



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Recinto Universitario “Rubén Darío”
Facultad de Ciencias e Ingenierías



Trabajo de Seminario de Graduación para optar al título de Ingeniero Industrial y de Sistemas

Tema:

Balance de líneas de producción en las plantas de galvanizado y clavos de la Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INCASA), ubicada en el km 30 carretera Managua-Granada durante el periodo Abril a Junio del año 2009.

Autores:

- Br. Osman Enrique Morales Hernández
- Br. Javier Alejandro Vanegas Alemán
- Br. Harry Iván Coulson Romero

Tutor:

- Msc. Ing. Elvira Siles Blanco

Asesor Metodológico:

- Ing. Julio López González

Febrero del 2010

Managua, Nicaragua



Dedicatoria

A Dios nuestro padre porque me ha regalado la vida, la salud, los deseos de superación, la perseverancia y la fortaleza para culminar mi carrera y obtener el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas.

A mi madre Teresa de Jesús Hernández Cuadra por el apoyo, la buena voluntad, la comprensión y el espíritu de superación que ayudó a formar en mí, para que yo continuara día a día mis estudios.

A mi padre Anastasio Antonio Morales Téllez por los consejos, la atención, los buenos deseos y el soporte que ayudó a que pudiera finalizar esta etapa de mi vida.

A mis hermanos por el ejemplo profesional y la motivación que han significado en mi vida.

A mis familiares y mis amigos por haber contribuido en general a que yo alcanzara mis objetivos.

Br. Osman Morales Hernández



Dedicatoria

A Dios por haberme dado la fortaleza, para poder llegar a esta importante etapa de mi vida; a mis padres Dolores Alemán y José Vanegas Leiva, que me han guiado por el buen camino brindándome siempre su apoyo; a mis maestros, que han contribuido con mi formación académica durante todo el transcurso de mi vida; y a mi hijita Joseline Alejandra que ha sido mi última motivación para poder culminar mi carrera.

Br. Javier A. Vanegas Alemán

Nunca consideres el estudio como un deber,
sino como una oportunidad para penetrar
en el maravilloso mundo del saber.

- Albert Einstein



Dedicatoria

A Dios por ser la fuerza que me impulsa todos los días.

A mi familia que está presente en los momentos más difíciles.

A la memoria de mi sobrina Frynee Scarleth Mendieta, que aunque ya no esté con nosotros siempre la llevo en mi corazón.

Br. Harry Coulson Romero



Agradecimientos

A Dios padre, nuestro creador, por haber formado en mi el interés por la enseñanza y por estar presente en todos los proyectos de mi vida.

A mis padres, Teresa Hernández y Antonio Morales, por ser el principal apoyo con el que he contado, para la culminación de mis estudios universitarios.

A mis hermanos y hermanas, por contribuir a mi desarrollo profesional, a través del éxito que han alcanzado.

A mis docentes, que con paciencia y metodología a lo largo de la carrera, transmitieron sus conocimientos y experiencias en mi formación profesional.

De manera muy particular a nuestra tutora Msc. Ing. Elvira Siles Blanco, por haber brindado su disposición, paciencia y conocimientos para permitir la culminación de este trabajo.

Br. Osman Morales Hernández



Agradecimientos

“A Dios nuestro Padre y a nuestro Señor Jesucristo; por haberme dado sabiduría, inteligencia, conocimiento y disciplina para poder terminar mis estudios profesionales”.

A mi papá el Msc. José Vanegas Leiva y a mi mamá la Sra. J. Dolores Alemán, por todo el apoyo que me han dado, sin escatimar esfuerzos, para que yo sea una persona de provecho y alguien en la vida.

A mis profesores tanto los del colegio Latinoamericano como los de la UNAN, por haber compartido conmigo sus conocimientos a lo largo de mi formación académica y profesional.

En especial a mi tutora Msc. Elvira Siles, al Ing. Julio López por habernos ayudado en la metodología de este trabajo; y a todas aquellas personas que de alguna u otra forma hayan influido en mi formación.

Finalmente a la Industria Centroamericana S.A. por habernos permitido realizar este trabajo.

Br. Javier A. Vanegas Alemán

“La educación es un instrumento importante para el desarrollo de los seres humanos y las sociedades”.

(UNESCO).



Agradecimientos

A mis padres Víctor Coulson y Blanca Romero por todo el apoyo que han dado a lo largo de mi vida.

A mis hermanas Zayda Mendieta y Martha Mendieta por la motivación y apoyo que me han brindado a lo largo de todos estos años.

Al personal de la empresa INCASA por abrirnos las puertas para poder realizar el presente trabajo.

Br. Harry Coulson Romero



RESUMEN

Por medio de este trabajo la Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INACASA), dispondrá de instrumentos para evaluar la productividad y eficiencia de sus recursos humanos en el interior de las áreas de galvanizado y clavos, esto contribuirá así mismo, a la toma de dediciones efectiva para la planificación de la producción.

El alcance de nuestro tema se desarrolló en función de nuestros objetivos específicos, dando prioridad a su orden secuencial. Cada uno de los autores de esta investigación, fue asignado a cada área estudiada, razón por la que cada quien conoce a detalle lo que ocurre en cada área.

Nuestro tipo de investigación es descriptiva aplicada, dado qué, la descripción de las situaciones encontradas, el cálculo y la evaluación tanto cualitativa y cuantitativa de los resultados, fueron actividades que nos permitieron realizar nuestro estudio y cumplir con nuestros objetivos planteados.

Nuestra primera actividad consistió en la observación y en el reconocimiento de las situaciones encontradas en cada una de las áreas estudiadas, además contamos con la opinión y guía de los jefes de cada planta quienes nos ayudaron al reconocimiento y familiarización de los procesos productivos y al personal presente, tanto en el área de galvanizado como clavos.

Nuestra segunda actividad consistió en la toma de tiempos, utilizando cronómetros digitales, que nos permitió adquirir destrezas y realizar cálculos primarios para determinar los tamaños de muestra acorde con nuestro nivel de confianza fijado, que es del 95%. Dado que cualquiera de los métodos para determinar el cálculo de la muestra nos lleva a la obtención de un tiempo estándar confiable, en cada área se eligió un método distinto al de la otra área.



Luego de conocer dicho tamaño N de muestras, procedimos a la toma y anotación del resto de ciclos de tiempo faltantes.

Los datos obtenidos los analizamos y evaluamos para obtener los tiempos estándar, considerando en ellos, la calificación de la actuación y los suplementos concedidos a los operarios por las condiciones en que trabajan y las actividades que realizan en el cumplimiento de sus funciones. Una vez que estandarizamos cada proceso, el balance de línea se determinó por medio del análisis, cálculos propios y consultaría en libros y fuentes bibliográficas, y además de determinar las estaciones de trabajo teóricas para cada área, se hizo una respectiva asignación de tareas a cada estación de trabajo.

Finalmente las conclusiones, son presentadas en función de cada área, resaltando que los tiempos estándar obtenidos, son los tiempos justos en que el operario debe realizar cada tarea a lo largo de su jornada de trabajo y a un mismo ritmo de trabajo, también sobre la eficiencia encontrada en cada línea productiva. Las recomendaciones sugeridas a la empresa, le permitirán a cada área estudiada, disminuir sus tiempos muertos y por ende a aumentar su eficiencia.



ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
IV. JUSTIFICACIÓN.....	4
V. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
5.1- Objetivo general.....	5
5.2- Objetivos específicos	5
VI. Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INCASA)	6
6.1- Generalidades.....	6
6.2- Visión de la empresa	6
6.3- Misión de la empresa	6
6.4- Valores de la empresa	7
6.5- Matriz FODA de la Industria Centroamericana S, A,	8
6.6- Políticas de la Industria Centroamericana S, A,.....	9
6.7- Objetivos estratégicos (por áreas claves)	10
6.8- Estructura organizativa de la Industria Centroamericana S, A,	11
VII. MARCO TEÓRICO	12
7.1- Diagrama de procesos.....	12
7.1.1. Diagrama del proceso de operación	14
7.2- Estudio del trabajo.....	16
7.2.1. Estudio de movimientos.....	16
7.2.2. Aplicaciones de la medición del trabajo.....	18
7.2.3. Procedimientos para medir el trabajo	20
7.2.4. Técnicas de medición del trabajo.....	21
7.2.5. Componentes del estándar de tiempo	21
7.2.6. Etapas necesarias para realizar sistemáticamente la medición del trabajo.....	22



7.3- Estudio de tiempos con cronómetro.....	23
7.3.1. Pasos básicos para ejecutar el estudio de tiempos con cronómetro	24
7.3.2. División de las operaciones en elementos	25
7.3.3. Reglas generales para desglosar los elementos	25
7.3.4. Clases de elementos.....	26
7.4- Técnicas para el estudio de tiempos.....	28
7.4.1. Método de lectura de retroceso a cero	29
7.4.2. Método continuo de lectura del reloj.....	30
7.5- Observaciones necesarias para el cálculo del tiempo normal	31
7.5.1. Fórmulas estadísticas	31
7.5.2. Tabla de Benjamin Niebel para el número de observaciones necesarias	33
7.6- Valoración del ritmo de trabajo	34
7.7- Suplementos por estudio de tiempos	36
7.7.1. Valor de los suplementos.....	37
7.7.2. Cálculo de la cantidad variable de suplemento.....	37
7.8- Tiempo tipo o estándar.....	41
7.8.1. Cálculo del tiempo tipo o estándar.....	41
7.8.2. Elementos contingentes.....	44
7.9- Balance de líneas de producción	45
7.9.1. Condiciones para que la producción en línea sea practica	46
7.9.2. Problemas del balance de línea	46
7.9.3. Pasos para balancear una línea.....	47
7.10- Otros conceptos de métodos empleados en el presente trabajo	48
7.10.1. Algoritmo Húngaro	48
VIII. DISEÑO METODOLÓGICO.....	51
8.1- Tipo de investigación	51
8.2- Determinacion del universo	51
8.2.1. Universo de la investigación.....	51
8.2.2. Muestra	51



8.2.3. Tipo de muestreo	51
8.3- Operacionalización de variables	52
8.4- Instrumentos de recolección de la información	52
8.5- Metodos utilizados en la investigación realizada	52
IX. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	53
9.1- Planta de galvanizado.....	53
9.1.1. Definición de galvanizado	53
9.1.2. Técnicas de galvanizado.....	54
9.1.3. Descripción del proceso de galvanizado y explicación de sus etapas ..	55
9.1.4. Estudio de tiempos para la planta de galvanizado	59
9.1.5. Cálculo del tiempo tipo o estándar en las operaciones de galvanizado	62
9.1.6. Balance de línea de producción para la planta de galvanizado.....	68
9.2- Planta de clavos	76
9.2.1. Descripción del proceso de fabricación de clavos.....	76
9.2.2. Personal de la planta de clavos	81
9.2.3. Operaciones tradicionales en un día de trabajo.....	81
9.2.4. Distribución interior de la planta de clavos	82
9.2.5. Estudio de tiempos para la planta de clavos.....	85
9.2.6. Balance de línea de producción para la planta de clavos.....	115
9.2.7. Estudio sobre tiempos de pulido para las máquinas pulidoras ...	122
9.2.8. Capacidad real de las máquinas cortadoras de clavos	126
X. CONCLUSIONES	130
10.1- Área de galvanizado	130
10.2- Área de clavos.....	131
XI. RECOMENDACIONES	132
11.1- Área de galvanizado	132
11.2- Área de clavos.....	133
XII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	135
XIII. ANEXOS.....	136



I. INTRODUCCIÓN

El balance de línea es una herramienta que ayuda a determinar el funcionamiento de una línea de producción en una compañía, brindando información que determina el número de estaciones de trabajo, la eficiencia, el tiempo muerto y el desbalance de la línea; además se considera un caso de distribución por productos.

Por su gran importancia y utilidad las empresas transformadoras deben estar familiarizadas con la forma en que se balancea una línea. Es importante para el análisis de una línea de producción, familiarizarse con el proceso, los elementos presentes en las operaciones y lo más fundamental la normalización de los tiempos de ejecución de estos elementos.

La Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INCASA) es una empresa de la rama metal mecánica, dedicada a la maquila de productos tales como: alambre de púas, alambre galvanizado, alambre recocido, clavos corrientes, malla ciclón, grapas galvanizadas y varilla lisa para la construcción

En el presente trabajo pretendemos realizar un balance de líneas en la Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INCASA), para las plantas de galvanizado y clavos, y dado que la industria no tiene normalizados sus procesos, será necesario determinar tales tiempos por medio de la técnica del estudio de tiempos, ya que del conocimiento de los tiempos depende la realización del balance de línea, pero, ¿Qué otros factores se deben tomar en cuenta en la realización del balance? Esta y otras preguntas serán contestadas a lo largo del desarrollo del presente trabajo y de los resultados individuales de cada área estudiada.

La duración de la investigación fue de tres meses, comprendidos de abril a junio del año 2009. La información se recopiló en el horario matutino de 07:00 a.m. - 12:00 p.m. de lunes a viernes durante el período de la investigación.



II. ANTECEDENTES

La Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INCASA), en la actualidad no posee informe de estudios realizados con anterioridad, en materia de estudio de tiempos o balance de línea, lo cual nos orienta a la estandarización de los tiempos de los procesos de producción en tales áreas, por ser estos de gran importancia para la obtención de los resultados. Actualmente solo se han realizado diagnósticos y análisis en cuanto a riesgos laborales, que involucran de manera directa la seguridad e higiene que la empresa brinda a su personal.

Desde su reinicio de operaciones la empresa ha venido careciendo de elementos que le ayuden a determinar la eficiencia productiva, tanto en el personal, como en los procesos de producción, que se llevan a cabo en su actual funcionamiento.

