05	0.50
Impresiones A color	10	unid	0.04	0.40
Copias				
<b>Sub Total</b>				1753.20
<b>12%</b>				210.50
<b>TOTAL</b>				<b>1963,60</b>

\* Las unidades son Dólares USD (\$)

## 6. CONCLUSIONES

- El diagnóstico realizado aflora las principales falencias del proceso de producción. Se constata que los aros de camión (P9) es el producto estrella de la empresa, que la eficiencia del flujo de materiales es del 43% y que la productividad puede ser mejorada. Los expertos coincidieron en la necesidad de un estudio de tiempos y movimientos como vía para elaborar propuestas que conduzcan al incremento de la productividad.
- El estudio de tiempos y movimientos arroja un tiempo estándar de 363.12 minutos, equivalente a 60.52 minutos por unidad. El Takt time de 73.33 minutos por unidad manifiesta una holgura en el uso de las capacidades productivas actuales.
- La propuesta de mejoras centra su atención en ligeros cambios de layout, introducción de nuevos métodos de trabajo y la adquisición de un nuevo medio técnico para la manipulación de materiales. La misma permite incrementar en 3 unidades la producción en la jornada laboral, para un incremento del índice de productividad de 0.8178 a 1.22 unidades por hora.

## **RECOMENDACIONES**

- Desarrollar un estudio de plantas que profundice en la evaluación de la propuesta de esta investigación.
- Evaluar el impacto de la propuesta en la fiabilidad de la empresa, vista esta como la probabilidad de los pedidos se satisfagan en tiempo y la calidad requerida.
- Diseñar un modelo de simulación que contribuya a determinar las dos recomendaciones anteriores.
- Reprogramar el MRP de la empresa sobre la base de los resultados obtenidos de esta investigación.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. O. C. Q. Marcelo Vicente González Lizama, «Elaboración y Diseño de un Manual de Procedimientos para el Área del Taller de Servicio Automotriz,» Quito-Ecuador, 2014.
- [2] H. G. P. d. Tungurahua, «Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua,» Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua, 23 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.tungurahua.gob.ec/index.php/proyectos-hgpt/produccion/agenda-de-competitividad-de-tungurahua>. [Último acceso: 7 Julio 2021].
- [3] A. F. Benjamin W. Niebel, Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2009.
- [4] L. C. P. Acero, Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos, Ecoe Ediciones, 2013.
- [5] S.-B. R.-B. V. HERNÁNDEZ-DOMÍNGUEZ, «Estandarización de la producción de una bebida tradicional a base de maíz (Sende),» *Revista de Sistemas Experimentales*, vol. 4, n° 10, pp. 25-33, 2017.
- [6] G.-C. M. D. C. C.-O. M. R.-C. M. C.-C. Martha Gabriela, «Estandarización de procesos, para la reducción de SCRAP en una empresa,» *Revista de Operaciones Tecnológicas*, vol. 2, n° 6, pp. 16-23, 2018.
- [7] I. I. E. Ojeda, «APUNTES DE LA ASIGNATURA DE: ESTUDIO DEL TRABAJO II,» Tecnológico De Estudios Superiores Del Oriente Del Estado De México, Estado de México, 2010.
- [8] A. E. Lago, Ingeniería Industrial. Métodos y Tiempos, Chile: Alfaomega Grupo Editor, 2013.
- [9] C. Guangasig, «Estandarización del proceso de soldadura del modelo Great Wall motor Wingle 7 en la Planta de Ensamblaje de Vehículos CIATO. LTDA.,» Latacunga, 2020.
- [10] J. Heizer y B. Render, Principios de Administración de Operaciones, Séptima ed., México D.F.: Pearson Educación, 2009, p. 752.
- [11] M. Á. Mallar, «LA GESTIÓN POR PROCESOS: UN ENFOQUE DE GESTIÓN EFICIENTE,» *Revista Científica "Visión de Futuro"*, vol. 13, n° 1, pp. 1-22, 2010.
- [12] R. Carro y D. González, «Diseño y selección de procesos,» Buenos Aires, 2010.
- [13] O. Gómez, «Los costos y procesos de producción, opción estratégica de productividad y competitividad en la industria de confecciones infantiles de Bucaramanga,» *Revista EAN*, n° 70, pp. 167-180, 2011.
- [14] J. Schwabe, P. Fuentes y J. C. Briede, «Caracterización del proceso de diseño de productos de una empresa prestadora de servicios de diseño. Propuesta basada en un enfoque de procesos,» *Dyna*, vol. 83, n° 199, pp. 148-156, 2016.
- [15] J. Quiroz, «es.slideshare.net,» 25 noviembre 2012. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/jairoUNT/planeacion-de-produccion#:~:text=Planificaci%C3%B3n%20de%20la%20Producci%C3%B3n%20Co>

nsiste, deseen%20lograr.. [Último acceso: 05 junio 2020].

- [16] J. G. Vargas, G. Muratalla y M. T. Jiménez, «SISTEMAS DE PRODUCCIÓN COMPETITIVOS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA LEAN MANUFACTURING,» *Ciencias Administrativas*, n° 11, 2018.
- [17] R. Díaz y E. M. De La Paz, «Procedimiento para la planeación integrada Producción – Mantenimiento a nivel táctico,» *Ingeniería Industrial*, vol. 37, n° 1, pp. 36-48, 2016.
- [18] L. Cuenca, A. Boza, F. Alarcón y F. Lario, «Metodología para la identificación de Inputs y Outputs de Procesos de Negocio en un Entorno Colaborativo,» *Business Process Modelling*, vol. 3, n° 5, pp. 397-406, 2008.
- [19] A. Arias, «LA GESTIÓN DE LOS PROCESOS,» Universidad Complutense Madrid, Madrid, 2008.
- [20] A. L. C. F. y E. Mora, «FUNDAMENTOS TEORICOS DEL DISEÑO,» 13 noviembre 2017. [En línea]. Available: <https://diseno2fundamentosteoricos.blogspot.com/2017/11/teoria-del-diseno.html>.
- [21] J. I. P. Oropeza, «Monografías,» 12 Julio 2013. [En línea]. Available: <https://www.monografias.com/trabajos104/proceso-del-diseno-ingenieria/proceso-del-diseno-ingenieria.shtml>.
- [22] F. Meyers y M. Stephens, Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, tercera ed., México D.F.: Pearson Educación, 2006, p. 528.
- [23] S. Flores, «“PROCESO ADMINISTRATIVO Y GESTION EMPRESARIAL EN COPROABAS, JINOTEGA”,» Matagalpa, 2015.
- [24] J. Orti, «“Factores y motivos explicativos de la externalización de servicios en la pequeña y mediana empresa.,» UCOPress, Córdoba, 2017.
- [25] D. F. Betancourt, «Cómo hacer la planificación estratégica paso a paso,» 2019.
- [26] O. Montilla, «MODELO PARA EVALUACIÓN DE GESTIÓN DE EMPRESAS INDUSTRIALES DEL SUBSECTOR DE COSMÉTICOS,» *Estudios Gerenciales*, vol. 20 , n° 92 , pp. 25-45, 2004.
- [27] B. Niebel y A. Freivalds, INGENIERÍA INDUSTRIAL: MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO, México, D. F: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2009.
- [28] S. Cabezón, «Control de Calidad en la Producción Industrial,» Valladolid, 2014.
- [29] R. Muthert, Distribución en Planta, Segunda ed., Barcelona: Hispano Europea, 1981.
- [30] R. M. V. Á. Geilert De la Peña Consuegra, «Revista Cubana de Educación Superior,» 28 Octubre 2017. [En línea]. Available: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0257-43142018000200003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142018000200003).
- [31] S. Group, «Sixtina,» Sixtina Group, 12 Enero 2019. [En línea]. Available: <https://www.sixtinagroup.com/biblioteca-de-indicadores/>. [Último acceso: 7 Julio 2021].

- [32] OEE, «OEE,» OEE, 23 Marzo 2016. [En línea]. Available: <https://www.sistemasoe.com/calcular-oe/>. [Último acceso: 23 Julio 2021].
- [33] R. Hernández, C. Fernández y P. Baptista, metodología de la Investigación, Mexico: Cuarta edición, 2010.
- [34] F. Reza, Ciencia, metodologí e investigación, 1a ed., México: Pearson Educación, 1997.
- [35] M. Merino, T. Pintado, J. Sánchez y I. Grande, Introducción a la Investigación de Mercados, 2a ed., Madrid: ESIC, 2015.
- [36] M. Tamayo, El proceso de investigación científica, 4a ed., México: Limusa, 2004.
- [37] T. Jáñez, Metodología de investigación en derecho, 4a ed., Caracas: Universidad Católica Andrés Bello, 2008.
- [38] E. M. Mejía, «TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN,» Unidad de Post Grado de la Facultad de Educación, Lima, 2005.
- [39] I. R. Rojas Crotte, «ELEMENTOS PARA EL DISEÑO DE TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN: UNA PROPUESTA DE DEFINICIONES Y PROCEDIMIENTOS EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA,» *Tiempo de Educar*, vol. 12, n° 24, pp. 277-297, 2011.
- [40] Schroeder, Adnministracion de Operaciones, Mexico: INTERAMERICANA EDITORES, 2015.
- [41] G. Kanawaty, INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO, Ginebra 22, Suiza: Organización Internacional del Trabajo, 1996.
- [42] J. M. L. S. G. G. V. LOZANO, 2010.

## 8. ANEXOS

### ANEXO

A

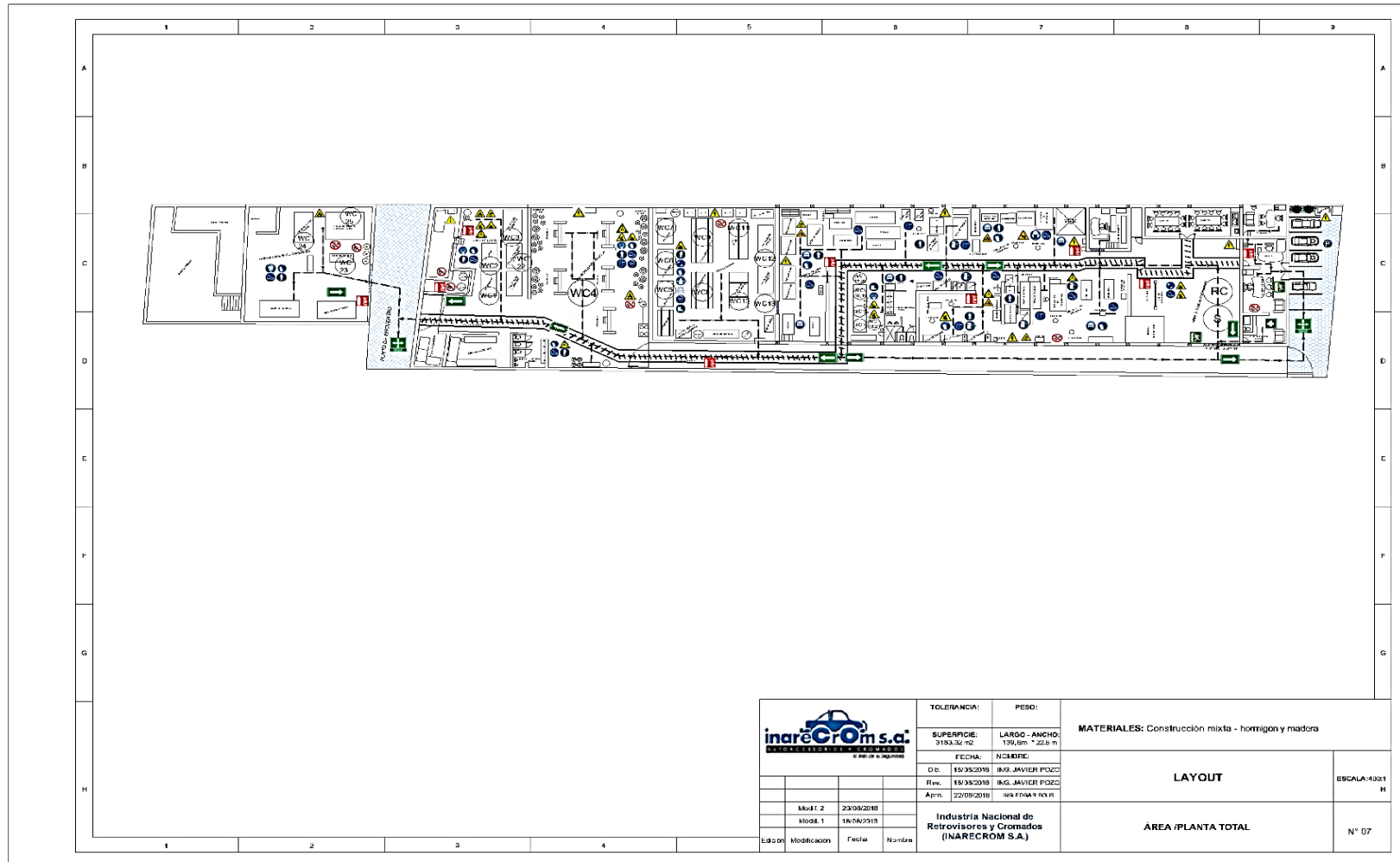


Figura A.1. Layout de planta.