La carencia de tiempos estándares en la producción, limita a la gerencia en la planificación de la producción y en la evaluación del desempeño del personal de cada planta estudiada, de manera que la productividad en las plantas de galvanizado y trefilado se delimitan de manera empírica y no con un nivel establecido, que se encuentre acorde con la eficiencia de los operarios y de las máquinas, que al final son los que intervienen en forma directa en la obtención del producto final como es, el alambre galvanizado y clavos corrientes.

El estudio a realizarse comprenderá la realización de un estudio de tiempos, para la obtención de los tiempos estándares de las operaciones, los cuales nos permitirán realizar el balance de línea de producción en la planta de galvanizado y clavos de la Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INCASA).

Conociendo la importancia de tener estándares definidos para el proceso productivo en dichas áreas, y la importancia de estos para ser más competitivos en el mercado nacional, se ha orientado realizar dicho estudio para darle continuidad a las recomendaciones presentadas en el mismo.



III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los estudios que intervienen de manera directa en el lugar donde se produce es donde debe haber conocimiento y control de lo que se realiza, en este caso las áreas de galvanizado y clavos, el estudio de tiempos y el balance de líneas de producción, permitirá a la Industria Centroamericana una mejor orientación para el uso eficiente de sus recursos en estos dos procesos. Además no se puede controlar un sistema de producción si la administración descuida el proceso de manufactura que se emplea, los requerimientos humanos y técnicos que se requieren, así como la mejora continua que debe haber en los procesos, orientado siempre a la optimización y disminución de tiempos que tienen que ver de forma directa con los costos.

Cada compañía debe realizar evaluaciones sistemáticas del personal o maquinaria para conocer su capacidad y los límites que se pueden alcanzar, con el objeto de contribuir en la toma de decisiones. Por tanto el principal problema que atraviesa la Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INCASA) es el desconocimiento de los tiempos de ejecución de las tareas que componen los procesos productivos, así como la eficiencia con que las plantas de galvanizado y clavos están operando. Otro problema es el diseño (que no está determinado) para encontrar formas de igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones en estas dos áreas de estudio, el cual daremos solución por medio del balance de línea y sea factible el costo de preparar la línea de producción.

Finalmente nuestro estudio de procesos radica en identificar retrasos, tareas y requerimientos de tiempos de procesamiento, con el fin de simplificar toda la operación. Consistiendo en hacer un diagrama de flujo del proceso y luego formular las siguientes preguntas como: ¿Qué se hace? ¿Debe hacerse? ¿En donde se realiza la tarea? ¿Cuándo se realiza la tarea? ¿Es crucial que se haga en ese momento, o existe flexibilidad en tiempo y secuencia?, entre otras.



IV. JUSTIFICACIÓN

La realización del presente trabajo surge como una necesidad de la empresa, de manera que este estudio servirá para que la industria mejore su ritmo de producción al darse cuenta de su eficiencia y capacidad de producción, además contará con la estandarización de tiempos que es vista por la alta gerencia como una oportunidad en términos de la matriz FODA, con la que pueden contar para introducirse en el proceso de mejora continua necesaria para toda industria.

El estudio de tiempos y el balance de línea son las herramientas que le permitirá a la industria mejorar el funcionamiento en las áreas objeto de estudio. De manera que la empresa obtendrá sólida y muy valiosa información en las áreas de galvanizado y clavos, que le permitirá relacionarse más estrechamente con los procesos de producción y su capacidad para poder tomar decisiones de manera más efectiva.

El estudio de tiempos es un muy efectivo método que se emplea para controlar el ritmo de producción por parte de los operarios, y facilita el análisis cuantitativo de capacidades de máquinas y proyecciones para la estimación de la producción, también se logra obtener una descomposición detallada de los elementos de trabajo presentes en el proceso productivo. En cuanto al balance de línea, permite la determinación de estaciones teóricas de trabajo necesarias para el proceso, además de la eficiencia con que se trabaja en condiciones normales de operación.

Este documento pretende determinar los tiempos de ejecución de tareas y la realización del balance de línea de las áreas de galvanizado y clavos de la Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INCASA) para que pueda mejorar su proceso productivo actual.



V. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

5.1- Objetivo General:

- Determinar el balance de líneas de producción, para asignar elementos de trabajo a las estaciones de las plantas de Galvanizado y Clavos de la Industria Centroamericana S.A., durante el periodo de Abril a Junio del año 2009.

5.2- Objetivos Específicos:

- ✓ Identificar las actividades realizadas en las áreas de galvanizado y clavos de la Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INCASA).
- ✓ Estandarizar los procesos productivos que se realizan en las áreas de galvanizado y clavos de la Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INCASA).
- ✓ Evaluar la capacidad, eficiencia y el número de estaciones requeridas en las áreas de galvanizado y clavos de la Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INCASA), por medio del balance de líneas de producción.



VI. Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INCASA).

6.1- Generalidades:

La Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INCASA) es una empresa de la rama metal mecánica, de capital privado dedicada a la maquila de galvanizado electrolítico de productos tales como: alambre de púas de diferentes calibres, alambre galvanizado, alambre recocido, clavos corrientes de diferentes medidas, malla ciclón de diferentes medidas, grapas galvanizadas y varilla lisa para la construcción., todos ellos derivados del alambrón de acero que es importado. Los productos que la Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INCASA) manufactura, son comercializados y distribuidos exclusivamente por Suministros Industriales S.A. (SUMINSA), que se encuentra bajo la misma gerencia de la empresa y quien es comercializador y distribuidor principal de la marca.

La Industria Centro Americana Sociedad Anónima (INCASA), fue fundada originalmente el 18 de diciembre de 1998 y desde entonces la empresa logró perfilarse como una de las mejores en su ramo a nivel centroamericano y posicionó muy bien la marca INCA en el mercado local y centroamericano.

La empresa cuenta con cinco principales áreas como son: trefilado, galvanizado, púa, malla ciclón y clavos y grapas.

6.2- Visión de la empresa:

Ser la empresa líder en el mercado nacional, con proyección internacional de productos derivados del alambrón de acero. Siendo mas productivos, más eficiente en costos y con la mejor calidad del mercado.

6.3- Misión de la empresa:

Manufacturar productos derivados del alambrón de acero con la mas alta calidad, mejor productividad y al menor costo del mercado.



6.4- Valores de la empresa:

- a. **Compromiso:** Capacidad de la persona de identificarse plenamente con los objetivos de la empresa, alineando con ellos sus objetivos personales.

- b. **Ética:** Conjunto de valores morales o buenas costumbres como: honradez, honestidad, respeto, puntualidad, responsabilidad, que se espera de todos los integrantes de la organización.

- c. **Calidad del trabajo:** Capacidad de la persona de buscar siempre la excelencia en la ejecución de su trabajo.

- d. **Orientación a resultados:** Capacidad y calidad de la persona para realizar su trabajo pensando en el logro de las metas fijadas por la organización.

- e. **Iniciativa:** Capacidad de la persona de aportar ideas para lograr la excelencia y la más alta eficiencia en la realización del trabajo.

- f. **Innovación:** Capacidad de la persona de proponer nuevos métodos de trabajo o modificar las cosas en la búsqueda de lograr mejor calidad y mejores resultados.



6.5- Matriz FODA de la Industria Centroamericana Sociedad Anónima.

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Marca INCASA bien posicionada en mercado local y regional	Incrementar capacidad productiva	Falta de organización contable y financiera	Incremento precio materias primas, insumo y energía eléctrica
La empresa posee patrimonio propio	Exportar productos a Centro América y EE UU	Personal empírico (mantenimiento y producción)	Fortalecimiento de la competencia
Fuerza de trabajo experimentada	Introducir nuevas líneas de productos	Maquinaria vieja, mal mantenida o en paro	Obsolescencia tecnológica
Administración comprometida y orientada a resultados	Tecnificación y automatización de procesos	Gran resistencia al cambio	Baja disponibilidad mano de obra calificada
Pertenciente a un grupo empresarial respetado y bien organizado	Política salarial y de beneficios atractiva para empleados capacitados	Falta de controles en el proceso; falta control de calidad	Falta proveedores directos de materias prima e insumos
Producto con buena presencia en el mercado	Estandarizar procesos para garantizar resultados.	Bajo nivel académico de la mayoría de empleados	Formación de sindicatos por antecedentes
Plantas con buen nivel de producción	Maquilar para otros clientes con diferente marca	Falta de sistema de información gerencial para control de producción, costos, etc.	Falta de capital de trabajo



6.6- Políticas de la Industria Centroamericana Sociedad Anónima

Para lograr los objetivos estratégicos planteados en la misión y la visión, INCASA impulsará las siguientes políticas fundamentales:

- a. **Política de seguridad e higiene:** Esta política consiste en procurar condiciones seguras de trabajo para todos los colaboradores así como para los, clientes, proveedores y visitantes. En el orden de prioridades se establece que la seguridad es primero, por delante de la calidad y la productividad. En consecuencia, sus acciones se orientan a crear dentro de la empresa una cultura de respeto y cumplimiento total de las normas de seguridad e higiene para evitar accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

- b. **Política de calidad:** La marca INCA está muy bien posicionada en el mercado nacional y regional. Dicha marca constituye uno de los principales activos con los que cuenta la empresa, y está asociado de forma directa con altos estándares de calidad, los cuales se proponen garantizar y mantener, para que los productos recuperen el liderazgo en el mercado e impulsar un plan de trabajo destinado a crear una cultura de calidad total.

- c. **Política de desarrollo humano:** El recurso humano constituye el principal activo de la organización; por tanto, enfocan el quehacer a desarrollar las competencias, conocimientos, habilidades y valores del personal con el fin de formar mejores personas, mejores colaboradores y mejores ciudadanos. Pretenden que los resultados de sus políticas se reflejen no solo en un mejor desempeño para la empresa sino también en la familia y la sociedad en general.



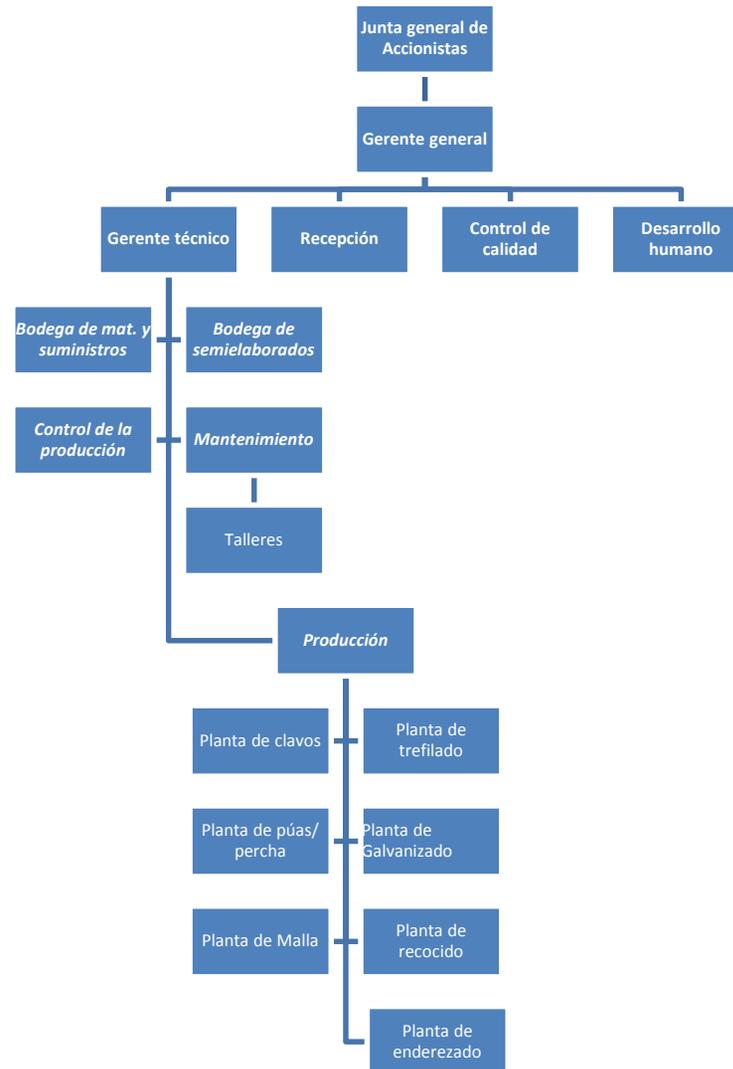
- d. **Política de productividad y eficiencia:** Como pilar fundamental de la gestión administrativa, realizan acciones concretas como: mantenimiento preventivo y correctivo, recuperación de máquinas en mal estado, reducción de desperdicio, gestión de calidad, gestión de seguridad, higiene y medio ambiente, capacitación de personal, organización de la producción; todas dirigidas a lograr altos niveles de productividad y minimizar los costos.

6.7- Objetivos estratégicos (por áreas claves)

- a) **Mantenimiento:** Implementar planes de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo para garantizar el funcionamiento continuo, eficiente y sostenible de la maquinaria de INCASA en general para asegurar el 100 % de cumplimiento de los planes de producción
- b) **Desarrollo Humano:** Garantizar la calidad de los procesos de selección y reclutamiento, de capacitación y entrenamiento de los recursos humanos tal que se aseguren las competencias y valores estratégicos requeridos por la empresa con el fin de obtener el logro de las metas productivas, de costos, de calidad, seguridad y rentabilidad propuestas.
- c) **Producción:** Alcanzar altos estándares de productividad, acordes a la capacidad de producción instalada en la planta optimizando costos y con un alto nivel de calidad, seguridad industrial, higiene y protección del medio ambiente en los procesos.
- d) **Finanzas:** Contar con una unidad administrativa financiera altamente calificada, orientada a resultados y muy responsable, disciplinada y ordenada, que garantice el registro y control apropiados de las operaciones de INCASA y que sirva de soporte técnico efectivo a la gerencia general y a la junta directiva para la toma de decisiones.



6.8- Estructura organizativa de la Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INCASA).