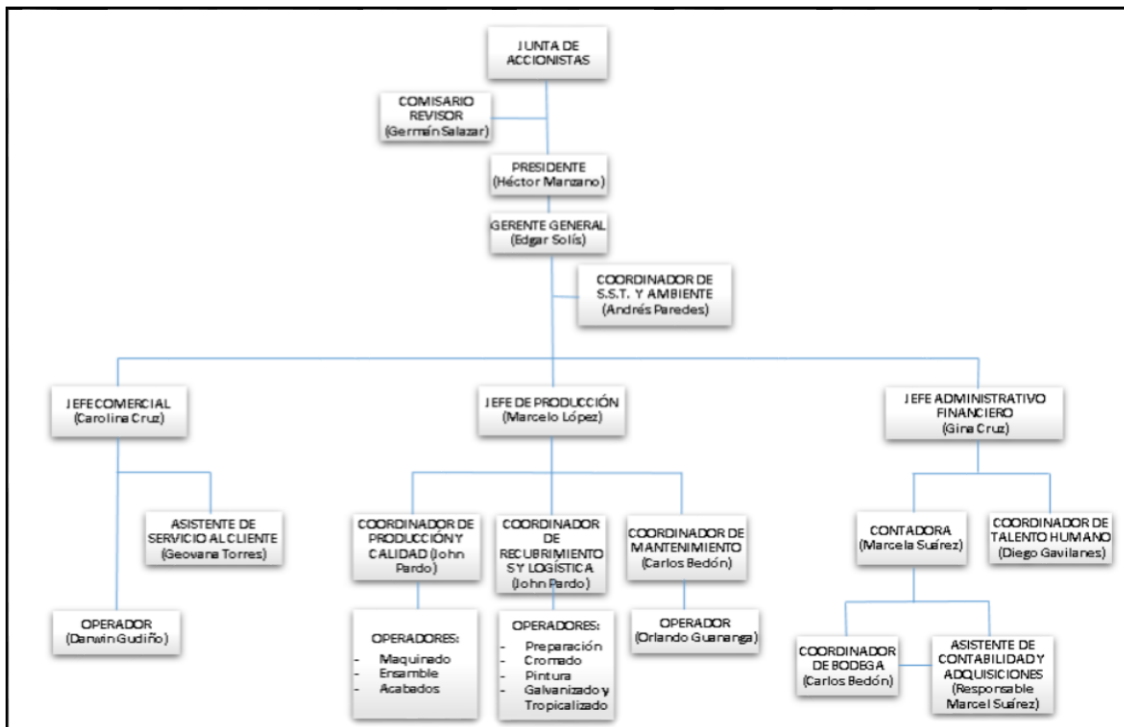


Figura A.2.: Organigrama

**ANEXO B**

c	Productos	M	Operaciones	S
1	Estribos.	1	Remover la pintura.	WC1
2	Guardachoques delanteros.	2	Remover el Oxido	WC2
3	Guardachoque posterior.	3	Desengrasar	WC3
4	Rollbar	4	Pulido.	WC4
5	Parrillas.	5	Lavado (detergente).	WC5
6	Tiros.	6	Neutralizado.	WC6
7	Protección de Computadores.	7	Lavado (agua).	WC7
8	Tapacubos.	8	Niquelado.	WC8
9	Aros de camiones.	9	Brillo.	WC9
10	Caja para herramientas.	10	Lavado (agua).	WC10
11	Grada Hidráulica.	11	Cromado.	WC11
12	Mascarillas.	12	Lavado (agua).	WC12
13	Mariposas G	13	Limpieza (agua y aire comprimido).	WC13
14	Pernos	14	Galvanizar.	WC14
15	Faros	15	Lavar .	WC15
16	Resortes	16	Lavado.	WC16
17	Dados	17	Apaciguar.	WC17
18	Tubos de escape	18	Secado.	WC18
		19	Lavado.	WC19
		20	Apaciguar.	WC20
		21	Secado.	WC21
		22	Lavado.	WC22
		23	Secado.	WC23
		24	Pintado.	WC24
		25	Horneado.	WC25

Tabla B.1. Máquinas y Componentes

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

MATRIZ BASICA DE MAQUINAS Y COMPONENTES																									
	WC1	WC2	WC3	WC4	WC5	WC6	WC7	WC8	WC9	WC10	WC11	WC12	WC13	WC14	WC15	WC16	WC17	WC18	WC19	WC20	WC21	WC22	WC23	WC24	WC25
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									1	1	1	1
5	1																					1	1	1	1
6	1																					1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
10	1	1												1	1	1	1	1							
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
13	1	1																	1	1	1				
14	1	1																	1	1	1				
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
16	1	1																	1	1	1				
17	1	1												1	1	1	1	1							
18	1	1												1	1	1	1	1							

MATRIZ BASICA DE MAQUINAS Y COMPONENTES REORDENADA																									
	WC1	WC2	WC3	WC4	WC5	WC6	WC7	WC8	WC9	WC10	WC11	WC12	WC13	WC22	WC23	WC24	WC25	WC14	WC15	WC16	WC17	WC18	WC19	WC20	WC21
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
5	1													1	1	1	1								
6	1													1	1	1	1								
10	1	1																1	1	1	1	1			
17	1	1																1	1	1	1	1			
18	1	1																1	1	1	1	1			
13	1	1																					1	1	1
14	1	1																					1	1	1
16	1	1																					1	1	1

$$Kof = \frac{O}{P} = \frac{514}{25} = 20,56$$

Donde:

O= Piezas Operaciones diferentes

P= Cantidad de Centros de trabajo

Tabla B.2. Matriz Original y Reordenada

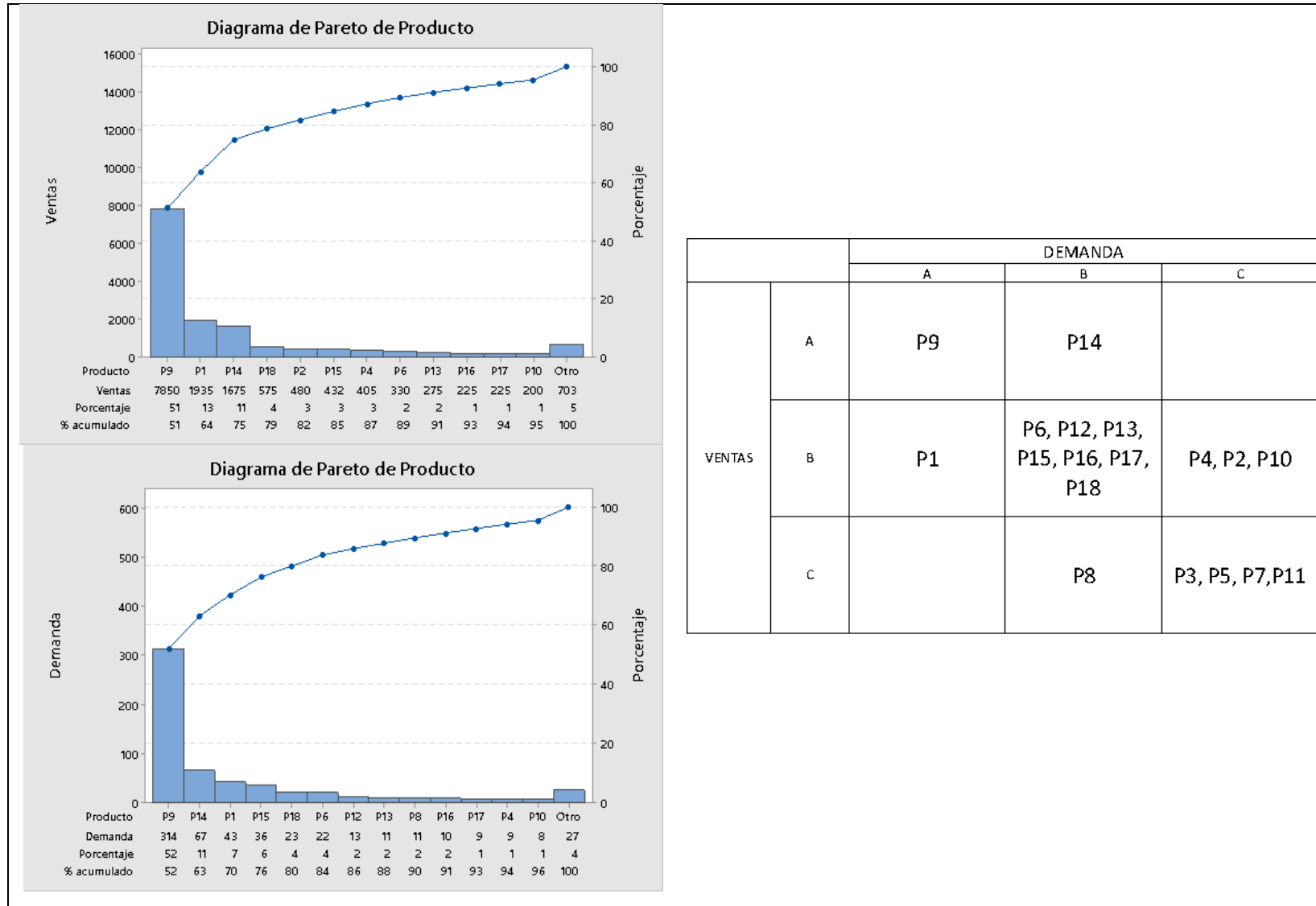


Tabla B.3. Pareto

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

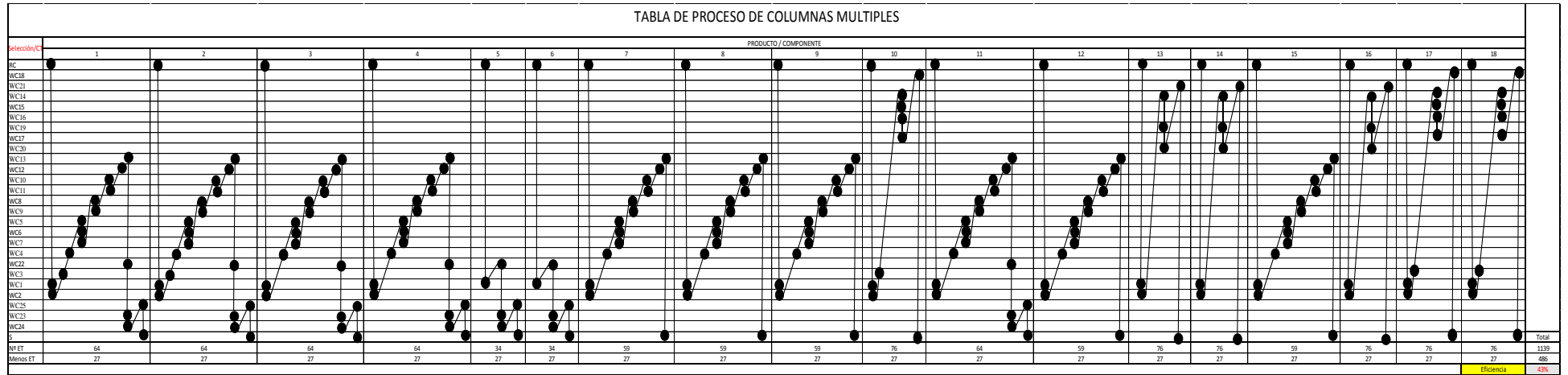


Tabla B.4. Tabla de procesos de columnas múltiples.