VII. MARCO TEÓRICO

7.1- Diagrama de procesos

Para mejorar un trabajo se debe saber exactamente en qué consiste y, excepto en el caso de trabajos muy simples y cortos, rara vez se tiene la certeza de conocer todos los detalles de la tarea. Por lo tanto, se deben observar todos los detalles y registrarlos. De esta forma se inicia el estudio de las diferentes técnicas que sirven para registrar y analizar cada uno de los niveles de trabajo mencionados.

¿Qué es un diagrama de procesos?

Esta herramienta de análisis es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza.

Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco categorías, conocidas bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes. Las definiciones de la figura 7.1- cubren el significado de estas categorías en la mayoría de las condiciones encontradas en los trabajos de diagramado de procesos.



Figura 7.1- Acciones que tienen lugar durante un proceso dado.

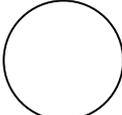
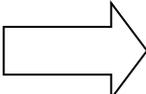
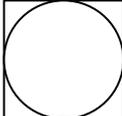
Actividad	Definición	Símbolo
Operación:	Ocurre cuando se modifican las características de un objeto, o se le agrega algo o se le prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Una operación también ocurre cuando da o se recibe información o se planea algo.	
Transporte:	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.	
Inspección:	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar o verificar la calidad o cualesquiera de sus características.	
Demora:	Ocurre cuando se interfiere el flujo de un objeto o grupo de ellos, con lo cual se retarda el siguiente paso planeado.	
Almacenaje:	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.	
Actividad combinada:	Se presenta cuando se desea indicar actividades conjuntas con el mismo operador en el mismo punto de trabajo. Los símbolos empleados para dichas actividades (operación e inspección) se combinan con el círculo inscrito en el cuadro.	



Figura 7.2- Una clasificación más de acciones que tienen lugar durante un proceso determinado.

Actividad	Símbolo	Resultado predominante
Operación:		Se produce o se efectúa algo.
Transporte:		Se cambia de lugar o se mueve.
Inspección:		Se verifica la calidad o cantidad.
Demora: siguiente.		Se interfiere o retrasa el paso
Almacenaje:		Se guarda o protege.

7.1.1. Diagrama del proceso de operación

El diagrama del proceso de operación es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales; además, puede comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis; por ejemplo, el tiempo requerido, la situación de cada paso o si los ciclos de fabricación son los adecuados.

Los objetivos de este diagrama son proporcionar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso. Por lo tanto, permite estudiar las fases del proceso en forma sistemática o mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos y estudiar las operaciones y las inspecciones relacionadas dentro del mismo proceso. Los diagramas del proceso de la operación difieren ampliamente entre sí a consecuencia de las diferencias entre los procesos que representan.

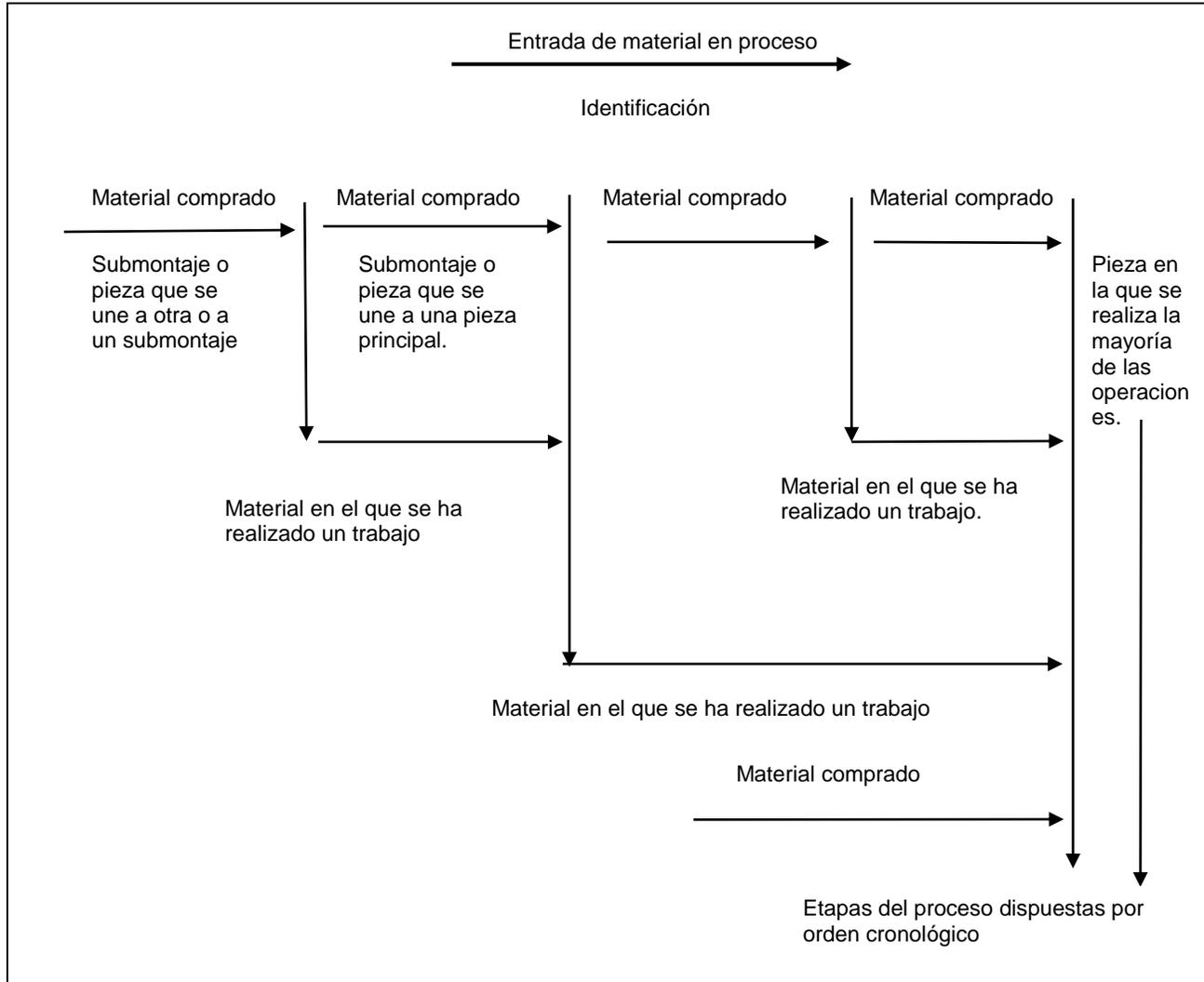


Cualquier diagrama debe reconocerse por medio de la información inserta en su parte superior. Si el papel tiene que ser doblado para ser archivado, la información necesaria debe también colocarse como mejor convenga para su localización. Es práctica común encabezar la información que distingue a estos diagramas con la fase diagrama del proceso de operación. Sin embargo, siempre serán necesarios ciertos datos: método actual o método propuesto; número del plano número de la pieza u otro número de la identificación; fecha de elaboración del diagrama y nombre de la persona que lo hizo.

El orden en que se deben realizar las acciones indicadas en el diagrama está representado por la posición de los símbolos ya expuestos en líneas verticales de recorrido. El material comprado o sobre el cual se efectúa trabajo durante el proceso que se indica con líneas horizontales, es el material que alimenta las líneas verticales de recorrido. La figura 7.3- es una representación gráfica de este principio.



Figura 7.3- Representación grafica del principio de elaboración de diagramas del proceso de operación.



7.2- Estudio del trabajo

7.2.1. Estudio de movimientos

Para poder llevar a cabo el estudio del trabajo, es necesario hacer un estudio de movimientos.

El objetivo de un estudio de movimientos es eliminar aquellas tareas que son innecesarias y ordenar los movimientos útiles o necesarios, obteniendo así la eficiencia máxima.



Con el fin de simplificar el trabajo se puede hacer un análisis del mismo, que conduce a las siguientes conclusiones:

1. Eliminar todo trabajo innecesario
2. Combinar las operaciones o elementos
3. Cambiar la secuencia de operaciones
4. Simplificar las operaciones

Para llevar a cabo un estudio de movimientos es necesario monitorear y medir las actividades para identificar aquellas que requieren de mayor tiempo y determinar su incidencia. La forma de trabajo no es en línea, por lo tanto, la medición es indispensable para reconocer la causa principal del retraso del tiempo en: mano de obra, disposición de materiales, disposición de herramientas o método de trabajo, a su vez se cuantifica el tiempo y dinero perdido en cada actividad.

El estudio del trabajo consta de dos técnicas que se complementan: el estudio de métodos y la medición del trabajo; definidas así:

a. Estudio de métodos:

Es la conjugación adecuada de los recursos económicos, materiales y humanos para la obtención de un producto. Con base a la premisa de que en todo proceso siempre se encuentran mejores posibilidades de solución, se puede efectuar un análisis a fin de determinar en qué medida se ajusta cada alternativa a los criterios elegidos y a las especificaciones originales lo cual se logra a través de los lineamientos del estudio de métodos.



b. La medición del trabajo:

Es un método investigativo basado en la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma (método) o rendimiento preestablecido.

La medición del trabajo satisface dos objetivos:

- 1) Incrementar la eficiencia del trabajo
- 2) Proporcionar estándares de tiempo que servirán de información a otros sistemas de la empresa, como el de costos de programación de la producción, supervisión, etc.

7.2.2. Aplicaciones de la medición del trabajo

Con el propósito de entender mejor las aplicaciones del método de trabajo en la industria, a continuación se ofrecen las siguientes definiciones:

- **Medición del trabajo.**

Es la parte cuantitativa del estudio del trabajo, que indica el resultado del trabajo físico desarrollado en función del tiempo permitido a un operador para terminar una tarea específica, siguiendo a un ritmo normal un trabajo predeterminado. El objetivo inmediato es determinar el tiempo estándar, o sea, medir la cantidad de trabajo humano necesario para producir un artículo en términos de un tipo o patrón que es el tiempo.

- **Tiempo estándar.**

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, mediante el empleo de un método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, que desarrolla una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.



Aplicaciones del tiempo estándar.

Las aplicaciones que pueden darse al tiempo estándar son múltiples, entre las cuales se puede emplear las siguientes:

1. Para determinar el salario devengable por esa tarea específica. Sólo es necesario convertir el tiempo en valor monetario.

2. Apoyar a la planeación de la producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado la medición del trabajo a los procesos respectivos, lo que permite eliminar cualquier planeación defectuosa basada en adivinanzas.

3. Facilita la supervisión. Para un supervisor cuyo trabajo está relacionado con operarios, materiales, máquinas herramientas y métodos, los tiempos de producción le permiten lograr la coordinación de todos los elementos, pues le sirven como un patrón para medir la eficiencia productiva de su departamento.

4. Ayuda a establecer las cargas de trabajo. Facilita la coordinación entre los obreros y las máquinas y, en caso de expansión proporciona a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo.

5. Ayuda a formular un sistema de costo estándar. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota fijada por hora proporciona el costo de mano de obra directa por producción.

6. Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores. Los tiempos estándares son parámetros que mostrarán a los supervisores la forma en que los nuevos trabajadores aumentaran su habilidad en los métodos de trabajo.



Ventajas del tiempo estándar.

Además de las ventajas particulares de las aplicaciones anteriores, cuando los tiempos estándar se aplican correctamente, permiten:

1. **Reducir los costos:** cuando se elimina el trabajo improductivo y los tiempos ociosos, la razón de rapidez de producción es mayor, esto es, se produce un mayor número de unidades en el mismo tiempo.
2. **Mejora las condiciones obreras:** los tiempos estándares permiten establecer sistemas de pagos de salario con incentivos, en los cuales los obreros, debido a que producen un número de unidades superiores a la cantidad obtenida a la velocidad normal, perciben una remuneración extra.

7.2.3. Procedimientos para medir el trabajo.

Para medir el tiempo existen dos premisas fundamentales:

1. Las medidas deben tomarse con la más escrupulosa justicia, es decir, con las mayores garantías de que está perfectamente realizada, ya que la determinación del tiempo se emplea para calcular los salarios con incentivos, por lo cual, si las medidas no son tomadas con verdadero sentido de responsabilidad, se producen perjuicios graves para los trabajadores y para la empresa.
2. Las medidas deben tomarse con el grado de exactitud estrictamente necesario, de acuerdo con la importancia de lo que se mide. Si se trata de una operación que se repetirá multitud de veces, es evidente que todas las precauciones y tiempo que se dedique para asegurar una medición más exacta posible con pocas piezas y elementos técnicos puede resultar más caro que el posible valor de los valores conocidos.



7.2.4. Técnicas de medición del trabajo

Las principales técnicas que se emplean para medir el trabajo son las siguientes:

- Por estimación de datos históricos.
- Estudio de tiempos con cronómetro.
- Por descomposición en micro movimientos de tiempos predeterminados.
- Método de las observaciones instantáneas (muestreo de trabajo).
- Datos estándar y fórmulas de tiempo.

Cualquier técnica que apliquemos nos proporcionará el tiempo tipo o estándar del trabajo medido.

7.2.5. Componentes del estándar de tiempo

El objetivo final de la medida del trabajo es obtener el tiempo estándar de la operación, o proceso objeto de estudio. Estos términos nos indican un tiempo que reúne las características de la figura 7.4-.

Figura 7.4- Componentes del estudio de tiempos.





7.2.6. Etapas necesarias para realizar sistemáticamente la medición del trabajo:

- **Seleccionar** el trabajo que va a ser objeto de estudio.
- **Registrar** todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen.
- **Examinar** los datos registrados y el detalle de los elementos con espíritu crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces y separar los elementos improductivos o extraños de los productivos.
- **Medir** la cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo.
- **Compilar** el tiempo tipo de la operación previendo, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades personales, etc.
- **Idear** un método más económico.
- **Definir** el nuevo método y el tiempo correspondiente para las actividades y métodos especificados.
- **Implantar** el nuevo método como práctica general aceptada.
Mantener en uso la nueva práctica mediante procedimientos de control adecuados.



7.3- Estudio de tiempos con cronometro.

El **estudio de tiempos** es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Un **estudio del tiempos** por lo general se hace con un cronómetro, ya sea en el lugar mismo o analizando una cinta de video del trabajo. En el estudio de tiempos con cronómetro, el analista descompone el trabajo o tarea que va a estudiar en partes o elementos medibles y se toma el tiempo de cada elemento de manera individual, también observa la tasa de actividad del operador y registra un “Factor de clasificación de rendimiento”, que es el ritmo observado en comparación con el concepto que tiene el analista del ritmo normal para la operación motivo de estudio, considerando las tolerancias aplicables para la operación.

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- a) Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- b) Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- c) Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- d) Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- e) Se encuentren bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de los grupos de trabajo.

Como un reloj mide el tiempo y nada más, es comprensible que el estudio de tiempos con cronómetro fuera la primera técnica de medición del trabajo. Cualquiera de las técnicas de medición del trabajo: estudio de tiempos con cronómetro (electrónico o mecánico), datos de movimientos fundamentales, datos



estándar, fórmulas de tiempos o estudios de muestreo del trabajo; representan los mejores caminos para establecer estándares de producción justos.

7.3.1. Pasos básicos para ejecutar el estudio de tiempos con cronometro.

I. Preparación

- Selección de la operación
- Selección del trabajador.
- Análisis de comprobación del método de trabajo.

II. Ejecución

- Obtener y registrar la información.
- Descomponer la tarea en elementos.
- Cronometrar.
- Cálculo del tiempo observado.

III. Valoración

- Ritmo normal del trabajador promedio.
- Técnicas de valoración.
- Cálculo del tiempo base o valorado

IV. Suplementos

- Análisis de demoras.
- Estudio de fatiga.
- Cálculo de suplementos y sus tolerancias.

V. Tiempo estándar

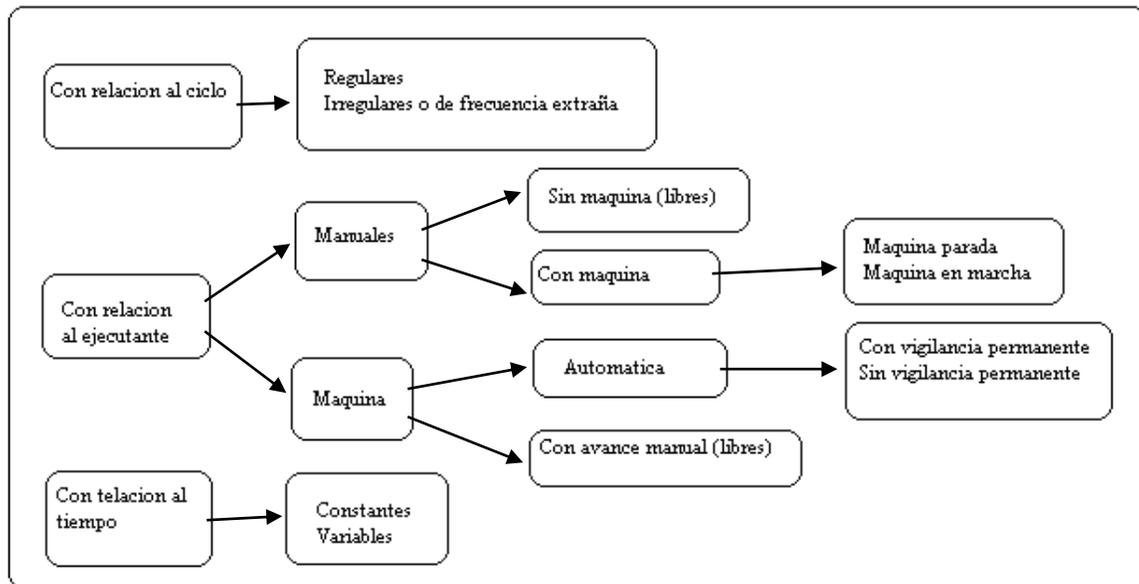
- Error de tiempo estándar.
- Cálculo de la frecuencia de los elementos
- Determinación de los tiempos de interferencia.
- Cálculo de tiempo estándar.



7.3.2. División de las operaciones en elementos

Elemento es una parte esencial y definida de una actividad o tarea determinada compuesta por uno o más movimientos fundamentales del operador y de los movimientos de una máquina o las fases de un proceso seleccionado para fines de observación y cronometraje.

Figura 7.5- Descomposición de los elementos en relación al ciclo.



7.3.3. Reglas generales para desglosar los elementos

Conceptos relacionados:

Ciclo de trabajo. Es un conjunto de operaciones elementales necesarias para realizar determinada tarea.

Elemento de trabajo. Son cada una de las operaciones que componen un ciclo de trabajo.

Reglas:

- a) Los elementos deben ser de fácil identificación, con inicio y terminación claramente definidos para que pueda tomarse el tiempo con un cronómetro.



El comienzo o fin pueden ser reconocidos por medio de luz o sonido, por ejemplo, cuando se enciende una máquina se inicia o termina un movimiento básico.

- b) Los elementos deben ser lo más breve posible.
- c) Se deben separar los elementos manuales de los mecánicos; durante los manuales el operador puede reducir el tiempo de ejecución según su interés y habilidad; sin embargo, los tiempos máquina son ajenos al operador, puesto que dependen de las velocidades, avances, etc., que hayan señalado.
- d) Es necesario separar los elementos manuales a máquina parada de los de máquina en marcha. Los primeros pueden reducir el ciclo de trabajo de la actividad desarrollada por el operador; los de máquina no influyen en el ciclo, pero intervienen en la saturación del operador.
- e) Después de varias repeticiones se promedian los tiempos recopilados. Los tiempos promediados para cada elemento se suman, lo que da como resultado el tiempo de desempeño para el operador.

7.3.4. Clases de elementos

Debido a la naturaleza de los elementos del ciclo de trabajo, se pueden clasificar en varios tipos (figura 7.5-).

En relación con el ciclo, tenemos:

- a) Elementos regulares o repetitivos. Son los que aparecen una vez en cada ciclo de trabajo. Ejemplo: poner o quitar piezas en una máquina.



- b) Elementos casuales o irregulares. Son los que no aparecen en cada ciclo de trabajo, sino a intervalos, tanto regulares, como irregulares. Ejemplo: limpiar rebaba, regular la tensión, recibir instrucciones del operador, abastecer piezas en bandejas para alimentar una máquina; estos elementos forman parte del trabajo provechoso y se deben incorporar al tiempo definitivo de la operación.
- c) *Elementos extraños*: Son los elementos ajenos al ciclo de trabajo y en general indeseables, que se consideran para tratar de eliminarlos. Ejemplo: las averías en las máquinas.
- d) *Elementos manuales*: Son los que realiza el operario y puede ser:
- d.1. Manuales sin máquina: Con independencia de toda máquina. Se denomina también libre, porque su duración depende de la actividad del operario, se designan por **C1**.
- d.2 Manuales con máquina:
- d.2.1. Con máquina parada, como el quitar o poner una pieza.
- d.2.2. Con la máquina en marcha, que se efectúa el operario mientras **trabaja la máquina automáticamente**. Aunque no intervienen en la duración del ciclo, interesa considerarlos porque forman parte de la saturación del operario se designan por **C2**.
- e) Elementos de máquina: Son los que realiza la máquina y pueden ser:
- e.1. **De máquina con automático y, por lo tanto, sin manipulación del operario**. Se pueden presentar dos casos:



- e.1.1. Que sea necesaria la vigilancia.
- e.1.2. Que no sea necesaria la vigilancia del operador, como en el caso de los tornos automáticos.
- e.2. De máquina con avance manual, en cuyo caso la máquina trabaja controlada por el operario, como los taladros y troqueladoras con avance manual.
- f) Elementos constantes: Son aquellos cuyo tiempo de ejecución es siempre igual; ejemplo, encender la luz, verificar la pieza, atornillar y apretar una tuerca; colocar la broca en el mandril.
- g) Elementos variables: Son los elementos cuyo tiempo depende de una o varias variables como dimensiones, peso, calidad, etc. ejemplo, aserrar madera a mano, llevar una carretilla con piezas a otro departamento.

Las tareas que se encuentran fuera de cualquier orden secuencial se representan por la letra C, y se les da un tratamiento especial.

7.4- Técnicas para el estudio de tiempos

Una vez que se ha registrado toda la información general y lo referente al método normalizado de trabajo, la siguiente fase consiste en medir el tiempo de la operación, tarea a la que comúnmente se le llama cronometraje.

Los aparatos empleado para medir el tiempo son los cronómetros, aparatos movidos comúnmente por un mecanismo de relojería que puede ponerse en marca o detenerse a voluntad del operador.



Los cronómetros ordinarios sólo llevan un pulsador para ponerlos en marcha, pararlos y volverlos a cero.

En la actualidad suelen encontrarse de dos tipos de cronometro:

- **Los analógicos:** son aquellos que cuentan con manecillas para marcar la fracción temporal.
- **Los digitales:** segundos son electrónicos y de mayor exactitud que los anteriores. Algunos de éstos también cuentan con la función de cuenta regresiva.

Las lecturas pueden hacerse por método vuelta a cero y método continuo.

7.4.1. Método de lectura de retroceso a cero

Este método consiste en oprimir y soltar inmediatamente la corona de un reloj de “un golpe” cuando termina cada elemento, por lo que la aguja regresa a cero e inicia de inmediato su marcha. La lectura se hace en el mismo momento en que se oprime la corona.

Ventajas

1. Proporciona en forma directa el tiempo de duración de cada elemento.
2. Es muy flexible, ya que cada lectura comienza siempre en cero.
3. Se emplea un solo reloj de tipo menos costoso.

Desventajas

1. Es menos exacto, ya que se pierde tiempo durante cada uno de los retrocesos.
2. Genera suspicacias entre los trabajadores y puede causar conflictos de trabajo ya que el sindicato o los empleados pueden alegar que el tomador



de tiempos detenía y ponía en marcha el reloj según su propia conveniencia, sin que éste pueda demostrar lo contrario.

3. Como cada una de las lecturas se inicia en cero el error que se comete no tiende a compensarse.
4. La lectura se hace con la manecilla en movimiento.

7.4.2. Método continuo de lectura del reloj

El método de tiempos continuos, como su nombre lo indica, es aquel en que el cronómetro una vez que se arranca permanece funcionando durante todo el estudio, haciendo las lecturas progresivamente y una vez que el estudio se haya concluido se detendrá. El tiempo para cada elemento se obtendrá restando la lectura anterior de la lectura siguiente.

Ventajas

1. Permite demostrar exactamente al trabajador cómo se empleó el tiempo durante el tiempo de estudio. De esta manera se evitarán las suspicacias y se puede demostrar la buena fe del estudio.
2. No se pierde tiempo en los retrocesos, lo que otorga mayor exactitud a las lecturas.
3. Los errores en las lecturas tienden a compensarse.
4. Se emplea un solo reloj del tipo más barato.

Desventajas

1. Se necesita mucho trabajo de gabinete para efectuar las restas.
2. Es menos flexible.
3. Se necesita mucha práctica para hacer correctamente las lecturas.
4. La lectura se hace con las manecillas en movimiento.



7.5- Observaciones necesarias para el cálculo del tiempo normal

La extensión del estudio de tiempos depende de la naturaleza de la operación individual. El número de ciclos que deberá observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación se determina mediante los siguientes procedimientos:

1. Fórmulas estadísticas.
2. Ábaco de Lifson.
3. Tabla de Benjamín Niebel.
4. Criterio de la General Electric.

Estos métodos se emplean cuando se puede realizar un gran número de observaciones, pues cuando el número de éstas es pequeño, se utiliza para el cálculo del tiempo normal representativo la media aritmética de las mediciones realizadas.

7.5.1. Formulas estadísticas:

Por medio de estas fórmulas se determina el número **N** de observaciones para obtener el tiempo de reloj representativo con un error de e%, con riesgo fijado de R%, se aplica la siguiente formula:

$$N = \left[\frac{K\sigma}{e\bar{X}} \right]^2 + 1$$

En donde:

K= el coeficiente de riesgo cuyos valores son:

K= 1 Para riesgo de error de 32%.

K= 2 Para riesgo de error de 5%.

K= 3 Para riesgo de error de 0.3%.



A estos porcentajes se les denomina niveles de confianza y se acostumbra a valorarlos por un factor σ o Z de la desviación típica; los más utilizados son:

Z o K = 1, que representa una probabilidad de $\sigma = 68.32 \%$

Z o K = 2, que representa una probabilidad de $\sigma = 95.45 \%$

Z o K = 3, que representa una probabilidad de $\sigma = 99.73 \%$

El nivel K = 2 se utiliza en la industria en general, y el K = 3 en la industria farmacéutica y de alimentos.

La desviación típica de la curva de la distribución de frecuencias de los tiempos del reloj obtenidos σ es igual a:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

En donde:

X_i = Los valores obtenidos de los tiempos del reloj.

\bar{X} = La media aritmética de los tiempos de reloj.

f = Frecuencia de cada tiempo de reloj observado.

n = Número de mediciones efectuadas.

e = Error expresado en forma decimal.

El método estadístico puede ser difícil de aplicar, ya que un ciclo de trabajo se compone de varios elementos, por lo cual lo más recomendable es realizar estudios de 15 ciclos.

* Fuente muestreo del trabajo, Estudio del trabajo, segunda edición, Roberto García Criollo, Pág. 254.



7.5.2. Tabla de Benjamín Niebel para el número de observaciones necesarias.

Tabla 7.1. Observaciones necesarias para el cálculo del tiempo estándar

Cuando el tiempo del ciclo es mayor de	Número mínimo de ciclos de estudio (Actividad)		
	Más de 10 000 por año	1 000 - 10 000	Menos de 1 000
8 horas	2	1	1
3	3	2	1
2	4	2	1
1	5	3	2
48 minutos	6	3	2
30	8	4	3
20	10	5	4
12	12	6	5
8	15	8	6
5	20	10	8
3	25	12	10
2	30	15	12
1	40	20	15
0.7	50	25	20
0.5	60	30	25
0.3	80	40	30
0.2	100	50	40
0.1	120	60	50
Menos de .1	140	80	60

(Fuente: B. W. Niebel, Motion and Time Study, Novena Edición; Burr Ridge, Il: Richard D. Irwin, 1993; página 390).