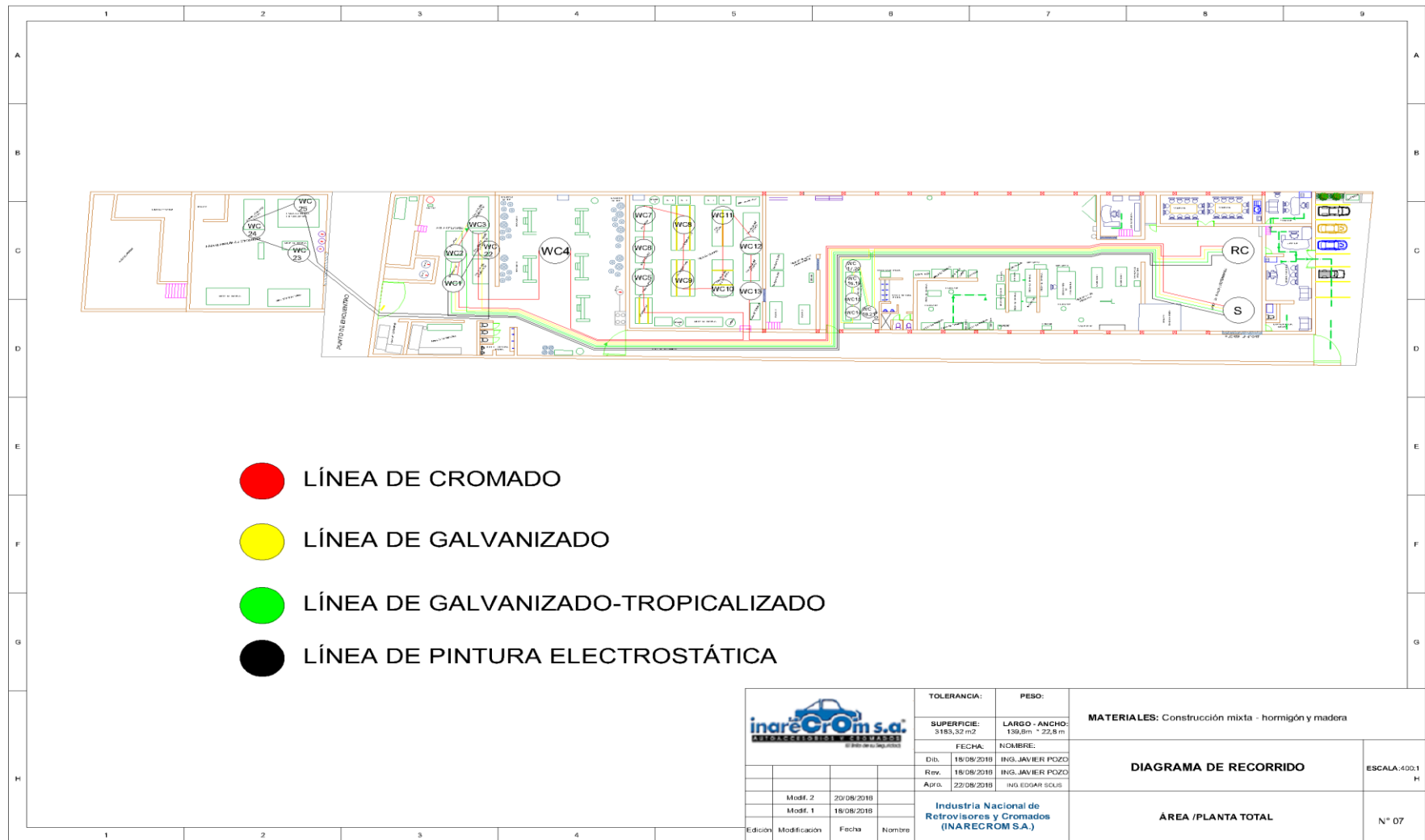


Tabla B.5. Diagrama de recorrido de las líneas de proceso de acabado

ANEXO C




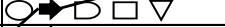
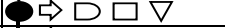
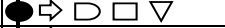
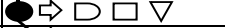
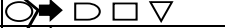
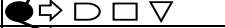
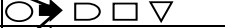

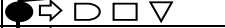
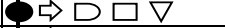
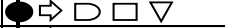
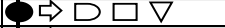








PROCESO DE CROMADO								
		DIAGRAMA DE FLUJOS DE PROCESOS				CODIGO : F8_001		
						VERSION: 00001		
						FECHA: 04/06/2021		
						PAGINAS: 1-1		
FECHA DE REGISTRO: 04/06/2021		FECHA NUMERO: 1						
DIAGRAMA N°: 1		PAGINA: 1 DE 1		RESUMEN				
PROCESO:		ACTIVIDAD	ACTUAL		PROPUESTO		ECONOMIA	
			CANTIDAD	TIEMPO	CANT	TIEMPO	CANT	TIEMPO
CROMADO		OPERACIÓN:	0,8	297,54	0	233,668	0,8	63,87
		TRANSPORTE:	192,84	15,75	182,84	12,564	10	3,19
TIPO DE DIAGRAMA	MATERIAL: X	ESPERA:	0	0	0	0,000	0	0,00
	OPERARIO:	INSPECCION:	0	17,04	0	10,677	0	6,36
METODO	ACTUAL: X	ALMACENAMIENTO	0	7,79	0	7,790	0	0,00
	PROPUESTA:	DISTANCIA TOTAL	193,64		182,84		10,8	
AREA/SECCION : CROMADO		TIEMPO TOTAL		338,12		272,53		73,42
ELABORADO POR : VLADIMIR CAGUANA		APROBADO POR :						
DESCRIPCION			DIST (m)	Tiemp (min)	OBSERVACIONES			
1. Recepción y Inspección de la pieza metálica.			N/A	10,55	Piezas producidas por la empresa o que el cliente trae.			
2. Traslado de la pieza.			98,276	5,90	Traslado al area de lavado. .			
3. Remover la pintura.			N/A	9,14	Mediante procedimiento de fraguado			
4. Remover el Oxido (ácido clorhídrico).			N/A	11,16	La tina remueve oxido y/o material o residuos de fragua y luego se limpia con wa			
5. Desengrasar (agua y desengrase).			N/A	11,08	Pasa los artículos o piezas por tinas de agua y de desengrase (kleanex 81)			
6. Traslado al Área de pulido.			6,20	4,10	Trasporte area de pulido y reparte de manera equitativa a los operarios de pulido			
7. Pulido.			N/A	37,55	Coloca el artículo en mecanismos de soporte y procede a pulirlos, tiempo difiere.			
8. Traslado al área de cromado			20,30	5,75	Traslado al area de cromado..			
9. Desengrasar.			0,20	39,34	Sumerge en la tina de desengrase para remover los residuos de pulido.			
10. Lavado (detergente).			0,20	3,54	Saca y sumerge en tina con solución detergente para lavar los artículos o piezas			
11. Neutralizado.			N/A	6,03	Traslada y sumerge los artículos a la tina de neutralizado.			
12. Lavado (agua).			0,10	3,38	Retira, traslada y sumerge los artículos en la tina de agua para remover residuos.			
13. Niquelado.			N/A	33,95	Retira y coloca con sujeción los artículos o piezas en la tina de níquel mate.			
14. Brillo.			N/A	93,31	Retira, traslada y coloca con sujeción los artículos o piezas en la tina de níquel bri			
15. Lavado (agua).			N/A	5,46	Retira, traslada y sumerge los artículos en la tina de agua para remover residuos.			
16. Cromado.			N/A	3,53	Retira, traslada y coloca con sujeción en tina de cromo.			
17. Lavado (agua).			N/A	3,59	Retira, traslada y sumerge los artículos en la tina de agua para remover residuos			
18. Limpieza (agua y aire comprimido).			N/A	16,43	Retira, traslada y seca los artículos o piezas con aire comprimido			
19. Revisión de Acabado.			0,30	17,04	Verifica los artículos o piezas para determinar el nivel de calidad de cromado.			
20. Embalaje y traslado.			68,07	11,64	Prepara el embalaje de articulos o piezas:.			
21. Entrega			N/A	12,84	Entrega a logística para su almacenamiento temporal en la bodega .			
<b>TOTAL</b>			<b>17 4 0 3 1</b>					

Tabla C.1. Diagramas de Flujo Cromado.


PROCESO DE GALVANIZADO								
	DIAGRAMA DE FLUJOS DE PROCESOS						CODIGO : F8_001	
							VERSION: 00001	
							FECHA: 04/06/2021	
							PAGINAS: 1-1	
FECHA DE REGISTRO: 04/06/2021	FECHA NUMERO: 2							
DIAGRAMA N°: 2	PAGINA: 1 DE 1	RESUMEN						
PROCESO:	ACTIVIDAD	ACTUAL		PROPUESTO		ECONOMIA		
		CANTIDAD	TIEMPO	CANT	TIEMPO	CANT	TIEMPO	
GALVANIZADO	OPERACIÓN:	0,7	139,52	0	138,07	0,7	1,45	
Acido nítrico mas cromatizado B7	TRANSPORTE:	136,506	14,28	126,5	14,13	10,006	0,15	
TIPO DE DIAGRAMA	MATERIAL: X	ESPERA:	0	0	0	0	0,00	
	OPERARIO:	INSPECCION:	0,2	6,52	0	6,45	0,2	0,07
METODO	ACTUAL: X	ALMACENAMIENTO	0	12,88	0	12,75	0	0,13
	PROPUESTA:	DISTANCIA TOTAL	137,406		126,5		10,906	
AREA/SECCION: Galvanizado	TIEMPO TOTAL		173,20		171,40		1,80	
ELABORADO PO : VLADIMIR CAGUANA	APROBADO POR :							
DESCRIPCION		DIST (m)	Tiempo (min)	OBSERVACIONES				
1. Recepción e inspección de la pieza metálica.		N/A	10,12	Piezas producidas por la empresa o que el cliente trae procesado.				
2. Traslado de la pieza.		98,276	5,90	Traslado al area de lavado..				
3. Remover el Oxido (ácido clorhídrico).		N/A	21,57	Introduce artículos o piezas en la tina de ácido clorhídrico.				
4. Remojar (Agua).		N/A	6,88	Retira los artículos o piezas y los lava en tinas de agua por dos ocasiones				
5. Desengrasar.		N/A	2,34	Introduce artículos o piezas en la tina de desengrasante.				
6. Traslado al área de galvanizado.		38,48	4,10	Se trasladan las piezas al área de galvanizado.				
7. Galvanizar.		0,2	68,25	Sumerge los artículos o piezas en la tina de galvanizado				
8. Lavar.		0,2	6,01	Introduce en la tina de enjuague para lavarlas				
9. Revisar el acabado.		0,32	4,28	Traslada los artículos o piezas lavadas a la bandeja de descarga para su revisión				
10. Lavado.		N/A	3,88	Lava los artículos o piezas sumergiéndolos en un recipiente de agua.				
11. Apaciguar.		N/A	6,06	Sumerge los artículos o piezas en el recipiente de apaciguado				
12. Secado.		0,3	9,11	Traslada e introduce en la máquina centrífuga.				
13. Inspección.		0,2	6,52	Verifica y revisa estado de los artículos y piezas.				
14. Empaque y traslado.		37,91	11,81	Realiza el embalaje los artículos o piezas en cajas de cartón o bolsas.				
15. Entrega		N/A	5,41	Entrega a logística para su almacenamiento temporal en la bodega.				
<b>TOTAL</b>	<b>11 4 0 3 1</b>							

Tabla C.2. Diagramas de Flujo Galvanizado.








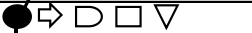
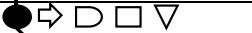

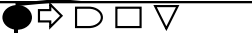

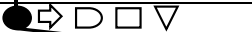

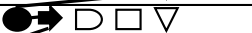
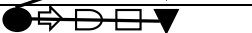
PROCESO DE TROPICALIZADO								
	DIAGRAMA DE FLUJOS DE PROCESOS						CODIGO : F8_001	
							VERSION: 00001	
							FECHA: 04/06/2021	
							PAGINAS: 1-1	
FECHA DE REGISTRO: 04/06/2021	FECHA NUMERO: 2							
DIAGRAMA N°: 3	PAGINA: 1 DE 1	RESUMEN						
PROCESO:	ACTIVIDAD	ACTUAL		PROPUESTO		ECONOMIA		
		CANTIDAD	TIEMPO	CANT	TIEMPO	CANT	TIEMPO	
TROPICALIZADO		OPERACIÓN:	0,7	141,91	0	122,30	0,7	19,61
Acido nítrico mas cromatizado B12		TRANSPORTE:	136,506	25,14	126,5	21,66	10,006	3,47
TIPO DE DIAGRAMA	MATERIAL: X	ESPERA:	0	0	0	0,00	0	0,00
	OPERARIO:	INSPECCION:	0,2	5,78	0	4,98	0,2	0,80
METODO	ACTUAL: X	ALMACENAMIENTO	0	2,04	0	1,76	0	0,28
	PROPUESTA:	DISTANCIA TOTAL	137,406		126,5		10,906	0,00
AREA/SECCION: Galvanizado		TIEMPO TOTAL		174,87		150,7		24,17
ELABORADO PO : VLADIMIR CAGUANA		APROBADO POR :						
DESCRIPCION			DIST (m)	Tiempo (min)	OBSERVACIONES			
1. Recepción y Inspección de la pieza metálica.			N/A	10,12	Piezas producidas por la empresa o que el cliente trae procesado.			
2. Traslado de la pieza.			98,276	5,90	Traslado a las tinas.			
3. Remover el Oxido (ácido clorhídrico).			N/A	21,53	introduce artículos o piezas en la tina de ácido clorhídrico.			
4. Remojar (Agua).			N/A	7,18	Retira los artículos o piezas y los lava en tinas de agua por dos ocasiones			
5. Traslado al área de galvanizado.			38,48	3,53	Se trasladan las piezas al área de galvanizado.			
6. Galvanizar.			0,2	71,80	Sumerge los artículos o piezas en la tina de galvanizado			
7. Lavar.			0,2	5,97	Introduce en la tina de enjuague para lavarlas			
8. Revisar el acabado.			0,32	4,57	Traslada los artículos o piezas lavadas a la bandeja de descarga para su revisión			
9. Lavado.			N/A	5,05	Lava los artículos o piezas sumergiéndolos en un recipiente de agua.			
10. Apaciguar.			N/A	5,84	Traslada y sumerge los artículos o piezas en el recipiente de apaciguado			
11. Secado.			0,3	9,15	Traslada e introduce en la máquina centrífuga.			
12. Inspección.			0,2	5,78	Verifica y revisa estado de los artículos y piezas.			
13. Embalaje y traslado.			37,91	11,14	Realiza el embalaje los artículos o piezas en cajas de cartón o bolsas.			
14. Entrega.			N/A	5,40	Entrega a logística para su almacenamiento temporal en la bodega..			
<b>TOTAL</b>		<b>12 4 0 3 1</b>						

Tabla C.3. Diagramas de Flujo Galvanizado-Tropicalizado.







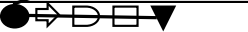
PROCESO DE PINTURA							
	DIAGRAMA DE FLUJOS DE PROCESOS						CODIGO : F8_001
							VERSION: 00001
							FECHA: 04/06/2021
							PAGINAS: 1-1
FECHA DE REGISTRO: 04/06/2021	FECHA NUMERO: 2						
DIAGRAMA N°: 4	PAGINA: 1 DE 1	RESUMEN					
PROCESO:	ACTIVIDAD	ACTUAL		PROPUESTO		ECONOMIA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANT	TIEMPO	CANT	TIEMPO
PINTURA ELECTROESTATICA	OPERACIÓN:	30,20	72,96	0	60,34	30,2	12,62
	TRANSPORTE:	235,18	43,05	200,1	35,61	35,076	7,44
TIPO DE DIAGRAMA	MATERIAL: X	ESPERA:	0	0,00	0	0,00	0,00
	OPERARIO:	INSPECCION:	0	5,78	0	4,78	1,00
METODO	ACTUAL: X	ALMACENAMIENTO	0	9,78	0	8,09	1,69
	PROPUESTA:	DISTANCIA TOTAL	265,376	0	200,1	0,00	65,276
AREA/SECCION: Pintura	TIEMPO TOTAL		131,57		108,82		22,75
ELABORADO PO : VLADIMIR CAGUANA	APROBADO POR :						
DESCRIPCION		DIST (m)	Tiempo (min)	OBSERVACIONES			
1. Recepción y Traslado de la pieza metálica.		98,276	15,67	Piezas producidas por la empresa o que el cliente trae procesado, traslado al area			
2. Inspeccionar y Remover.		N/A	5,78	Verifica artículos o piezas y remueve residuos de grasa y soldadura.			
3. Lavado.		N/A	8,80	Sumerge los artículos o piezas en la tina de fosfatizado.			
4. Secado.		N/A	11,18	Seca los artículos o piezas con aire comprimido			
5. Traslado a la camara.		10,75	7,18	Traslada a la cámara de pintura los artículos colocándolos en ganchos de sujeción			
6. Verificación de niveles.		N/A	6,23	Parámetros de operación de la máquina de pintura: Presión de entrada 90 PSI.			
7. Pintado.		0,2	2,73	Realiza recubrimiento de pintura electrostática.			
8. Traslado al horno.		3,52	3,80	Retira, traslada los artículos de piezas recubiertas al horno de pintura.			
9. Horneado.		N/A	40,75	Sujeta y cierra las puertas de el horno y enciende para la operación.			
10. Traslado.		2,11	4,93	Retira los artículos o piezas fríos y los coloca en una mesa de trabajo			
11. Embalaje y traslado.		30	11,47	Realiza el embalaje de los artículos o piezas con material plástico.			
12. Entrega		120,52	5,70	Entrega a logística para su almacenamiento temporal en la bodega.			
<b>TOTAL</b>	<b>9 4 1 1 1</b>						

Tabla C.4. Diagramas de Flujo de Pintura Electroestática.

ANEXO D

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	K1	Numérico	8	0	Insuficiente Materiales	Ninguna	Ninguna	8	Centro	Ordinal	Entrada
2	K2	Numérico	8	0	Diseño malo	Ninguna	Ninguna	8	Centro	Ordinal	Entrada
3	K3	Numérico	8	0	Tiempos improductivos.	Ninguna	Ninguna	8	Centro	Ordinal	Entrada
4	K4	Numérico	8	0	Marketing ineficaz	Ninguna	Ninguna	8	Centro	Ordinal	Entrada
5	K5	Numérico	8	0	Precio de venta alto	Ninguna	Ninguna	8	Centro	Ordinal	Entrada
6	K6	Numérico	8	0	Respuestas incorrectas	Ninguna	Ninguna	8	Centro	Ordinal	Entrada
7	K7	Numérico	8	0	Largos tiempos de espera	Ninguna	Ninguna	8	Centro	Ordinal	Entrada
8	K8	Numérico	8	0	Diversificación de productos	Ninguna	Ninguna	8	Centro	Ordinal	Entrada
9	K9	Numérico	8	0	Innovación	Ninguna	Ninguna	8	Centro	Ordinal	Entrada

(a)

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
1	4	7	2	4	3	6	1	9	8
2	5	8	1	3	4	7	2	6	9
3	4	8	2	3	5	6	1	9	7
4	6	7	1	3	4	5	2	9	8
5	3	9	2	5	4	7	1	8	7
6	5	8	1	4	3	6	2	7	9
7	4	6	1	3	5	7	2	8	9
8	4	5	1	6	3	7	2	9	8

(b)

Tablas D.1. Tablas de las Causas que se propuso en el IBN SPSS.

### Rangos

	Rango promedio
Insuficiente Materiales	4,44
Diseño malo	7,25
Tiempos improductivos.	1,38
Marketing ineficaz	3,94
Precio de venta alto	3,88
Respuestas incorrectas	6,31
Largos tiempos de espera	1,63
Diversificación de productos	8,13
Innovación	8,06

**Tablas D.2.** Tabla de rango de Prueba W de Kendall IBM SPSS.

### Estadísticos de prueba

N	8
W de Kendall	,888
Chi-cuadrado	56,835
gl	8
Sig. asintótica	,000

a. Coeficiente de concordancia  
de Kendall  
Prueba de Kendall

$H_0$ : no existe concordancia con las opiniones de los expertos

$H_1$ : existe concordancia en las opiniones de los expertos

Condicion:  $0.000 \geq 0.05$

Se cumple condiciones, que se rechaza  $H_0$  por tanto existe concordancia con los expertos

**Tablas D.3.** Tabla de rango de Prueba W de Kendall IBN SPSS.

## ANEXO E

### MUESTRA DE TIEMPOS DE LOS PROCESOS DE ACABADO.

Operaciones	TIEMPOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1. Recepción e inspección de la pieza metálica.	0:09:31	0:08:51	0:09:21	0:10:01	0:07:51
2. Traslado de la pieza.	0:05:52	0:05:45	0:04:40	0:04:32	0:04:50
3. Remover el Oxido (ácido clorhídrico).	0:17:35	0:19:31	0:23:11	0:18:01	0:18:53
4. Remojar (Agua).	0:06:11	0:05:56	0:06:25	0:06:16	0:05:55
5. Desengrasar.	0:02:31	0:01:54	0:02:12	0:02:00	0:01:49
6. Traslado al área de galvanizado.	0:03:36	0:03:17	0:03:09	0:03:21	0:03:59
7. Galvanizar.	0:57:49	0:59:35	1:01:01	1:00:03	0:59:59
8. Lavar.	0:05:13	0:04:59	0:05:51	0:05:21	0:05:46
9. Revisar el acabado.	0:03:51	0:04:00	0:04:33	0:03:31	0:03:50
10. Lavado.	0:03:12	0:03:15	0:02:59	0:03:31	0:03:38
11. Apaciguar.	0:05:17	0:06:01	0:04:57	0:05:13	0:05:00
12. Secado.	0:08:16	0:07:59	0:08:01	0:08:01	0:07:58
13. Inspección.	0:05:31	0:05:16	0:05:51	0:05:56	0:05:40
14. Empaque y traslado.	0:10:19	0:09:51	0:11:01	0:09:11	0:11:31
15. Entrega	0:04:36	0:04:51	0:05:11	0:04:31	0:05:01
Tiempos estacionales	2:29:20	2:31:01	2:38:23	2:29:29	2:31:41

**Tablas E.1.** Tabla de muestra de tiempos del proceso de Galvanizado

Operaciones	TIEMPOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1. Recepción y Inspección de la pieza metálica.	0:09:31	0:08:51	0:09:21	0:10:01	0:07:51
2. Traslado de la pieza.	0:05:52	0:05:45	0:04:40	0:04:32	0:04:50
3. Remover el Oxido (ácido clorhídrico).	0:19:35	0:17:31	0:18:59	0:20:01	0:20:53
4. Remojar (Agua).	0:06:54	0:06:58	0:06:05	0:05:11	0:06:55
5. Traslado al área de galvanizado.	0:02:59	0:03:04	0:03:12	0:03:00	0:03:30
6. Galvanizar.	1:00:36	1:03:17	1:01:00	1:00:21	0:58:59
7. Lavar.	0:05:17	0:05:35	0:05:32	0:05:03	0:04:59
8. Revisar el acabado.	0:04:23	0:03:54	0:03:46	0:04:21	0:03:59
9. Lavado.	0:03:51	0:05:00	0:03:21	0:05:31	0:04:50
10. Apaciguar.	0:05:11	0:04:56	0:05:51	0:05:03	0:05:02
11. Secado.	0:08:39	0:08:01	0:07:57	0:08:13	0:08:00
12. Inspección.	0:05:49	0:04:59	0:05:01	0:05:01	0:04:58
13. Embalaje y traslado.	0:09:01	0:09:16	0:09:51	0:10:56	0:10:40
14. Entrega.	0:04:36	0:04:31	0:05:00	0:04:51	0:05:09
Tiempos estacionales	2:32:14	2:31:38	2:29:36	2:32:05	2:30:36

**Tablas E.2.** Tabla de muestra de tiempos del proceso de Galvanizado-Tropicalizado

Operaciones	TIEMPOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1. Recepción y Traslado de la pieza metálica.	0:14:31	0:13:51	0:14:21	0:14:01	0:13:51
2. Inspeccionar y Remover.	0:05:52	0:05:45	0:04:40	0:04:32	0:04:50
3. Lavado.	0:07:35	0:08:31	0:08:11	0:08:01	0:08:53
4. Secado.	0:09:40	0:09:58	0:10:05	0:10:11	0:09:55
5. Traslado a la camara.	0:06:31	0:06:04	0:06:12	0:06:00	0:06:20
6. Verificación de niveles.	0:05:36	0:05:17	0:05:09	0:05:21	0:04:59
7. Pintado.	0:02:49	0:02:35	0:02:01	0:02:03	0:02:59
8. Traslado al horno.	0:03:13	0:02:59	0:03:31	0:03:21	0:03:41
9. Horneado.	0:33:51	0:35:00	0:33:21	0:35:31	0:34:50
10. Traslado.	0:04:11	0:04:17	0:04:51	0:04:03	0:04:02
11. Embalaje y traslado.	0:10:17	0:10:01	0:09:57	0:10:13	0:10:00
12. Entrega.	0:04:46	0:04:59	0:05:11	0:05:31	0:05:01
Tiempos estacionales	1:48:53	1:49:17	1:47:30	1:42:49	1:39:22

**Tablas E.3.** Tabla de muestra de tiempos del proceso de Pintura

## MUESTRA DE TIEMPOS DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO

Operaciones	TIEMPOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
7. Galvanizar.	0:57:49	0:59:35	1:01:01	1:00:03	0:59:59
8. Lavar.	0:05:13	0:04:59	0:05:51	0:05:21	0:05:46
9. Revisar el acabado.	0:03:51	0:04:00	0:04:33	0:03:31	0:03:50
10. Lavado.	0:03:12	0:03:15	0:02:59	0:03:31	0:03:38
11. Apaciguar.	0:05:17	0:06:01	0:04:57	0:05:13	0:05:00
12. Secado.	0:08:16	0:07:59	0:08:01	0:08:01	0:07:58
13. Inspección.	0:05:31	0:05:16	0:05:51	0:05:56	0:05:40
14. Empaque y traslado.	0:10:19	0:09:51	0:11:01	0:09:11	0:11:31
Tiempos estacionales	1:39:28	1:40:56	1:44:14	1:40:47	1:43:22

Tablas E.4. Muestra de tiempos de la estación de Galvanizado

Operaciones	TIEMPOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
6. Galvanizar.	1:00:36	1:03:17	1:01:00	1:00:21	0:58:59
7. Lavar.	0:05:17	0:05:35	0:05:32	0:05:03	0:04:59
8. Revisar el acabado.	0:04:23	0:03:54	0:03:46	0:04:21	0:03:59
9. Lavado.	0:03:51	0:05:00	0:03:21	0:05:31	0:04:50
10. Apaciguar.	0:05:11	0:04:56	0:05:51	0:05:03	0:05:02
11. Secado.	0:08:39	0:08:01	0:07:57	0:08:13	0:08:00
12. Inspección.	0:05:49	0:04:59	0:05:01	0:05:01	0:04:58
13. Embalaje y traslado.	0:09:01	0:09:16	0:09:51	0:10:56	0:10:40
Tiempos estacionales	1:42:47	1:44:58	1:42:19	1:44:29	1:41:27

Tablas E.5. Muestra de tiempos de la estación de Galvanizado-Tropicalizado

Operaciones	TIEMPOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
2. Inspeccionar y Remover.	0:05:52	0:05:45	0:04:40	0:04:32	0:04:50
3. Lavado.	0:07:35	0:08:31	0:08:11	0:08:01	0:08:53
4. Secado.	0:09:40	0:09:58	0:10:05	0:10:11	0:09:55
5. Traslado a la camara.	0:06:31	0:06:04	0:06:12	0:06:00	0:06:20
6. Verificación de niveles.	0:05:36	0:05:17	0:05:09	0:05:21	0:04:59
7. Pintado.	0:02:49	0:02:35	0:02:01	0:02:03	0:02:59
8. Traslado al horno.	0:03:13	0:02:59	0:03:31	0:03:21	0:03:41
9. Horneado.	0:33:51	0:35:00	0:33:21	0:35:31	0:34:50
10. Traslado.	0:04:11	0:04:17	0:04:51	0:04:03	0:04:02
11. Embalaje y traslado.	0:10:17	0:10:01	0:09:57	0:10:13	0:10:00
Tiempos estacionales	1:29:36	1:30:27	1:27:58	1:23:17	1:20:30