Esta tabla (tabla 7.1) obtenida empíricamente, indica el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y del número de piezas que se fabrican al año. Esta tabla sólo es de aplicación a operaciones muy repetitivas realizadas por operadores muy especializados. En caso de que no tengan especialización requerida, deberá multiplicarse el número de observaciones obtenidas por 1.5.



7.6- Valoración del ritmo de trabajo

La valoración del ritmo de trabajo y los suplementos son los temas mas discutidos en el estudio de tiempos. Estos estudios tienen por objeto determinar el tiempo para fijar el volumen de trabajo de cada puesto en las empresas, determinar el costo estándar o establecer sistemas de salario de incentivos. **El estudio de tiempos no es una ciencia exacta**, aunque se han hecho muchas investigaciones para tratar de darle una base científica.

La valoración de la cadencia de trabajo del operador y los suplementos de tiempo que se deben prever para recuperarse de la fatiga y para otros fines siguen siendo en gran parte cuestión de criterios, y por lo tanto, objeto de negociación entre la empresa y los trabajadores.

Al terminar el periodo de observaciones, el analista de tiempos habrá acumulado cierto número de tiempos de ejecución y el correspondiente factor de calificación, mediante cuya combinación puede establecer el tiempo normal de la operación estudiada.

La calificación de la actuación es la técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por un operador normal para ejecutar una tarea. Entendemos por *operador normal* al operador competente y altamente experimentado que trabaje en las condiciones que prevalecen normalmente en le estación de trabajo, a un ritmo ni demasiado rápido ni demasiado lento, sino representativa de un término medio.



Tabla 7.2. Calificación de la actuación.

Habilidad			Esfuerzo			
A	Habilísimo	+0.15	A	Excesivo	+0.15	
B	Excelente	+0.10	B	Excelente	+0.10	
C	Bueno	+0.05	C	Bueno	+0.05	
D	Medio	0.00	D	Medio	0.00	Esfuerzo. Es la voluntad de trabajar, controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad.
E	Regular	-0.05	E	Regular	-0.05	
F	Malo	-0.10	F	Malo	-0.10	
G	Torpe	-0.15	G	Torpe	-0.15	Condiciones. Son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor) que afectan únicamente al operario y no aquellas que afectan la operación.
Condiciones			Consistencia			
A	Buena	+0.05	A	Buena	+0.05	Consistencia. Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma consistente o inconsistente.
B	Media	0.00	B	Media	0.00	
C	Mala	-0.05	C	Mala	-0.05	

Para que el proceso de calificación conduzca a un estándar eficiente y útil, deberá satisfacerse en forma razonable dos requisitos:

- La compañía debe establecer claramente lo que se entiende por tasa de trabajo normal.
- En la mente de cada uno de los calificadores debe existir una aproximación razonable al desempeño normal.

Aun cuando no existe un método satisfactorio ni convencionalmente aceptado para seleccionar y expresar el desempeño normal las siguientes recomendaciones son valiosas para este fin.

- a) El ritmo comúnmente aceptado es la velocidad de movimiento de un hombre al caminar sin carga, en terreno llano y en línea recta a 6.4 kilómetros por hora.
- b) Otro modelo a considerar es el que se debe seguir para repartir 52 naipes de la baraja en 30 segundos, sobre la mesa, en un espacio de 30 cm de lado, sosteniendo la baraja de naipes fijo en la mano, a una distancia de la mesa de 12 a 18 cm.

A esta velocidad se valora con 100, y si es mas rápido será un punto de vista del analista y su experiencia la que determinan si trabaja a 105, 115, 120, etcétera.



7.7- Suplementos por estudio de tiempos

Hay tres clases de interrupciones que se presentan ocasionalmente, que hay que compensar con tiempo adicional.

Suplementos que deben concederse

Tres son los suplementos que pueden concederse en un estudio de tiempos:

1. Suplemento por **interrupciones personales**, como idas al servicio sanitario o a tomar agua.
2. Suplementos por **fatiga**, que, como se sabe, afecta al trabajador más fuerte, aun cuando efectúe el trabajo de tipo más ligero.
3. Suplementos por **retrasos inevitables** para los cuales hay que conceder ciertas tolerancias, como ruptura de las herramientas, interrupciones por el supervisor y ligeros tropiezos con los útiles de trabajo.

Para llegar a un estándar justo para un operario normal que labore con un esfuerzo de tipo medio, debe incorporarse cierto margen o tolerancia al tiempo nivelado o tiempo base, ya que el estudio de tiempos se lleva a cabo en un periodo relativamente corto y hay que eliminar los elementos extraños al determinar el tiempo normal. Después de haber calculado el tiempo normal, llamado algunas veces tiempo "nominal", hay que dar un paso más para llegar al verdadero estándar. Este último paso consiste en la adición de un margen o tolerancia al tener en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y movimientos lentos producidos por la fatiga inherente a todo trabajo.



Cuanto mayor sea el número de observaciones y de periodos a tiempos durante los cuales se toman los datos, tanto más válidos serán los resultados. Deben hacerse observaciones diarias por un periodo de, al menos, dos semanas.

7.7.1. Valor de los suplementos

Lineamientos para determinar los suplementos:

1. Los suplementos personales son constantes para un mismo tipo de trabajo. Para personas normales fluctúan entre 4% y 7%.
2. Los suplementos para compensar los retrasos especiales pueden variar entre amplios límites, aunque en trabajos bien estudiados no es raro encontrar que sean de entre 1% y 5%.
3. Los suplementos para vencer la fatiga, en trabajos relativamente ligeros son en general del orden 4%.
4. Los suplementos totales para trabajos ligeros bien estudiados fluctúan entre 8% y 15%.
5. Los suplementos totales para trabajos medianos bien estudiados oscilan entre 12% y 40%.
6. Los suplementos totales para trabajos pesados no son fáciles de estimar, pero en general son mayores del 20%.
7. En general, cuando los suplementos totales suman más del 20% no es necesario añadir el suplemento por fatiga.

7.7.2. Cálculo de la cantidad variable de suplemento

Los factores que deben tomarse en cuenta para calcular el suplemento variable pueden ser:

- a) Trabajo de pie
- b) Postura anormal
- c) Levantamiento de pesos o uso de fuerza
- d) Intensidad de luz
- e) Calidad del aire



- f) Tensión visual
- g) Tensión auditiva
- h) Tensión mental
- i) Monotonía mental
- j) Monotonía física

a) Trabajo de pie.

Este tipo de trabajo lleva consigo un suplemento adicional. En diversos países se considera que el trabajo de pie es más agotador y exige en el lugar de trabajo o cerca de él haya asientos para los periodos de descanso.

b) Postura anormal.

La postura anormal del obrero occidental es de pie o sentado, con el trabajo mas o menos a la altura de la cintura. Las demás posturas resultan anormales y se les debe asignar un suplemento según el grado en que sean forzadas.

c) Levantamiento de los pesos o uso de la fuerza.

Los suplementos de la figura 6.3- son validos si se levantan o acarrean pesos en posturas cómodas, pero deben aumentarse si es necesario agacharse o doblarse. A partir de cierta carga es más económica y no más humano recurrir a la fuerza mecánica. Cuando el peso máximo de la carga que puede ser transportada manualmente por trabajador adulto de sexo masculino sea superior a 55 kg, deberían adoptarse medidas lo más rápido posible para reducirlo a este nivel.

d) Intensidad de la luz.

Si se trabaja con menos luz que la recomendada por las condiciones normales y es posible aumentarla, se debe conceder un suplemento según el grado en que debe forzarse la vista. Sin embargo, la luz es mala no sólo cuando es poca, sino también cuando hay resplandor o contrastes violentos entre la superficie de trabajo y el ambiente circundante.



Balance de líneas de producción en las plantas de galvanizado y clavos de la Industria Centroamericana S, A,
Tabla 7.3- Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de los tiempos normales.

Instituto de Administración Científica de las Empresas Curso de "Técnicas de Organización"				
Ejemplo de un suplemento por descanso en porcentajes de los tiempos normales				
1. Suplementos constantes				
	Hombres	Mujeres		
Suplementos por			E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)	
Necesidades personales	5	7	Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de suplemento	
Suplementos base por fatiga	4	4	Kata (milicalorias/cm ² /segundo)	
			16	0
			14	0
2. Suplementos variables			12	0
			10	3
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	8	10
			6	21
B Suplemento por postura anormal			5	31
Ligeramente incomoda	0	1	4	45
Incomoda (inclinado)	2	3	3	64
Muy incomoda(echado, estirado)	7	7	2	100
C. Uso de la fuerza o la energía muscular (levantar, tirar o empujar)			F. Concentración intensa	Hombres
				Mujeres
Peso levantado por kilogramo			Trabajos de cierta precisión	0
2.5	0	1	Trabajos de precisión o fatigosos	2
5	1	2	Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5
7.5	2	3	G. Ruido	
10	3	4	Continuo	0
12.5	4	6	Intermitente y fuerte	2
15	5	8	Intermitente y muy fuerte	5
17.5	7	10	Estridente y fuerte	
20	9	13	H. Tensión mental	
22.5	11	16	Proceso bastante complejo	1
25	13	20 (máx.)	Proceso complejo o atención dividida a muchos objetos	4
30	17	-	Muy complejo	8
33.5	22	-		8
D. Mala iluminación			I monotonía	
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo algo monótono	0
Bastante por debajo	2	2	Trabajo bastante monótono	1
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo muy monótono	4
			J. Tedio	
			Trabajo algo aburrido	0
			Trabajo aburrido	2
			Trabajo muy aburrido	5

(Fuente: Roberto García Criollo, Estudio del trabajo, pagina 228). Esta tabla se obtuvo del libro de introducción al estudio del trabajo que edito la Organización Internacional del Trabajo, OIT.



e) Calidad del aire.

Los suplementos indicados en el cuadro de suplementos no deben servir para compensar las variaciones de clima, sino para contrarrestar los efectos de un aire viciado por algún factor propio del trabajo que no se puede eliminar totalmente. Cuando el obrero debe soportar emanaciones molestas es permisible que se justifique un suplemento de hasta el 15%, según la gravedad de la situación. Si las emanaciones son nocivas e imponen el uso de máscaras los suplementos suelen llegar al 10% más o menos. Siempre será preferible esforzarse por mejorar la pureza del aire que contentarse por prever un suplemento de tiempo.

f) Tensión visual.

La vista se esfuerza cuando el trabajo que se hace o el instrumento que se emplea exigen gran concentración, por ejemplo, fabricar relojes.

g) Tensión auditiva.

El oído es notablemente resistente cuando se le impone un ruido fuerte a intervalos irregulares, como el de una remachadora o cuando debe distinguir variaciones de la tonalidad, intensidad o calidad de un sonido, como al ensayar ciertos tipos de máquinas.

h) Tensión mental.

La tensión mental puede ser causada por una concentración prolongada, como la necesaria para recordar las fases de un proceso largo y complejo. También puede deberse debido al esfuerzo de vigilar varias máquinas al mismo tiempo, en cuyo caso interviene también un factor de ansiedad.

i) Monotonía mental.

Proviene generalmente del empleo repetido de ciertas facultades mentales, como hacer un cálculo mental, y tiene mayores posibilidades de producirse con un trabajo corriente de oficina que en un taller.



j) Monotonía física.

Es la sensación causada por el uso repetido de ciertos miembros u órganos (dedos, manos, brazos y piernas). El estudio de métodos al simplificar el trabajo lo hace más fastidioso para los obreros diestros, pero a menudo lo pone al alcance de los inexpertos. El aburrimiento se puede combatir colocando a los trabajadores, especialmente a las muchachas jóvenes, en puestos que le permitan conversar con las más próximas mientras trabajan.

7.8- Tiempo tipo o estándar

El tiempo tipo estándar es el tiempo que se concede para efectuar una tarea. En él están incluidos los tiempos de los elementos cíclicos (repetitivos, constantes, variables), así como los elementos casuales o contingentes que fueron observados durante el estudio de tiempos. A estos tiempos ya valorados se les agrega los suplementos siguientes: personales, por fatiga y especiales.

7.8.1. Cálculo del tiempo tipo o estándar

Una vez que se han terminado de realizar los pasos siguientes:

1. Obtener y registrar información de la operación.
2. Descomponer la tarea y registrar sus elementos.
3. Tomar las lecturas.
4. Nivelar el ritmo de trabajo.
5. Calcular los suplementos del estudio de tiempos.



Se procede a calcular en el estudio de tiempos el tiempo estándar de la operación como sigue:

I. Se analiza la consistencia de cada elemento. Las medidas a tomar pueden ser las siguientes:

a) Si las variaciones se deben a la naturaleza del elemento se conservan todas las lecturas.

b) Si las variaciones no se originan por la naturaleza del elemento y la lectura anterior o posterior donde se observa la variación, o ambas son consistentes, la inconsistencia del elemento estudiado se deberá a la falta de habilidad o desconocimiento de la tarea por parte del operador. Si un gran número de observaciones son consistentes se pueden eliminar las observaciones extremas y sólo conservar las normales. Si no es posible distinguir cuáles son extremas y cuales son normales, debe repetirse íntegramente el estudio con otro trabajador.

c) Si las variaciones no se deben a la naturaleza del elemento, pero la lectura anterior o posterior al elemento donde se observa la variación, o ambas también han sufrido variaciones, esta situación ocurre por cometer errores en el cronometraje cometido por el tomador de tiempos. Si es mínimo el número de casos extremos, éstos se eliminan y se conservan sólo los normales.