Tablas E.6. Muestra de tiempos de la estación de Pintura Electrostatica

Operaciones	TIEMPOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1. Recepción y Inspección de la pieza metálica (Cr)	0:09:31	0:08:51	0:09:21	0:10:01	0:07:51
2. Traslado de la pieza (Cr).	0:05:52	0:05:45	0:04:40	0:04:32	0:04:50
1. Recepción e inspección de la pieza metálica (G)	0:09:31	0:08:51	0:09:21	0:10:01	0:07:51
2. Traslado de la pieza (G).	0:05:52	0:05:45	0:04:40	0:04:32	0:04:50
1. Recepción y Inspección de la pieza metálica (Tr)	0:09:31	0:08:51	0:09:21	0:10:01	0:07:51
2. Traslado de la pieza (Tr).	0:05:52	0:05:45	0:04:40	0:04:32	0:04:50
1. Recepción y Traslado de la pieza metálica (P)	0:14:31	0:13:51	0:14:21	0:14:01	0:13:51
Tiempos estacionales	1:00:40	0:57:39	0:56:25	0:57:40	0:51:57

Tablas E.7. Muestra de tiempos de la estación de Recepcion

Operaciones	TIEMPOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
3. Remover la pintura (Cr).	0:07:35	0:08:31	0:08:11	0:08:01	0:08:53
4. Remover el Oxido (ácido clorhídrico) (Cr).	0:09:40	0:09:58	0:10:05	0:10:11	0:09:55
5. Desengrasar (agua y desengrase) (Cr).	0:09:31	0:10:04	0:10:12	0:10:00	0:09:40
6. Traslado al Área de pulido (Cr).	0:03:36	0:03:17	0:03:09	0:03:21	0:03:59
3. Remover el Oxido (ácido clorhídrico) (G).	0:17:35	0:19:31	0:23:11	0:18:01	0:18:53
4. Remojar (Agua) (G).	0:06:11	0:05:56	0:06:25	0:06:16	0:05:55
5. Desengrasar (G).	0:02:31	0:01:54	0:02:12	0:02:00	0:01:49
6. Traslado al área de galvanizado (G).	0:03:36	0:03:17	0:03:09	0:03:21	0:03:59
3. Remover el Oxido (ácido clorhídrico) (Tr).	0:19:35	0:17:31	0:18:59	0:20:01	0:20:53
4. Remojar (Agua) (Tr).	0:06:54	0:06:58	0:06:05	0:05:11	0:06:55
5. Traslado al área de galvanizado.	0:02:59	0:03:04	0:03:12	0:03:00	0:03:30
Tiempos estacionales	1:29:44	1:30:01	1:34:51	1:29:24	1:34:21

Tablas E.8. Muestra de tiempos de la estación de Lavado

Operaciones	TIEMPOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
7. Pulido.	0:27:49	0:29:35	0:31:01	0:30:03	0:29:59
8. Traslado al área de cromado	0:03:13	0:02:59	0:03:31	0:03:21	0:03:41
Tiempos estacionales	0:31:02	0:32:34	0:34:32	0:33:24	0:33:40

Tablas E.9. Muestra de tiempos de la estación de Pulido

Operaciones	TIEMPOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
21. Entrega (Cr).	0:09:57	0:08:44	0:10:31	0:10:01	0:09:11
15. Entrega (G).	0:04:36	0:04:51	0:05:11	0:04:31	0:05:01
14. Entrega (Tr).	0:04:36	0:04:31	0:05:00	0:04:51	0:05:09
12. Entrega (P)	0:04:46	0:04:59	0:05:11	0:05:31	0:05:01
Tiempos estacionales	0:23:55	0:23:05	0:25:53	0:24:54	0:24:22

Tablas E.10. Muestra de tiempos de la estación de Entrega

### DESVIACIÓN ESTÁNDAR POR ESTACIÓN DE TRABAJO

Nº	T1	T2	T3	T4	T5	$\sum_{Total}$	TP	Dev
Numero	1,6578	1,6822	1,7372	1,6797	1,7228	8,4797	1,6959	0,03
hh:mm:ss,dd	1:39:28	1:40:56	1:44:14	1:40:47	1:43:22	8:28:47	1:41:45	0:01:58

Tablas E.11. Desviación Estándar en unidades de tiempo y numero (Galvanizado)

Nº	T1	T2	T3	T4	T5	$\sum_{Total}$	TP	Dev
Numero	1,7131	1,7494	1,7053	1,7414	1,6908	8,6000	1,7200	0,02
hh:mm:ss,dd	1:42:47	1:44:58	1:42:19	1:44:29	1:41:27	8:36:00	1:43:12	0:01:29

Tablas E.12. Desviación Estándar en unidades de tiempo y numero (Galvanizado-Tropicalizado)

Nº	T1	T2	T3	T4	T5	$\sum_{Total}$	TP	Dev
Numero	1,4932	1,5075	1,4662	1,3879	1,3416	7,1964	1,4393	0,07
hh:mm:ss,dd	1:29:36	1:30:27	1:27:58	1:23:17	1:20:30	7:11:47	1:26:21	0:04:18

Tablas E.13. Desviación Estándar en unidades de tiempo y numero (Pintura)

Nº	T1	T2	T3	T4	T5	$\sum_{Total}$	TP	Dev
Numero	1,0111	0,9608	0,9403	0,9611	0,8658	4,7391	0,9478	0,05
hh:mm:ss,dd	1:00:40	0:57:39	0:56:25	0:57:40	0:51:57	4:44:21	0:56:52	0:03:10

Tablas E.14. Desviación Estándar en unidades de tiempo y numero (Recepcion)

Nº	T1	T2	T3	T4	T5	$\sum_{Total}$	TP	Dev
Numero	1,4955	1,5003	1,5808	1,4899	1,5726	7,6391	1,5278	0,04
hh:mm:ss,dd	1:29:44	1:30:01	1:34:51	1:29:24	1:34:21	7:38:21	1:31:40	0:02:41

Tablas E.15. Desviación Estándar en unidades de tiempo y numero (Lavado)

N°	T1	T2	T3	T4	T5	∑Total	TP	Dev
Numero	0,5172	0,5428	0,5756	0,5567	0,5611	2,7533	0,5507	0,02
hh:mm:ss,dd	0:31:02	0:32:34	0:34:32	0:33:24	0:33:40	2:45:12	0:33:02	0:01:19

Tablas E.16. Desviación Estándar en unidades de tiempo y numero (Pulido)

N°	T1	T2	T3	T4	T5	∑Total	TP	Dev
Numero	0,3986	0,3848	0,4314	0,4150	0,4061	2,0359	0,4072	0,02
hh:mm:ss,dd	0:23:55	0:23:05	0:25:53	0:24:54	0:24:22	2:02:09	0:24:26	0:01:03

Tablas E.17. Desviación Estándar en unidades de tiempo y numero (Entrega)

### LÍMITES DE CONTROL POR ESTACIÓN.

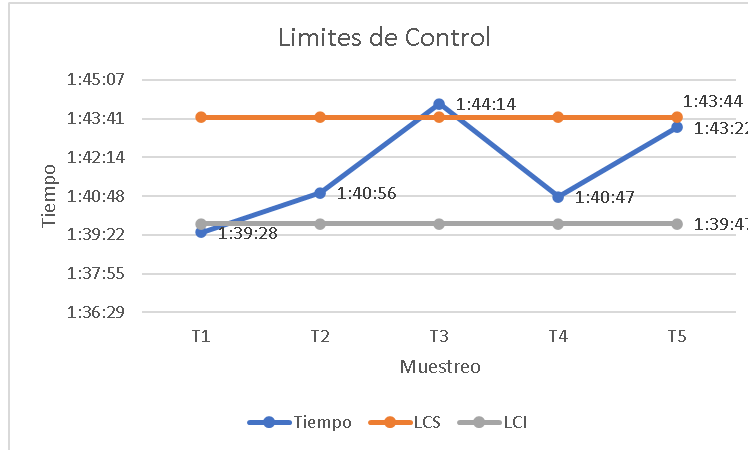


Figura E.1. Representación de los puntos de control con relación a las tolerancias en la estación de Galvanizado

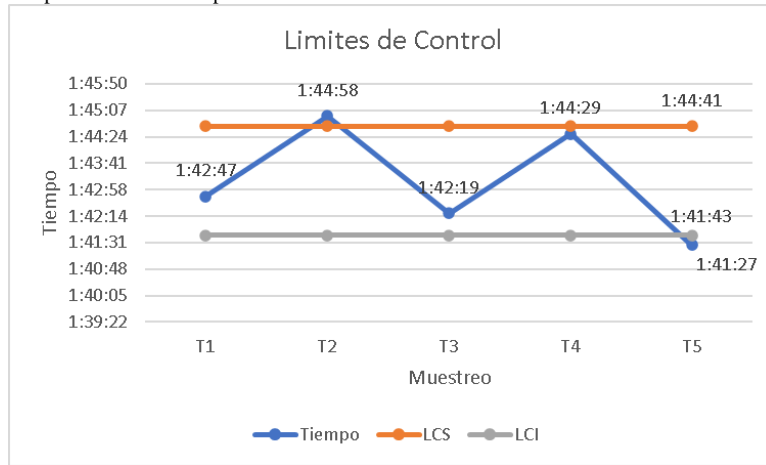
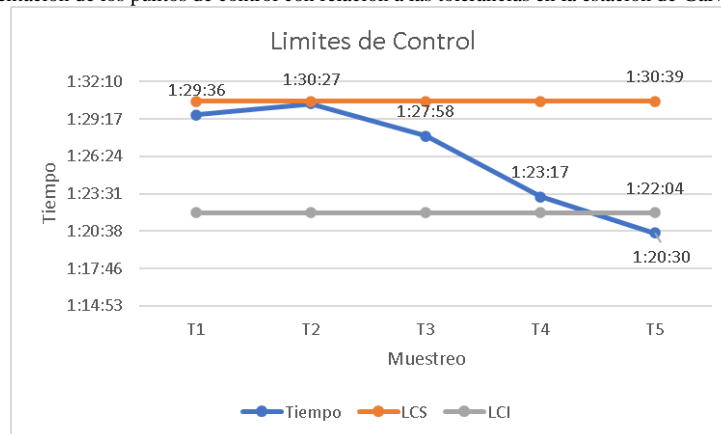
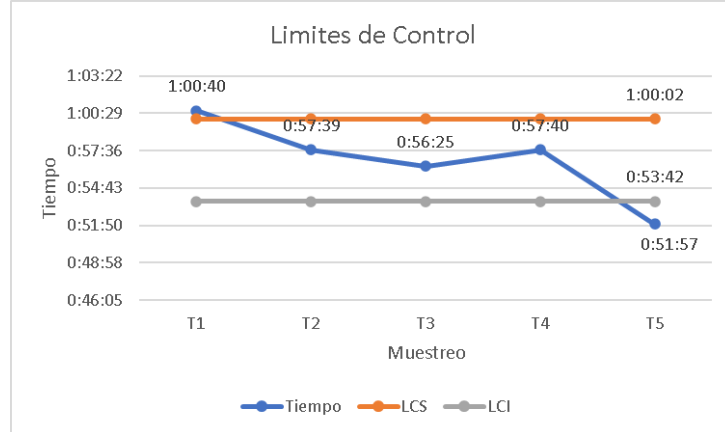


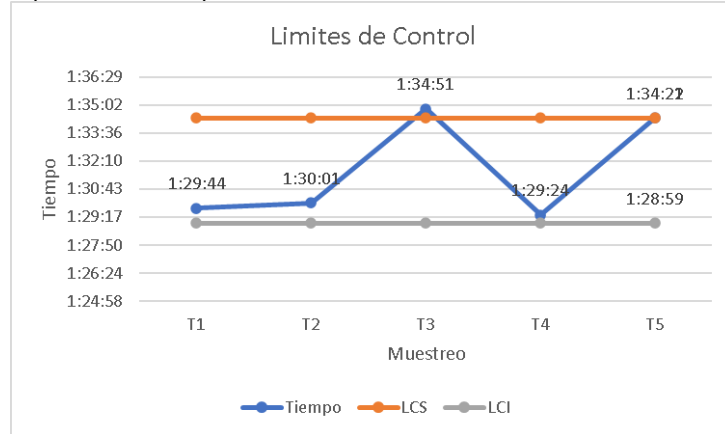
Figura E.2. Representación de los puntos de control con relación a las tolerancias en la estación de Galvanizado-Tropicalizado



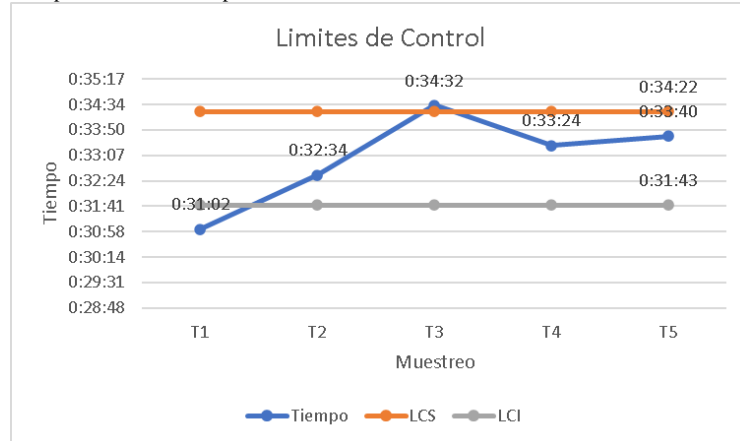
**Figura E.3.** Representación de los puntos de control con relación a las tolerancias en la estación de Pintura Electroestatica