Si por el contrario, este error se ha cometido en muchas lecturas, aunque no todas sean en el mismo elemento, lo mas indicado es repetir el estudio de tiempos todas las veces que sea necesario hasta obtener una consistencia adecuada.



d) Cuando las variaciones sean inexplicables, deben analizarse cuidadosamente antes de eliminarlas. Nunca debe aceptarse una lectura normal como inexplicable. Si hay dudas siempre es preferible repetir el estudio.

II. En cada uno de los elementos se suman las lecturas que han sido consideradas como consistentes.

III. Se anota el número de lecturas que han sido consideradas para cada elemento.

IV. Se divide, para cada elemento, la suma de las lecturas entre el número de lecturas consideradas; el resultado es el tiempo promedio por elemento.

$$T_e = \frac{\sum X_i}{n}$$

V. Se multiplica el tiempo promedio (T_e) por el factor de valoración. Esta cifra debe aproximarse hasta el milésimo de minuto, obteniéndose el tiempo base elemental:

$$T_n = T_e (\text{valoración en porcentaje } \%)$$

VI. Al tiempo base elemental se le suman las tolerancias por suplementos concedidos, obteniéndose el tiempo normal o concedido por elemento:

$$T_t = T_n (1 + \text{Tolerancias})$$

VII. Se calcula la frecuencia por operación o pieza de cada elemento cíclico y contingente.

VIII. Se multiplica el tiempo concedido elemental por la frecuencia obtenida del elemento.

A este producto se le llama tiempo total concedido.

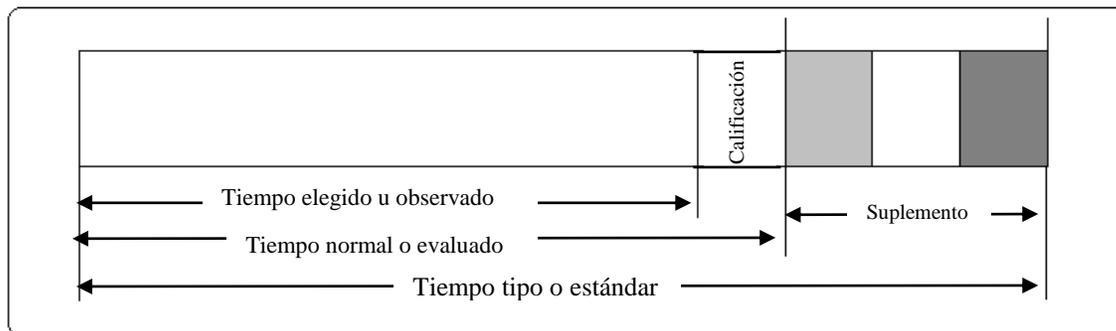


IX. Se suman los tiempos concedidos para cada elemento y se obtiene el tiempo tipo o estándar por operación, pieza, etc.

7.8.2. Elementos contingentes

Son aquellos elementos que se presentan generalmente al empezar o al terminar la operación, tales como montaje de la máquina, preparación de la operación, primeras piezas de prueba, retiro del montaje, devolución de herramientas, etc. estos elementos no deben prorratearse ya que cada operación serán constantes, independientemente del número de piezas fabricadas. Para concederle al obrero una concesión por tipo de elementos se debe hacer un estudio de tiempos completo para estos elementos.

Figura 7.6. Descomposición del ciclo de trabajo



En la figura se aprecia la composición de un ciclo de trabajo, que involucra el tiempo elegido, la calificación de la actuación y los suplementos que deben considerarse. Estos elementos son los que han de tomarse en cuenta para la estandarización de los tiempos de las operaciones que se realicen en determinado proceso productivo.



7.9- Balance de líneas de producción

En su concepto mas perfeccionado, la producción en línea es una disposición de áreas de trabajo donde las operaciones consecutivas están colocadas inmediata y mutuamente adyacentes, donde el material se mueve continuamente y a un ritmo uniforme a través de una serie de operaciones equilibradas que permiten la actividad simultanea en todos los puntos moviéndose el producto hacia el fin de su elaboración a lo largo de un camino razonadamente directo.

Dentro de esta amplia definición, hay diferencias importantes entre los tipos de línea. Algunos son dispositivos para el manejo de material (transportador de correa o rodillos, grúa), en línea (en U, recta, bifurcada), montacargas de ritmo (mecánicos, humano), de mezcla de productos (un producto o múltiples productos) o bien se distinguen por la característica de la estación de trabajo (los trabajadores pueden estar sentados, de pie, caminar en línea o viajar en la línea) y el largo de la línea (pocos o muchos trabajadores).

La gama de productos parcial o totalmente ensamblados en las líneas incluye juguetes, electrodomésticos, automóviles, aviones, armas, equipo de jardinería, ropa y una extensa variedad de componentes electrónicos. La suposición normal es que hay alguna forma de ritmo y que el tiempo de procesamiento permisible es equivalente para cada estación de trabajo, de hecho, es casi seguro que **cualquier producto que conste de múltiples partes y se produzca en gran volumen** utilice líneas de ensamble hasta cierto grado.

La línea de ensamble mas común consiste en una banda transportadora que pasa por una serie de estaciones de trabajo en un intervalo de tiempo uniforme llamado **tiempo del ciclo de la estación de trabajo** (que es también el tiempo que le toma a cada unidad salir por el extremo de la línea). En cada estación de trabajo se lleva a cabo labores para el desarrollo del producto, ya sea para añadir partes o para completar las operaciones de ensamble.



El trabajo desempeñado en cada estación se compone de muchos fragmentos de trabajo llamados tareas, elementos y unidades de trabajo. **Estas tareas se describen mediante un análisis movimiento-tiempo** y en general se trata de conjuntos que no pueden subdividirse en la línea de ensamble sin pagar el precio de tener que realizar movimientos extra.

7.9.1 Condiciones para que la producción en línea sea práctica:

1. Cantidad. El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.
2. Equilibrio. Los tiempos necesarios para cada operación en la línea deben ser aproximadamente iguales.
3. Continuidad. Una vez iniciadas, las líneas de producción deben continuar pues la detención en un punto corta la alimentación del resto de las operaciones. Esto significa que deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, subensambles, etc., y la previsión de fallas en el equipo.

7.9.2. Problemas del balance de línea

El problema del balance de líneas de ensamble es como asignar la totalidad de las tareas a una serie de estaciones de trabajo, de manera que cada una de ellas no tenga más trabajo del que pueda realizar en su tiempo del ciclo y se minimice el tiempo no asignado (es decir, de inactividad). El problema se complica debido a las relaciones que se establecen entre las tareas a causa del diseño del producto y de las tecnologías del proceso. A éstas se les llama relaciones de precedencia y especifican el orden en que deben desempeñarse las tareas en el proceso de ensamble.



7.9.3. Pasos para balancear una línea

1. Especificar las relaciones secuenciales entre las tareas utilizando un diagrama de precedencia. El diagrama consiste en círculos y flechas. Los círculos representan las tareas individuales y las flechas representan el orden en que se deben desempeñar las tareas.
2. Determinar **el tiempo requerido del ciclo** de la estación de trabajo (C) mediante la fórmula.

Tiempo del ciclo (en segundos):

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producción requerida por día (en unidades)}} (3600 \text{ segundos/hora})$$

En caso de producción variable se deberá utilizar el método TOL (tiempo de operación más largo), el cual consiste en el tiempo de la actividad del ciclo con el mayor tiempo de ejecución, en tal caso el tiempo del ciclo será igual al tiempo de este elemento. El resto de los cálculos se efectúan de manera normal.

3. Determinar el número mínimo teórico de estaciones de trabajo (n) que se requiere para cumplir con la restricción del tiempo del ciclo de la estación de trabajo. Se utiliza la siguiente fórmula:

Número mínimo teórico de estaciones de trabajo: $TM = \frac{\sum T_i}{C}$

4. Seleccionar una regla principal para asignar las tareas a las estaciones de trabajo y una regla secundaria para romper los empates.

- **Regla principal de asignación.**

Dar prioridad a las tareas que les sigue un número mayor de otras tareas.

- **Regla secundaria.**

La regla secundaria, cuando existen empates en la regla principal, es:

Dar prioridad a las tareas que requieran el tiempo mas largo



5. Asignar las tareas, una a la vez, a la primera estación de trabajo, hasta que la suma de los tiempos de las tareas sea igual al tiempo del ciclo de la estación de trabajo, o bien hasta que ninguna otra tarea sea factible debido al tiempo o a las restricciones de la secuencia. Repetir la secuencia para la estación de trabajo 2, la estación de trabaja 3 y así sucesivamente, hasta que hayan asignado todas las tareas.

6. Evaluar la eficiencia del balance derivado utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{\sum T_i}{nc} (100)$$

7. Indicar el desequilibrio en el tiempo de inactividad a lo largo de la línea.

Para calcular el retraso del balance se emplea la fórmula:

$$\text{Retraso del balance (\%)} = 100 - \text{Eficiencia}$$

7.10- Otros conceptos de métodos empleados en el presente trabajo

7.10.1. Algoritmo Húngaro

Es un problema de asignación tiene que ver con la asignación de tareas a empleados, de territorios a vendedores, de contratos a postores o de trabajos a plantas. Al aplicar el método de transporte y el método de asignación la gerencia está buscando una ruta de distribución o una asignación que optimizará algún objetivo; éste puede se la minimización del costo total, la maximización de las utilidades o la minimización del tiempo total involucrado.

Para este método debe haber una matriz en la que el número de actividades sean igual al numero de posibles asignaciones.



1. Encontrar la matriz reducida.

Encontrar el valor mínimo en cada fila y restarlo a cada valor.

Encontrar el valor mínimo en cada columna y restarlo a cada una de las columnas.

2. Trazar segmentos que cubran los ceros encontrados en la matriz reducida, bajo el siguiente criterio de asignación:

Si el número de segmentos es igual al número de asignaciones m , entonces podemos asignar de manera óptima, debe haber $m=n$ asignaciones. Un segmento es una línea horizontal o vertical que se va a trazar a lo largo de toda la fila o toda la columna, no se pueden trazar segmentos en forma diagonal.

m = número de renglones.

n = número de columnas.

En el caso de que m sea distinto de n ir al paso 3.

3. Realizar los siguientes pasos:

Seleccionar el valor mínimo de los valores no cubiertos por los segmentos en el paso 2.1 y réstelo a todos los valores no cubiertos, (esto hará que se generen nuevos ceros).

A los valores donde se interceptan los segmentos sumarle el valor mínimo encontrado en 3.1

El resto de los valores cubiertos por los segmentos queda exactamente igual.

4. Repetir el paso 3 hasta lograr 3.1



Nota:

Si el número de filas y de columnas en la matriz de costos son diferentes, el problema de asignación está desbalanceado, además el método Húngaro puede proporcionar una solución incorrecta, si el problema no está balanceado; debido a lo anterior, se debe balancear, añadiendo filas o columnas ficticias antes de resolverlo mediante el método Húngaro. Cuando existe una restricción en cualquiera de las celdas y se requiere que éste no se asigne, se penaliza la celda con la letra **M**, la cual en términos del algoritmo significa, que si se asigna en esa posición habrá pérdidas en dinero o tiempo debido a su alto valor.



VIII. DISEÑO METODOLOGICO

8.1- Tipo de investigación:

➤ Cuantitativa.

La investigación es cuantitativa y dentro de ésta podemos decir, que es del tipo descriptiva aplicada, porque en ella se describieron los procesos productivos y sus elementos de trabajo, así como el análisis de las situaciones y el ordenamiento de las características de las variables encontradas. También se midieron y evaluaron los componentes de los ciclos de trabajo, ordenando sus resultados.

8.2- Determinación del universo:

8.2.1. Universo de la investigación:

El universo del estudio esta constituido por las plantas de producción de la Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INCASA).

8.2.2. Muestra:

Corresponde a las áreas de galvanizado y clavos de la Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INCASA), tomando un 50% de las plantas con que cuenta esta actualmente. En lo que respecta al personal de cada planta para hacer el estudio se tomo una muestra del 40% de los operarios.

8.2.3. Tipo de muestreo:

Es un muestreo no probabilística por conveniencia, porque no todos los elementos de la población pueden ser seleccionados, y por conveniencia porque dentro de la muestra se definen los criterios y condiciones en que se trabajarán, según conveniencia de la empresa, es decir es una selección intencionada y no al azar.



8.3- Operacionalización de variables:

Variable	Indicador	Fuente	Técnica
Tiempo (t)	Promedio Normal Estándar	Operarios	Estudio de casos y análisis. Observación. Estudio de tiempos.
Calificación de actuación.	Excelente Bueno Medio Regular Torpe	Operarios	Observación directa.
Tolerancias	Personales Fatiga variables	Operarios	Observación directa.
Estaciones de trabajo	Óptimas Medias Mínimas	Información documental	Estudio de casos y análisis.
Nivel de producción	Alto Medio Bajo	Capacidad de máquinas. Operarios. Jefes de plantas.	Técnicas de productividad y experimentación in situ. Entrevista. Observación.

8.4- Instrumentos de recolección de la información:

- Formatos elaborados por los autores de la investigación (ver anexos).
- Documentación brindada por la empresa.

8.5- Métodos utilizados en La investigación realizada:

- Observación.
- Entrevistas personales.
- Experimentación.
- Consultaría con expertos del tema.
- Consulta documental



IX. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Para el desarrollo del estudio de métodos que a continuación presentamos, hicimos uso de técnicas y herramientas, que nos ayudaron a identificar todas las actividades involucradas en las áreas en mención. Para ello utilizamos métodos como la observación directa, entrevistas al personal que labora y a jefes de cada área. Los resultados obtenidos en cada área se expresan por separado, así como la descripción y explicación de cada situación encontrada.

9.1- Planta de Galvanizado

9.1.1. Definición de galvanizado:

Es el proceso electroquímico por el cual se puede cubrir un metal con otro, este proceso se desarrolló a partir del trabajo de Luigi Galvani, quien descubrió en sus experimentos que si se pone en contacto un metal con una pata cercenada a una rana, ésta se contrae como si estuviese viva, luego descubrió que cada metal presentaba un grado diferente de reacción en la pata de rana, por lo tanto cada metal tiene una carga eléctrica diferente.