**Figura E.4.** Representación de los puntos de control con relación a las tolerancias en la estación de Recepcion



**Figura E.5.** Representación de los puntos de control con relación a las tolerancias en la estación de Lavado



**Figura E.6.** Representación de los puntos de control con relación a las tolerancias en la estación de Pulido

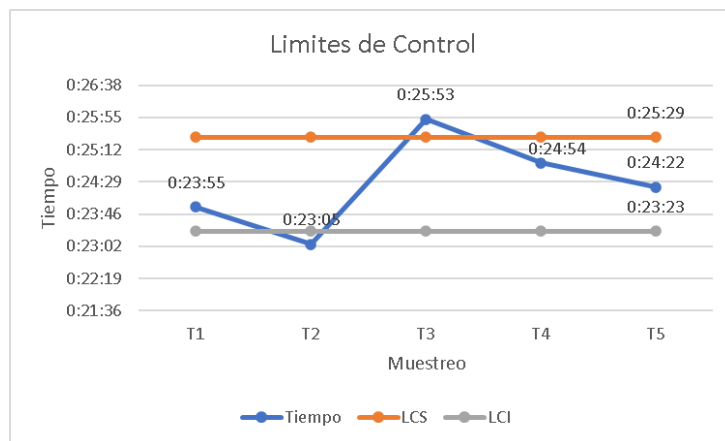


Figura E.7. Representación de los puntos de control con relación a las tolerancias en la estación de Entrega

### SUPLEMENTOS POR ESTACIÓN

Suplementos fijos		
Suplementos	Valoración	Actividades relacionadas
Constante	5	Todas
Fatiga	4	
Trabajo en pie	2	
Total	11	
Suplementos Variables		
Uso de la fuerza 5kg	1	Traslado a las ares respetivas de acabado
Ruido	2	Por estar cerca del taller
Trabajo Monótono	1	La subida de material y revisión de niveles
Tensión Mental	1	Control del tiempo de sumergido de tinas
Total	5	

Tablas E.18. Suplementos que se consideró para la estación de Galvanizado

Suplementos fijos		
Suplementos	Valoración	Actividades relacionadas
Constante	5	Todas
Fatiga	4	
Trabajo en pie	2	
Total	11	
Suplementos Variables		
Uso de la fuerza 5kg	1	Traslado a las ares respetivas de acabado
Ruido	2	Por estar cerca de taller
Trabajo Monótono	1	La subida de material y revisión de niveles
Tensión Mental	1	Control del tiempo de sumergido de tinas
Total	5	

Tablas E.19. Suplementos que se consideró para la estación de Galvanizado-Tropicalizado

Suplementos fijos		
Suplementos	Valoración	Actividades relacionadas
Constante	5	Todas
Fatiga	4	
Trabajo en pie	2	
Total	11	
Suplementos Variables		
Uso de la fuerza 5kg	1	Traslado a las ares respetivas de acabado
Ruido	2	Por estar cerca del área de pulido
Trabajo Monótono	1	La subida de material y revisión de niveles
Tensión Mental	4	Control del tiempo en horno y la pintura
Total	8	

Tablas E.20. Suplementos que se consideró para la estación de Pintura Electroestatica

Suplementos fijos		
Suplementos	Valoración	Actividades relacionadas
Constante	5	Todas
Fatiga	4	
Trabajo en pie	2	
Total	11	
Suplementos Variables		

Uso de la fuerza 5kg	1	Recepción de productos
Ruido	2	Por estar cerca del área de Taller
Trabajo Monótono	1	Entrada y salida de productos
Tensión Mental	1	Control del estado de los productos
Total		5

**Tablas E.21.** Suplementos que se consideró para la estación de Recepcion

Suplementos fijos		
Suplementos	Valoración	Actividades relacionadas
Constante	5	Todas
Fatiga	4	
Trabajo en pie	2	
Total		11
Suplementos Variables		
Uso de la fuerza 10kg	3	Traslado al área de lavado
Ruido	2	Por estar cerca del área de pulido
Trabajo Monótono	1	Movimiento de tina a tina
Tensión Mental	1	Control del reposo de la tina
Total		7

**Tablas E.22.** Suplementos que se consideró para la estación de Lavado

Suplementos fijos		
Suplementos	Valoración	Actividades relacionadas
Constante	5	Todas
Fatiga	4	
Trabajo en pie	2	
Total		11
Suplementos Variables		
Uso de la fuerza 10kg	3	Traslado al área de lavado
Ruido	5	Por estar cerca del área de pulido
Trabajo Monótono	1	Movimiento de tina a tina
Tensión Mental	4	Control del reposo de la tina
Total		13

**Tablas E.23.** Suplementos que se consideró para la estación de Pulido

Suplementos fijos		
Suplementos	Valoración	Actividades relacionadas
Constante	5	Todas
Fatiga	4	
Trabajo en pie	2	
Total		11
Suplementos Variables		
Uso de la fuerza 10kg	1	Traslado al área de lavado
Ruido	2	Por estar cerca del área de pulido
Trabajo Monótono	1	Movimiento de tina a tina
Tensión Mental	1	Control del reposo de la tina
Total		5

**Tablas E.24.** Suplementos que se consideró para la estación de Entrega

## ESTANDARIZACIÓN POR ESTACIÓN

Operaciones	TIEMPOS			Tiempos Adquiridos					
	T2	T4	T5	Prom.	TO	Ritmo	TN	SUPLE	TS
7. Galvanizar.	0:59:35	1:00:03	0:59:59	0:59:52	0:59:52	100%	0:59:52	14%	1:08:15
8. Lavar.	0:04:59	0:05:21	0:05:46	0:05:22	0:05:22	100%	0:05:22	12%	0:06:01
9. Revisar el acabado.	0:04:00	0:03:31	0:03:50	0:03:47	0:03:47	100%	0:03:47	13%	0:04:17
10. Lavado.	0:03:15	0:03:31	0:03:38	0:03:28	0:03:28	100%	0:03:28	12%	0:03:53
11. Apaciguar.	0:06:01	0:05:13	0:05:00	0:05:25	0:05:25	100%	0:05:25	12%	0:06:04
12. Secado.	0:07:59	0:08:01	0:07:58	0:07:59	0:07:59	100%	0:07:59	14%	0:09:06
13. Inspección.	0:05:16	0:05:56	0:05:40	0:05:37	0:05:37	100%	0:05:37	16%	0:06:31
14. Empaque y traslado.	0:09:51	0:09:11	0:11:31	0:10:11	0:10:11	100%	0:10:11	16%	0:11:49
Tiempos estacionales	1:40:56	1:40:47	1:43:22		1:41:42		1:41:42		1:55:56

**Tablas E.25.** Tiempos Estandarizados de las actividades de la estación de Galvanizado

Operaciones	TIEMPOS			Tiempos Adquiridos					
	T1	T3	T4	Prom.	TO	Ritmo	TN	SUPLE	TS
6. Galvanizar.	1:00:36	1:00:00	1:00:21	1:00:39	1:00:39	100%	1:00:39	14%	1:09:08
7. Lavar.	0:05:17	0:05:32	0:05:03	0:05:17	0:05:17	100%	0:05:17	12%	0:05:55
8. Revisar el acabado.	0:04:23	0:03:46	0:04:21	0:04:10	0:04:10	100%	0:04:10	13%	0:04:43
9. Lavado.	0:03:51	0:03:21	0:05:31	0:04:14	0:04:14	100%	0:04:14	12%	0:04:45
10. Apaciguar.	0:05:11	0:05:51	0:05:03	0:05:22	0:05:22	100%	0:05:22	12%	0:06:00
11. Secado.	0:08:39	0:07:57	0:08:13	0:08:16	0:08:16	100%	0:08:16	14%	0:09:26
12. Inspección.	0:05:49	0:05:01	0:05:01	0:05:17	0:05:17	100%	0:05:17	16%	0:06:08
13. Embalaje y traslado.	0:09:01	0:09:51	0:10:56	0:09:56	0:09:56	100%	0:09:56	16%	0:11:31
Tiempos estacionales	1:42:47	1:42:19	1:44:29		1:43:12		1:43:12		1:57:36

Tablas E.26. Tiempos Estandarizados de las actividades de la estación de Galvanizado-Tropicalizado

Operaciones	TIEMPOS			Tiempos Adquiridos					
	T1	T3	T4	Prom.	TO	Ritmo	TN	SUPLE	TS
2. Inspeccionar y Remover.	0:05:52	0:04:40	0:04:32	0:05:01	0:05:01	100%	0:05:01	15%	0:05:47
3. Lavado.	0:07:35	0:08:11	0:08:01	0:07:56	0:07:56	100%	0:07:56	11%	0:08:48
4. Secado.	0:09:40	0:10:05	0:10:11	0:09:59	0:09:59	100%	0:09:59	12%	0:11:11
5. Traslado a la camara.	0:06:31	0:06:12	0:06:00	0:06:22	0:06:22	100%	0:06:22	13%	0:07:11
6. Verificación de niveles.	0:05:36	0:05:09	0:05:21	0:05:22	0:05:22	100%	0:05:22	16%	0:06:14
7. Pintado.	0:02:49	0:02:01	0:02:03	0:02:18	0:02:18	100%	0:02:18	19%	0:02:44
8. Traslado al horno.	0:03:13	0:03:31	0:03:21	0:03:22	0:03:22	100%	0:03:22	13%	0:03:48
9. Horneado.	0:33:51	0:33:21	0:35:31	0:34:14	0:34:14	100%	0:34:14	19%	0:40:45
10. Traslado.	0:04:11	0:04:51	0:04:03	0:04:22	0:04:22	100%	0:04:22	13%	0:04:56
11. Embalaje y traslado.	0:10:17	0:09:57	0:10:13	0:10:09	0:10:09	100%	0:10:09	13%	0:11:28
Tiempos estacionales	1:29:36	1:27:58	1:23:17		1:29:04		1:29:04		1:42:50

Tablas E.27. Tiempos Estandarizados de las actividades de la estación de Pintura Electrostatica

Operaciones	TIEMPOS			Tiempos Adquiridos					
	T2	T3	T4	Prom.	TO	Ritmo	TN	SUPLE	TS
1. Recepción e Inspección de la pieza metálica (Cr)	0:08:51	0:09:21	0:10:01	0:09:24	0:09:24	100%	0:09:24	16%	0:10:55
2. Traslado de la pieza (Cr).	0:05:45	0:04:40	0:04:32	0:04:59	0:04:59	100%	0:04:59	15%	0:05:44
1. Recepción e inspección de la pieza metálica (G)	0:08:51	0:09:21	0:10:01	0:09:24	0:09:24	100%	0:09:24	16%	0:10:55
2. Traslado de la pieza (G).	0:05:45	0:04:40	0:04:32	0:04:59	0:04:59	100%	0:04:59	14%	0:05:41
1. Recepción e Inspección de la pieza metálica (Tr)	0:08:51	0:09:21	0:10:01	0:09:24	0:09:24	100%	0:09:24	16%	0:10:55
2. Traslado de la pieza (Tr).	0:05:45	0:04:40	0:04:32	0:04:59	0:04:59	100%	0:04:59	14%	0:05:41
1. Recepción y Traslado de la pieza metálica (P)	0:13:51	0:14:21	0:14:01	0:14:04	0:14:04	100%	0:14:04	16%	0:16:19
Tiempos estacionales	0:57:39	0:56:25	0:57:40		0:57:15		0:57:15		1:06:09

Tablas E.28. Tiempos Estandarizados de las actividades de la estación de Recepcion

Operaciones	TIEMPOS			Tiempos Adquiridos					
	T1	T2	T4	Prom.	TO	Ritmo	TN	SUPLE	TS
3. Remover la pintura (Cr).	0:07:35	0:08:31	0:08:01	0:08:02	0:08:02	100%	0:08:02	11%	0:08:56
4. Remover el Oxido (ácido clorhídrico) (Cr).	0:09:40	0:09:58	0:10:11	0:09:57	0:09:57	100%	0:09:57	12%	0:11:08
5. Desengrasar (agua y desengrase) (Cr).	0:09:31	0:10:04	0:10:00	0:09:52	0:09:52	100%	0:09:52	13%	0:11:09
6. Traslado al Área de pulido (Cr).	0:03:36	0:03:17	0:03:21	0:03:25	0:03:25	100%	0:03:25	17%	0:03:59
3. Remover el Oxido (ácido clorhídrico) (G).	0:17:35	0:19:31	0:18:01	0:18:22	0:18:22	100%	0:18:22	11%	0:20:24
4. Remojar (Agua) (G).	0:06:11	0:05:56	0:06:16	0:06:08	0:06:08	100%	0:06:08	12%	0:06:52
5. Desengrasar (G).	0:02:31	0:01:54	0:02:00	0:02:08	0:02:08	100%	0:02:08	13%	0:02:25
6. Traslado al área de galvanizado (G).	0:03:36	0:03:17	0:03:21	0:03:25	0:03:25	100%	0:03:25	17%	0:03:59
3. Remover el Oxido (ácido clorhídrico) (Tr).	0:19:35	0:17:31	0:20:01	0:19:02	0:19:02	100%	0:19:02	13%	0:21:31
4. Remojar (Agua) (Tr).	0:06:54	0:06:58	0:05:11	0:06:21	0:06:21	100%	0:06:21	12%	0:07:07
5. Traslado al área de galvanizado.	0:02:59	0:03:04	0:03:00	0:03:01	0:03:01	100%	0:03:01	12%	0:03:23
Tiempos estacionales	1:29:44	1:30:01	1:29:24		1:29:43		1:29:43		1:40:52

Tablas E.29. Tiempos Estandarizados de las actividades de la estación de Lavado

Operaciones	TIEMPOS			Tiempos Adquiridos					
	T2	T4	T5	Prom.	TO	Ritmo	TN	SUPLE	TS
7. Pulido.	0:29:35	0:30:03	0:29:59	0:29:52	0:29:52	100%	0:29:52	24%	0:37:02
8. Traslado al área de cromado	0:02:59	0:03:21	0:03:41	0:03:20	0:03:20	100%	0:03:20	23%	0:04:06
Tiempos estacionales	0:32:34	0:33:24	0:33:40		0:33:13		0:33:13		0:41:09

Tablas E.30. Tiempos Estandarizados de las actividades de la estación de Pulido

Operaciones	TIEMPOS			Tiempos Adquiridos					
	T1	T4	T5	Prom.	TO	Ritmo	TN	SUPLE	TS
21. Entrega (Cr).	0:09:57	0:10:01	0:09:11	0:09:43	0:09:43	100%	0:09:43	15%	0:11:10
15. Entrega (G).	0:04:36	0:04:31	0:05:01	0:04:43	0:04:43	100%	0:04:43	15%	0:05:25
14. Entrega (Tr).	0:04:36	0:04:51	0:05:09	0:04:52	0:04:52	100%	0:04:52	15%	0:05:36
12. Entrega (P)	0:04:46	0:05:31	0:05:01	0:05:06	0:05:06	100%	0:05:06	15%	0:05:52
Tiempos estacionales	0:23:55	0:24:54	0:24:22		0:24:24		0:24:24		0:28:03

Tablas E.31. Tiempos Estandarizados de las actividades de la estación de Entrega

**BALANCE DE LA LINEAS**

**Balance de línea Galvanizado**

Estación	TS (hh:mm:ss)	TS (numero)
Recepción	0:16:39	16.65
Lavado	0:35:12	35.20
Galvanizado	1:55:56	115.93
Entrega	0:05:25	5.42
<b>Total</b>	<b>2:53:12</b>	<b>173.2</b>
Encendido de las maquinas	0:05:00	5,00
Verificación del funcionamiento del sistema	0:05:00	5,00
Control de niveles de las tinas	0:10:00	10,00
Reuniones en la mañana	0:05:00	5,00
<b>Total, de la línea</b>	<b>3:18:12</b>	<b>198.20</b>

**Tablas E.32.** Tiempos estacionales estándar de la Línea de Galvanizado

Para continuar con el análisis el valor se dividirá para el número de unidades para conocer el tiempo estándar por unidad que es de 13.21 minutos.

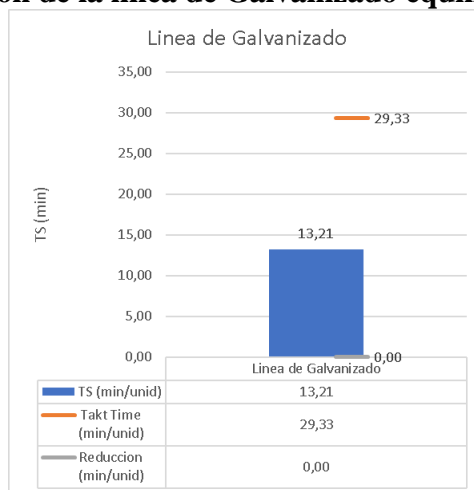
**Takt Time (15 unidad 10kg)**

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible\ laboral}{Unidades\ Planificadas}$$

$$Takt\ time = \frac{440\ min}{15\ unid}$$

$$Takt\ time = 29.33 \frac{min}{unidad} \approx 0:29:20$$

**Grafica de la representación de la línea de Galvanizado equilibrada**



**Figura E.8.** Equilibrio de la línea

**Trabajadores Requeridos**

$$TR = \frac{\Sigma\ Tiempo\ de\ las\ tareas}{Takt\ time}$$

$$TR = \frac{198.20 \text{ min}}{29.33 \text{ min}}$$

$$TR = 6.75 \approx 7 \text{ Trabajadores}$$

### Eficiencia de la línea de Galvanizado

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{\text{Suma de todos los tiempos de la línea}}{\text{Tabajadores Requeridos} * \text{Takt time}} * 100\%$$

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{198.20 \text{ min}}{7 * 29.33 \text{ min}} * 100\%$$

$$\text{Eficiencia de la línea} = 96,53\%$$

### Índice de Productividad

$$IP = \frac{\text{Produccion diaria}}{\text{Tiempo disponible laboral}}$$

$$IP = \frac{15 \text{ unidades}}{440 \text{ min}}$$

$$IP = 0.03440 \frac{\text{unidades}}{\text{min}}$$

$$IP = 0.01446 \frac{\text{unidades}}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}}$$

$$IP = 2.045 \frac{\text{unidades}}{\text{Hora}}$$

### Balance de línea Tropicalizado

Estación	TS (hh:mm:ss)	TS (numero)
Recepción	0:16:39	16,60
Lavado	0:35:12	36,00
Galvanizado	1:57:36	117,61
Entrega	0:05:25	5,60
<b>Total</b>	<b>2:54:52</b>	<b>175,81</b>
Encendido de las maquinas	0:05:00	5,00
Verificación del funcionamiento del sistema	0:05:00	5,00
Control de niveles de las tinas	0:10:00	10,00
Reuniones en la mañana	0:05:00	5,00
<b>Total, de la línea</b>	<b>3:19:52</b>	<b>199,87</b>

Tablas E.33. Tiempos estacionales estándar de la Línea de Tropicalizado

Para continuar con el análisis el valor se dividirá para el número de unidades para conocer el tiempo estándar por unidad que es de 13.32 minutos.

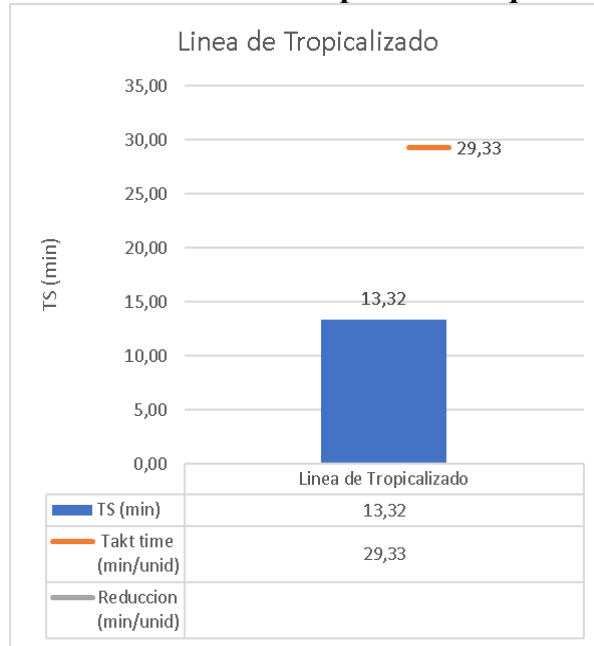
### Takt Time (15Unidaes 10kg)

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible\ laboral}{Unidades\ Planificadas}$$

$$Takt\ time = \frac{440\ min}{15\ unid}$$

$$Takt\ time = 29.33 \frac{min}{unidad} \approx 0:29:20$$

**Grafica de la representación de la línea de Tropicalizado equilibrada**



**Figura E.9.** Equilibrio de la línea

**Trabajadores Requeridos**

$$TR = \frac{\Sigma\ Tiempo\ de\ las\ tareas}{Takt\ time}$$

$$TR = \frac{199.87\ min}{29.33\ min}$$

$$TR = 6.81 \approx 7\ Trabajadores$$

**Eficiencia de la línea de Tropicalizado**

$$Eficiencia\ de\ la\ linea = \frac{Suma\ de\ todos\ los\ tiempos\ de\ la\ linea}{Numero\ de\ estaciones * Takt\ time} * 100\%$$

$$Eficiencia\ de\ la\ linea = \frac{199.87\ min}{7 * 29.33\ min} * 100\%$$

$$Eficiencia\ de\ la\ linea = 97.35\%$$

**Índice de Productividad**

$$IP = \frac{\text{Produccion diaria}}{\text{Tiempo disponible laboral}}$$

$$IP = \frac{15 \text{ unidades}}{440 \text{ min}}$$

$$IP = 0.03440 \frac{\text{unidades}}{\text{min}}$$

$$IP = 0.01446 \frac{\text{unidades}}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}}$$

$$IP = 2.045 \frac{\text{unidades}}{\text{Hora}}$$

### Balance de línea Pintura Electroestática

Estación	TS (hh:mm:ss)	TS (numero)
Recepción	0:22:39	22.01
Pintura Elect	1:43:30	103.51
Entrega	0:05:25	5.42
<b>Total</b>	<b>2:11:34</b>	<b>131.34</b>
Encendido de las maquinas	0:05:00	5.00
Verificación del funcionamiento del sistema	0:05:00	5.00
Control de niveles de las tinas	0:10:00	10.00
Reuniones en la mañana	0:05:00	5.00
<b>Total, de la línea</b>	<b>2:36:34</b>	<b>156.57</b>

Tablas E.34. Tiempos estacionales estándar de la Línea de Pintura Electroestatica

Para continuar con el análisis el valor se dividirá para el número de unidades para conocer el tiempo estándar por unidad que es de 31.31 minutos.

### Takt Time

$$Takt \text{ time} = \frac{\text{Tiempo disponible laboral}}{\text{Lotes Planificadas}}$$

$$Takt \text{ time} = \frac{440 \text{ min}}{5 \text{ unidades}}$$

$$Takt \text{ time} = 88.00 \text{ min} \frac{\text{min}}{\text{unidad}} \approx 1:28:00$$

### Grafica de la representación de la línea de Pintura Electroestatica equilibrada

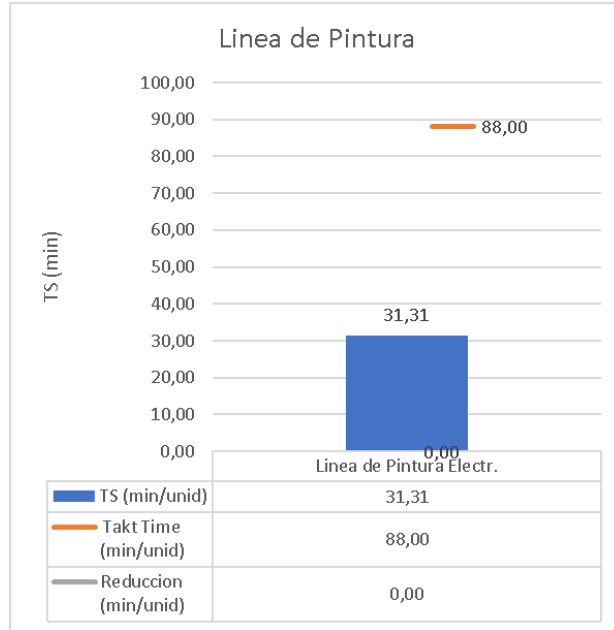


Figura E.10.. Equilibrio de la línea

### Trabajadores Requeridos

$$TR = \frac{\Sigma \text{Tiempo de las tareas}}{\text{Takt time}}$$

$$TR = \frac{156.57 \text{ min}}{88.00 \text{ min}}$$

$$TR = 1.78 \approx 2 \text{ Trabajadores}$$

### Eficiencia de la línea de Pintura Electroestática

$$\text{Eficiencia de la linea} = \frac{\text{Suma de todos los tiempos de la linea}}{\text{Trabajadores Requeridos} * \text{Takt time}} * 100\%$$

$$\text{Eficiencia de la linea} = \frac{156.57 \text{ min}}{2 * 88.00 \text{ min}} * 100\%$$

$$\text{Eficiencia de la linea} = 88,96\%$$

### Índice de Productividad

$$IP = \frac{\text{Produccion diaria}}{\text{Tiempo disponible laboral}}$$

$$IP = \frac{5 \text{ unidades}}{440 \text{ min}}$$

$$IP = 0.01136 \frac{\text{unidades}}{\text{min}}$$

$$IP = 0.01136 \frac{\text{unidades}}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}}$$

$$IP = 0.6818 \frac{\text{unidades}}{\text{Hora}}$$

**PROPUESTA DE MEJORA CON KPIS**

Operaciones	Observaciones	0
		TS
1. Recepción y Inspección de la pieza metálica.	Se recomienda poner puesto de trabajo mas cercanos para reducir los tiempos de traslado, tambien teniendo un catalogo de defectos que se puede repetir y dar un diagnostico mas rapido.	0:05:41
2. Traslado de la pieza.		0:05:54
3. Remover la pintura.	Mediante la inatacion de una grua hidraulica para poder dar la traslacion mas rapidoo, ademas tener trabajos en lote seguidos para trabajos de la misma linea	0:05:49
4. Remover el Oxido (ácido clorhídrico).		0:06:41
5. Desengrasar (agua y desengrase).		0:06:36
6. Traslado al Área de pulido.		0:02:55
7. Pulido.	Colocar un aconecion de de lectricidad para cada puerdo de pulido y automatizar la grua.	0:17:43
8. Traslado al área de cromado		0:03:45
9. Desengrasar.	Crear una linea ciclica para establecer nuevas unidas y mantrenr la tina en uso, aumnetar la capacidad de las tinas de entrada de 3 a 4	0:27:28
10. Lavado (detergente).		0:03:27
11. Neutralizado.		0:05:56
12. Lavado (agua).		0:03:19
13. Niquelado.		0:33:39
14. Brillo.		1:32:29
15. Lavado (agua).		0:05:25
16. Cromado.		0:03:30
17. Lavado (agua).		0:03:33
18. Limpieza (agua y aire comprimido).	Limpiar por lotes y no por unidad	0:10:41
19. Revisión de Acabado.	Estableces confuianza entre la estacion de pulido para poder ratificar el indicado pulido	0:11:18
20. Embalaje y traslado.	Reducir la distancia de la estcion	0:05:53
21. Entrega		0:10:51
Total		4:32:32