Más tarde ordenó los metales según su carga y descubrió que puede recubrirse un metal con otro, aprovechando esta cualidad (siempre depositando un metal de carga mayor sobre otro de carga menor).

De su descubrimiento se desarrolló más tarde el galvanizado, la galvanotecnia, y luego la galvanoplastia.

En pocas palabras, el galvanizado es un proceso mediante el cual se protege el acero o fierro de la corrosión por medio de un recubrimiento de zinc. Existen dos métodos para galvanizar el acero: el galvanizado por inmersión en caliente y el galvanizado electrolítico, de éstos se derivan una variedad de técnicas que hace del acero galvanizado un producto de múltiples aplicaciones.



9.1.2. Técnicas de galvanizado:

- Galvanización en General o Galvanización por inmersión en Caliente: método para obtener un recubrimiento de zinc en el acero o fierro, a través de la inmersión de estas piezas en un baño de zinc fundido.
- Galvanización en continuo: método para obtener un recubrimiento de zinc en piezas como chapas o alambres, este consta en pasar las piezas de manera continua por un baño de zinc fundido.
- Zincado electrolítico: recubrimiento de zinc sobre diversas piezas mediante electrolisis de sales de zinc en solución acuosa, los electrolitos utilizados son frecuentemente ácidos, pero también pueden ser básicos.
- Zincado por proyección: método para obtener un recubrimiento de zinc sobre superficies previamente preparadas por granallado, mediante la proyección de zinc semifundido a través de una pistola atomizadora alimentada con un alambre o con polvo de zinc.
- Sherardización (depósitos metálicos a partir de polvo de zinc): método para obtener depósitos de zinc o de aleaciones zinc/hierro sobre pequeñas piezas mediante tratamiento de las mismas con polvo de zinc en tambores giratorios, a temperaturas inferiores a la de fusión del zinc.
- Pinturas de polvo de zinc: pinturas pigmentadas con suficiente cantidad de polvo de zinc, para ser aplicadas sobre las superficies de las piezas y así estando una vez secas, formen un recubrimiento conductor de la electricidad.

En INCASA se realiza el Galvanizado por inmersión en continuo, el cual se explica a continuación con más detalles:

El recubrimiento protector como se explico anteriormente, se produce al sumergir los alambres de acero o fierro en un baño de zinc fundido.



La película de zinc que se forma sobre el acero o fierro lo protege como, protección de barrera y protección galvánica (catódica). Es este último tipo de protección el que permite que productos de acero o fierro puedan permanecer sin corrosión durante décadas. Esto se explica porque en presencia de humedad el zinc actúa como ánodo y el acero o hierro como cátodo, de manera que el zinc se corroe en una acción de sacrificio y evita que el acero o hierro se oxide.

Al ser recubrimientos obtenidos por inmersión en zinc fundido, cubren la totalidad de la superficie de los alambres, tanto las exteriores como las interiores de los poros, así como otras muchas áreas superficiales de los alambres que no son accesibles para otros métodos de protección.

Finalmente en esta área de galvanizado se trabaja con los siguientes calibres de alambre trefilado: 9, 13, 13.5, 14, 14.5, 15, 15.5, 17 y 18; cabe destacar que normalmente se trabaja con 4 calibres diferentes por turno de trabajo.

9.1.3. Descripción del proceso de galvanizado y explicación de sus etapas:

- **Abasto:** se encarga de abastecer la línea de producción evitando que esta se quede sin alambre trefilado.
- **Horno de recocido continuo:** es donde se calienta el alambre para ablandarlo y que se dilate.
- **Pila de Piedra de Poma:** sirve para raspar las partes quemadas del alambre trefilado.
- **Pila de Enfriamiento:** sirve para enfriar el alambre.
- **Pila de Ácido Clorhídrico Corrosivo:** sirve para botar el óxido de los poros.



- **Pila de enjuague:** es donde se enjuaga el alambre para quitarle el exceso de ácido clorhídrico.
- **Pila de Flux:** sirve para abrir los poros del alambre.
- **Recamara de recalentamiento:** aquí se seca y calienta el alambre para prepararlo a la sumersión en el galvanizado.
- **Pila de Galvanizado:** es donde se le deposita una capa de zinc (Zn) al alambre trefilado para protegerlo de la oxidación al exponerse al oxígeno del aire y darle brillo.
- **Pila de enfriamiento:** sirve para enjuagar y enfriar el alambre galvanizado, así los recibidores no se quemaran con el alambre al recibirlo.
- **Recibido:** es donde se desmontan los rollos de alambre galvanizado de las bobinas y después son llevadas al almacén de productos terminados.

A continuación la figura 9.1- muestra el diagrama de bloque que resume el proceso de galvanizado y la figura 9.2- describe el diagrama de operación de tal proceso, presente en la Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INCASA).



Figura 9.1- Diagrama de Bloque del proceso de galvanizado

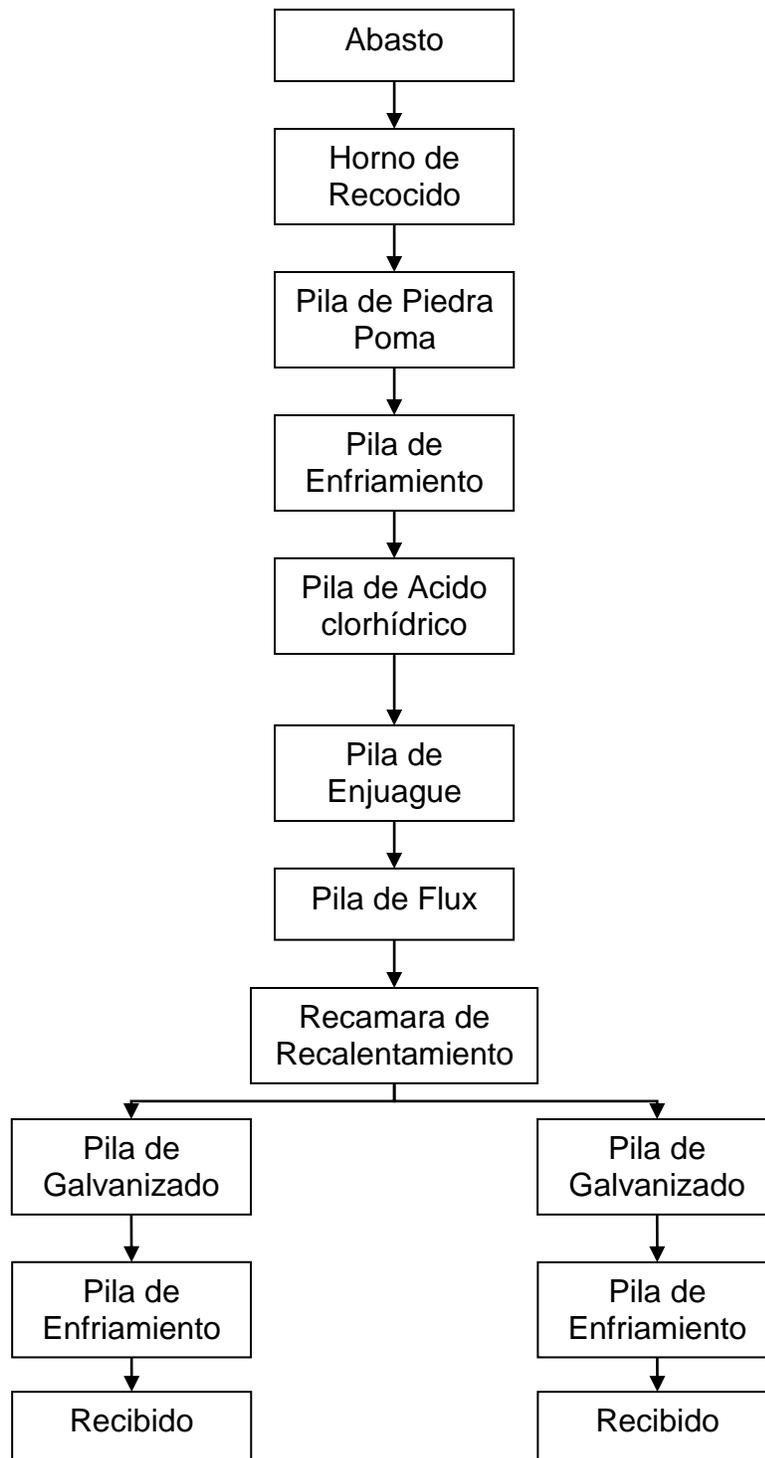


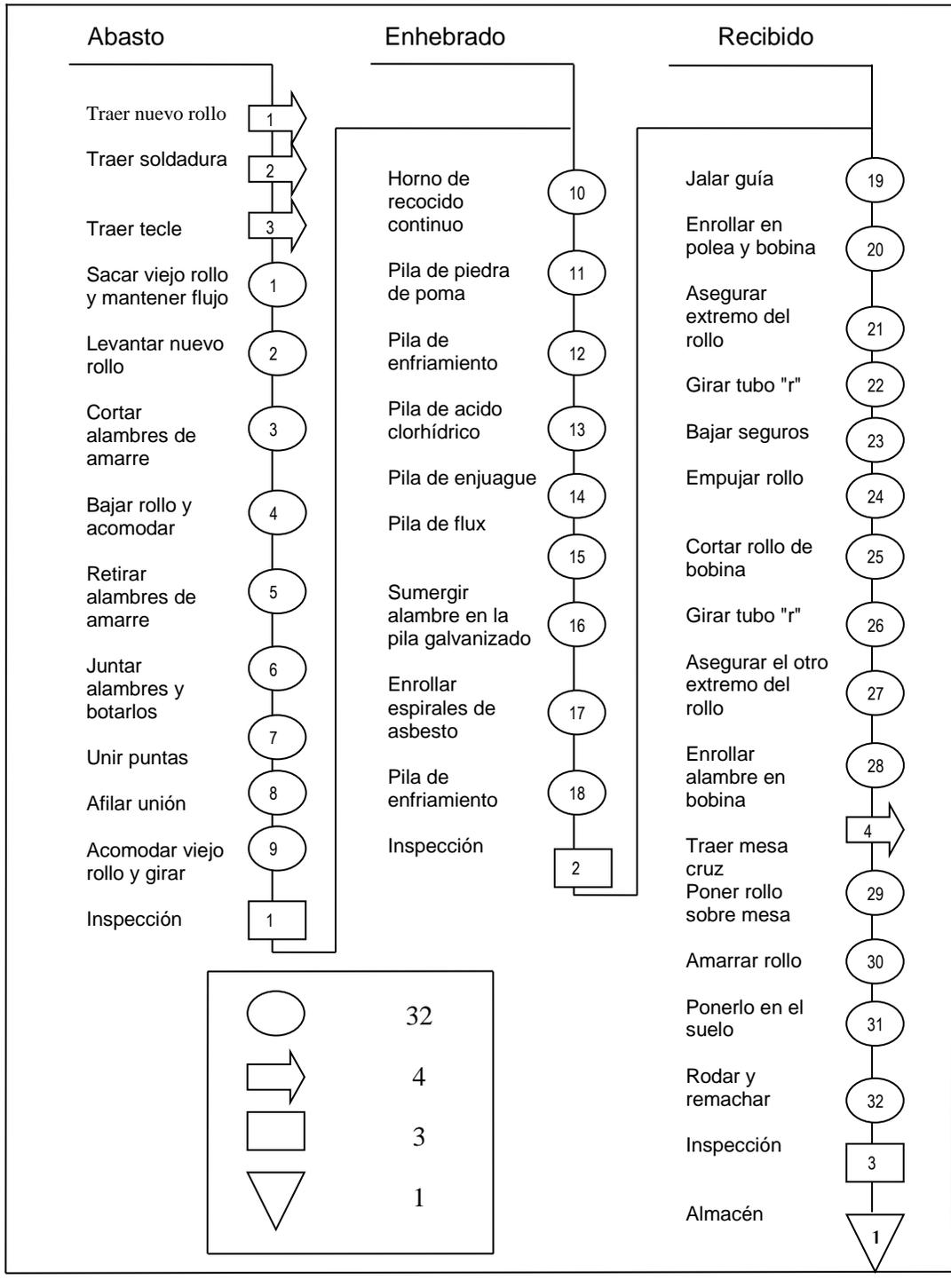
Figura 9.2- Diagrama de operación del proceso de galvanizado.



Diagrama de Operación

Línea de producción: Planta de Galvanizado
Proceso de producción: Alambre Galvanizado
Diagrama: Actual

Alcance de la Operación
De: Abasto A: Almacén
Realizado por: Javier Vanegas





9.1.4. Estudio de tiempos para la planta de galvanizado.

La técnica que se uso para medir el trabajo fue el estudio de tiempo con cronómetro, por medio del método continuo de lectura de reloj, se requirió un análisis de este tipo debido a la naturaleza del trabajo que es repetitivo y altamente detallado.