**Tablas E.35.. Reducción de tiempos. Línea de Cromado**

Operaciones	TIEMPOS	Tempos Adquir
	Observaciones para reduucion	TS
1. Recepción e inspección de la pieza me	Se recomienda poner puesto de trabajo mas cercanos para reducir los tiempos de traslado, tambien teniendo un catalogo de defectos que se puede repetir y dar un diagnostico mas rapido.	0:05:41
2. Traslado de la pieza.		0:05:54
3. Remover el Oxido (ácido clorhídrico).	Mediante la inatacion de una grua hidraulica para poder dar la traslacion mas rapidoo, ademas tener trabajos en lote seguidos para trabajos de la misma linea	0:11:35
4. Remojar (Agua).		0:04:39
5. Desengrasar.		0:02:20
6. Traslado al área de galvanizado.		0:04:06
7. Galvanizar.	Crear una linea ciclica para establecer nuevas unidas y mantrenr la tina en uso, aumnetar la capacidad de las tinas de entrada de 15 a 20	1:07:27
8. Lavar.		0:06:05
9. Revisar el acabado.		0:04:25
10. Lavado.		0:03:43
11. Apaciguar.		0:04:49
12. Secado.		0:09:01
13. Inspección.		0:05:12
14. Empaque y traslado.		0:06:02
15. Entrega		0:05:25
Tiempos estacionales		2:26:24

Tablas E.35.. Reducción de tiempos. Línea de Galvanizado

Operaciones	TIEMPOS	
	Observaciones para reduccion	Tempos Adquir
1. Recepción y Inspección de la pieza m	Se recomineda poner puesto de trabajo mas cercanos para reducir los tiempos de traslado, tambien teniendo un ctalogo de defectos que se puede repetir y dar un diagnostico mas rapido.	0:05:41
2. Traslado de la pieza.		0:05:54
3. Remover el Oxido (ácido clorhídrico).	Mediante la inatacion de una grua hidraulica para poder dar la traslacion mas rapidoo, ademas tener trabajos en lote seguidos para trabajos de la misma linea	0:12:39
4. Remojar (Agua).		0:04:57
5. Traslado al área de galvanizado.		0:03:32
6. Galvanizar.	Crear una linea ciclica para establecer nuevas unidas y mantener la tina en uso, aumnetar la capacidad de las tinas de entrada de 15 a 20	1:11:48
7. Lavar.		0:05:58
8. Revisar el acabado.		0:03:27
9. Lavado.		0:03:56
10. Apaciguar.		0:05:50
11. Secado.		0:09:09
12. Inspección.		0:05:47
13. Embalaje y traslado.		0:06:40
14. Entrega.		0:05:24
Tiempos estacionales		2:30:42

Tablas E.36.. Reducción de tiempos. Línea de Tropicalizado

Operaciones	TIEMPOS	
	Observaciones para reduccion	Tempos Adquir
1. Recepción y Traslado de la pieza met	Disminuir la distancia de estaciones	0:06:47
2. Inspeccionar y Remover.	Crear una linea ciclica para establecer nuevas unidas y mantener la tina en uso, aumnetar la capacidad de las tinas de entrada de 5 a 6, Disminuir la distancia entre el horno y la mesa de trabajo	0:05:54
3. Lavado.		0:09:09
4. Secado.		0:11:10
5. Traslado a la camara.		0:05:55
6. Verificación de niveles.		0:06:13
7. Pintado.		0:02:49
8. Traslado al horno.		0:03:45
9. Horneado.		0:38:39
10. Traslado.		0:04:48
11. Embalaje y traslado.		0:07:58
12. Entrega.		0:05:42
Tiempos estacionales		1:48:49

Tablas E.37.. Reducción de tiempos. Línea de Galvanizado

### Graficas de balance de líneas ajustada

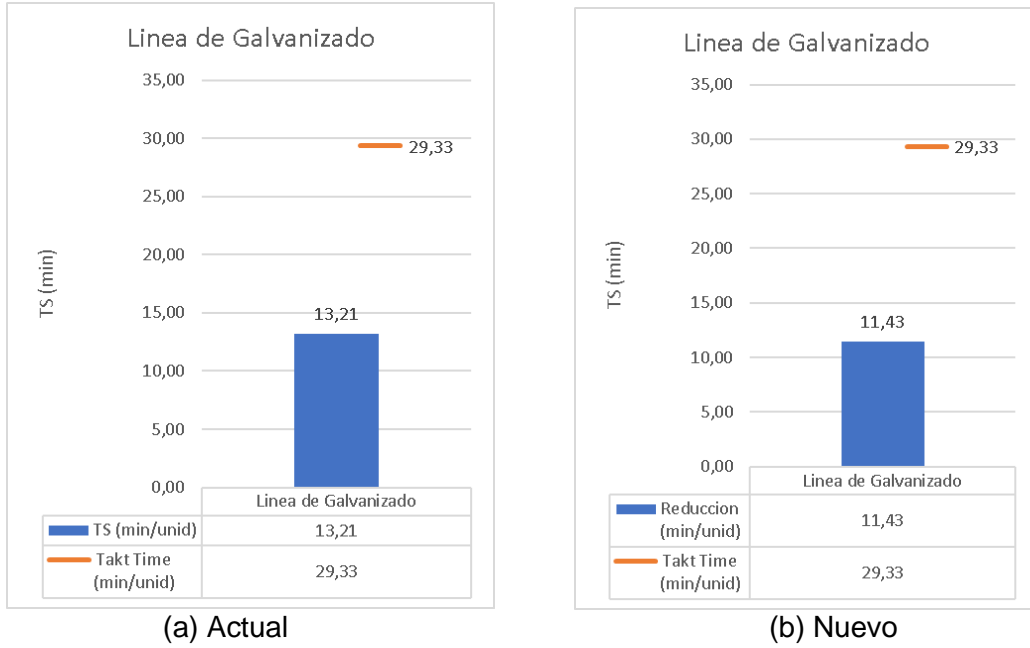


Figura E.11.. Equilibrio de la línea ajustado

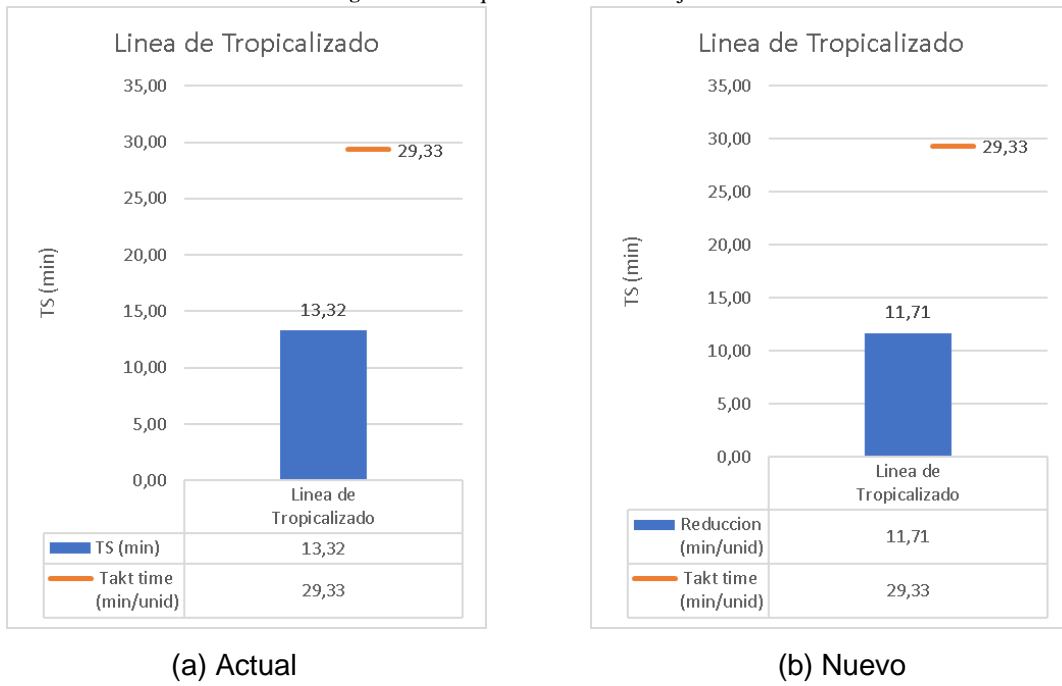


Figura E.12.. Equilibrio de la línea ajustado

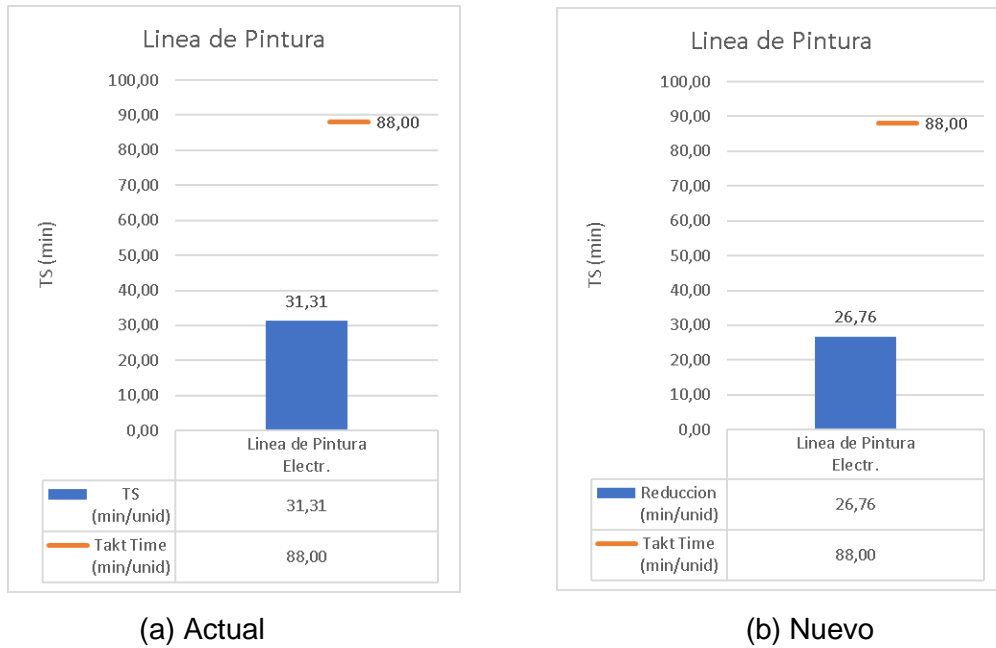


Figura E.13.. Equilibrio de la línea ajustado

## Mejora Índice de Productividad

### Línea de Galvanizado

$$IP = \frac{\text{Nueva producción diaria}}{\text{Tiempo disponible laboral}}$$

$$IP = \frac{18 \text{ unidades}}{440 \text{ min}}$$

$$IP = 0.0409 \frac{\text{unidades}}{\text{min}}$$

$$IP = 0.0409 \frac{\text{unidades}}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}}$$

$$IP = 2.4545 \frac{\text{unidades}}{\text{Hora}}$$

### Línea de Tropicalizado

$$IP = \frac{\text{Nueva producción diaria}}{\text{Tiempo disponible laboral}}$$

$$IP = \frac{18 \text{ unidades}}{440 \text{ min}}$$

$$IP = 0.0409 \frac{\text{unidades}}{\text{min}}$$

$$IP = 0.0409 \frac{\text{unidades}}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}}$$

$$IP = 2,4545 \frac{\text{unidades}}{\text{Hora}}$$

### **Línea de Pintura**

$$IP = \frac{\text{Nueva produccion diaria}}{\text{Tiempo disponible laboral}}$$

$$IP = \frac{7 \text{ unidades}}{440 \text{ min}}$$

$$IP = 0.0159 \frac{\text{unidades}}{\text{min}}$$

$$IP = 0.0159 \frac{\text{unidades}}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}}$$

$$IP = 0.9545 \frac{\text{unidades}}{\text{Hora}}$$