Se siguieron estos pasos básicos para su realización:

- Primero se preparó la selección de la operación y seleccionó al trabajador considerando su habilidad, deseo de cooperar, temperamento y experiencia principalmente.
- Después se obtuvo y se registró la información, se descompusieron las tareas de la planta en elementos, se cronometraron y se calculó el tiempo observado.
- Para el número de observaciones necesarias en el estudio de tiempos, se usó la tabla de ♦Benjamín Niebel con base en su gran cantidad de análisis y experiencia. En nuestro caso el tiempo del ciclo es de 6.81 minutos (este ciclo fue encontrado con unas observaciones previas, incluidas en las tablas de observación) y se repite más de 10 000 veces en el año, según la tabla, para ciclos de más de 5 minutos el número de observaciones es de 20 ciclos.
- Enseguida se valoró el ritmo de trabajo de la línea, en concordia con el jefe de planta, para luego hacer el análisis de los suplementos.
- Finalmente se hizo el cálculo del tiempo tipo o estándar que es el objetivo de este estudio de tiempos para poder hacer el balance de línea.
- A continuación se presentan las tablas del estudio de tiempo por puestos de trabajo, los cuales son: Abasto, Enhebrado y Recibido; cada cual con su tiempo total y tiempo promedio:

♦ Ver tabla de Benjamín Niebel página 33

**Tabla 9.1-** Número de ciclos necesarios en el estudio de tiempos para el puesto de abasto.

Operación: Abasto	Observaciones necesarias para el cálculo del Tiempo Estándar																				Total	Promedio
	Ciclo (en minutos)																					
Descripción del Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Traer nuevo rollo	0.1	0.1	0.31	0.11	0.15	0.32	0.37	0.35	0.39	0.18	0.17	0.47	0.2	0.25	0.45	0.33	0.39	0.18	0.17	0.47	5.46	0.27
Traer soldadura	0.44	0.06	0.2	0.07	0.05	0.22	0.24	0.19	0.09	0.16	0.2	0.07	0.2	0.2	0.19	0.05	0.17	0.16	0.2	0.17	3.33	0.17
Traer tecele	0.18	0.13	0.11	0.23	0.15	0.36	0.07	0.14	0.27	0.13	0.16	0.11	0.07	0.06	0.37	0.2	0.18	0.13	0.17	0.14	3.36	0.17
Sacar viejo rollo, mantener flujo	3.68	2.85	2.44	1.89	1.9	2.01	3.88	3.37	3.48	4.63	2.85	2.44	3.01	2.01	3.87	3.37	3.42	3.01	2.77	3.4	60.28	3.01
Levantar nuevo rollo	0.28	0.55	0.42	0.34	0.24	0.22	0.25	0.39	0.21	0.2	0.4	0.69	0.43	0.29	0.39	0.34	0.29	0.34	0.28	0.39	6.94	0.35
Cortar alambres de amarre	1.26	0.4	0.17	0.25	0.43	0.27	0.24	0.85	0.16	0.35	0.59	0.32	0.37	0.27	0.37	0.24	0.59	0.42	0.35	0.53	8.43	0.42
Bajar rollo y acomodar	0.24	0.2	0.17	0.17	0.23	0.11	0.36	0.59	0.15	0.52	0.49	0.32	0.1	0.19	0.29	0.2	0.17	0.23	0.26	0.36	5.35	0.27
Retirar alambres de amarre	0.53	0.94	0.33	1.46	0.27	0.38	0.32	0.78	0.72	0.55	0.71	0.52	0.67	0.45	0.66	0.78	0.72	0.55	0.63	0.52	12.49	0.62
Juntar alambres y botarlos	0.14	0.12	0.17	0.15	0.21	0.2	0.21	0.48	0.21	0.14	0.12	0.17	0.15	0.21	0.21	0.2	0.21	0.48	0.21	0.14	4.13	0.21
Unir puntas	0.31	0.78	0.2	0.36	0.34	0.37	0.19	0.21	0.31	0.31	0.54	0.43	0.66	0.62	0.57	0.63	0.36	0.54	0.43	0.37	8.53	0.43
Afilar union	0.21	0.21	0.18	0.23	0.21	0.09	0.32	0.27	0.21	0.26	0.36	0.24	0.27	0.16	0.15	0.21	0.18	0.23	0.21	0.15	4.35	0.22
Acomodar viejo rollo y girar	0.29	0.48	0.7	0.5	0.39	0.28	0.43	0.45	0.29	0.39	0.25	0.31	0.36	0.36	0.51	0.33	0.35	0.42	0.29	0.38	7.76	0.39
Tiempo Total	7.66	6.82	5.4	5.76	4.57	4.83	6.88	8.07	6.49	7.82	6.84	6.09	6.49	5.07	8.03	6.88	7.03	6.69	5.97	7.02	130.4	6.52

Tabla 9.2- Número de ciclos necesarios en el estudio de tiempos para el puesto de enhebrado.

Operación: Enhebrado	Observaciones necesarias para el cálculo del Tiempo Estándar																				Total	Promedio
	Ciclo (en minutos)																					
Descripción del Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Traer guía al galvanizado	2.41	1.88	2.02	2.05	2.85	1.73	0.83	1.34	2.68	2.55	2.66	2.84	2.39	2.17	2.39	2.47	2.17	1.94	2.05	2.07	43.49	2.17
Sumergir Alambre	0.65	0.63	0.43	0.55	0.32	0.54	0.39	0.89	0.91	1.1	0.52	0.61	0.28	0.53	0.62	0.45	0.52	0.58	0.48	0.71	11.71	0.59
Enrollar espiral al alambre	0.43	0.46	0.47	0.51	0.59	0.57	0.5	0.51	0.54	0.37	0.37	0.36	0.18	0.44	0.24	0.39	0.44	0.41	0.36	0.39	8.53	0.43
Tiempo Total	3.49	2.97	2.92	3.11	3.76	2.84	1.72	2.74	4.13	4.02	3.55	3.81	2.85	3.14	3.25	3.31	3.13	2.93	2.89	3.17	63.73	3.19



Tabla 9.3- Número de ciclos necesarios en el estudio de tiempos para el puesto de recibido.

Operación: Recibido	Observaciones necesarias para el cálculo del Tiempo Estándar																					
	Ciclo (en minutos)																				Total	Promedio
Descripción del Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Jalar guía	0.34	0.48	0.65	0.64	0.85	1.00	0.45	0.36	0.40	0.88	1.01	1.28	0.49	1.34	1.65	0.92	0.44	0.73	0.42	0.50	14.83	0.74
Enrollar en polea y bobina	0.41	0.31	0.23	0.22	0.30	0.79	0.30	0.70	0.72	0.45	0.22	0.26	0.26	0.72	0.22	0.31	0.23	0.44	0.37	0.39	7.85	0.39
Asegurar extremo del rollo	0.64	0.23	0.23	0.28	0.36	0.53	0.41	0.20	0.50	0.46	0.39	0.40	0.27	0.42	0.33	0.25	0.44	0.46	0.34	0.55	7.69	0.38
Girar tubo "r"	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.40	0.02
Bajar seguros	0.06	0.05	0.10	0.11	0.07	0.08	0.05	0.12	0.12	0.10	0.22	0.17	0.09	0.09	0.13	0.14	0.09	0.09	0.05	0.07	2.00	0.10
Empujar rollo	0.32	0.14	0.26	0.27	0.57	0.08	0.12	0.32	0.34	0.22	0.66	0.32	0.25	0.18	0.17	0.23	0.15	0.21	0.26	0.11	5.18	0.26
Cortar rollo de bobina	0.06	0.04	0.05	0.07	0.20	0.10	0.13	0.09	0.05	0.15	0.10	0.08	0.12	0.08	0.08	0.19	0.18	0.18	0.12	0.12	2.19	0.11
Girar tubo "r"	0.11	0.09	0.02	0.12	0.07	0.06	0.04	0.17	0.23	0.17	0.07	0.19	0.08	0.05	0.04	0.05	0.11	0.07	0.06	0.04	1.84	0.09
Asegurar el otro extremo del rollo	0.52	0.21	0.33	0.57	0.19	0.26	0.11	0.10	0.28	0.32	0.28	0.24	0.24	0.20	0.26	0.29	0.40	0.30	0.16	0.16	5.42	0.27
Enrollar alambre en bobina	0.15	0.13	0.10	0.08	0.24	0.21	0.13	0.16	0.34	0.23	0.31	0.10	0.21	0.16	0.07	0.27	0.31	0.14	0.20	0.10	3.64	0.18
Traer mesa cruz	0.05	0.03	0.03	0.08	0.17	0.05	0.06	0.05	0.06	0.04	0.06	0.06	0.04	0.06	0.08	0.07	0.03	0.03	0.06	0.08	1.19	0.06
Poner rollo sobre mesa	0.17	0.07	0.13	0.09	0.32	0.15	0.17	0.20	0.18	0.18	0.17	0.14	0.13	0.06	0.12	0.11	0.19	0.13	0.14	0.17	3.02	0.15
Amarrar rollo	0.65	0.48	0.42	0.56	0.55	0.51	0.55	0.58	0.66	0.83	0.65	0.51	0.63	0.64	0.34	0.49	1.02	0.60	0.65	0.58	11.90	0.60
Ponerlo en el suelo	0.06	0.07	0.08	0.06	0.05	0.04	0.10	0.06	0.08	0.09	0.13	0.06	0.06	0.03	0.05	0.08	0.07	0.10	0.04	0.07	1.38	0.07
Rodar y remachar	0.37	0.45	0.49	0.72	0.76	0.79	0.52	0.67	0.61	0.62	0.52	0.51	0.48	0.43	0.53	0.60	0.60	0.46	0.55	0.53	11.21	0.56
Ponerlo en zona segura	0.37	0.54	0.35	0.76	0.30	0.31	0.27	0.23	0.42	0.49	0.34	0.17	0.23	0.37	0.43	0.50	0.26	0.33	0.86	0.68	8.21	0.41
Tiempo Total	4.30	3.34	3.49	4.64	5.02	4.98	3.43	4.03	5.02	5.25	5.17	4.50	3.60	4.85	4.52	4.52	4.53	4.29	4.30	4.17	87.95	4.40



9.1.5. Cálculo del tiempo tipo o estándar en las operaciones de galvanizado

Valoración del ritmo de trabajo

Durante el estudio se encontró que los operadores en los puestos de Abasto, Enhebrado y Recibidores de la planta de Galvanizado son hombres y tienen la siguiente calificación en general:

Tabla 9.4- Tabla Westinghouse para la calificación de la actuación.

Calificación de la Actuación	
Habilidad: media	0.00
Esfuerzo: regular	-0.05
Condiciones: media	0.00
Consistencia: mala	-0.05
Total	-0.10
Valoración en %	90% \approx 0.90

El total obtenido de la calificación se suma o se resta a 100%, dependiendo el signo que tengamos. En este caso es negativo, por lo tanto, la calificación de los trabajadores de esta planta en general fue del 90%.

◆ Puesto de abasto:

Primero calculamos el tiempo elegido que no es más que la suma de todos los tiempo promedio de cada elemento de la operación de abasto, además es nuestro tiempo base para calcular el tiempo estándar.

$$T_e = \sum T_i \text{ promedio}$$

$$T_e = \sum (0.26 + 0.17 + 0.17 + 3.01 + 0.35 + 0.42 + 0.27 + 0.62 + 0.21 + 0.43 + 0.22 + 0.39)$$

$$T_e = 6.52 \text{ minutos}$$



Ahora calculamos el tiempo normal de las actividades con la siguiente fórmula:

$$T_n = T_e (\text{valoración en \%})$$

$$T_n = 6.52 (0.90)$$

$$T_n = 5.87 \text{ minutos}$$

Enseguida procedemos a calcular los suplementos que se conceden por esta operación:

Tabla 9.5- Suplementos concedidos a los operarios de abasto.

Suplementos	Abasto
Hombre	9%
Trabaja de pie	2%
Trabajo fatigoso	2%
Proceso bastante complejo	1%
Trabajo bastante monótono	1%
Trabajo aburrido	2%
Total	16%
1+ tolerancias	1.16

Finalmente aplicamos la fórmula del tiempo estándar:

$$T_t = T_n (1 + \text{Tolerancias})$$

$$T_t = 5.87 (1.16)$$

$$T_t = 6.81 \text{ minutos, es el tiempo que se concede para efectuar la tarea de abasto.}$$

Con este dato podemos calcular:

a) ¿Cuántos rollos pueden abastecer en una hora?

$$\text{Rollo} = \frac{(1 \text{ rollo} * 1 \text{ Hr})}{T_t}$$

$$\text{Rollo} = \frac{(1 \text{ rollo} * 60 \text{ min})}{6.81}$$

$$\text{Rollo} = 9 \text{ rollos por hora (aprox.)}$$



b) El número de rollos abastecidos en un turno de 12 horas de trabajo:

Se multiplica por 12 el número de rollos por hora.

$$12 * 9 = 108 \text{ rollos por 12 horas de trabajo}$$

◆ **Puesto de enhebrado:**

Calculamos el tiempo elegido

$$T_e = \sum T_i \text{ promedio}$$

$$T_e = \sum (2.17 + 0.59 + 0.43)$$

$$T_e = 3.19 \text{ minutos}$$

Ahora calculamos el tiempo normal de las actividades:

$$T_n = T_e (\text{valoración en \%})$$

$$T_n = 3.19 (0.90)$$

$$T_n = 2.87 \text{ minutos}$$

Enseguida procedemos a calcular los suplementos que se conceden por esta operación:

Tabla 9.6- Suplementos concedidos a los operarios de enhebrado.

Suplementos	Enhebrado
Hombre	9%
Trabaja de pie	2%
Trabajo muy fatigoso	5%
Ruido fuerte	2%
Proceso complejo	4%
Trabajo bastante monótono	1%
Total	23%
1+ tolerancias	1.23



Finalmente aplicamos la fórmula del tiempo estándar:

$$Tt = Tn (1 + Tolerancias)$$

$$Tt = 2.87 (1.23)$$

Tt = 3.53 minutos, es el tiempo que se concede para efectuar la tarea de enhebrado.

Con este dato podemos calcular:

a) ¿Cuántas guías se pueden enhebrar en una hora?

$$Guías = \frac{(1 \text{ rollo} * 1 \text{ Hr})}{Tt}$$

$$Guías = \frac{(1 \text{ rollo} * 60 \text{ min})}{3.53}$$

$$Guías = 17 \text{ guías por hora (aprox.)}$$

b) El número de guías enhebradas en un turno de 12 horas de trabajo:

Se multiplica por 12 el número de guías por hora.

$$12 * 17 = 204 \text{ guías por 12 horas de trabajo}$$

Observación: en realidad el proceso solo necesita que se enheben 40 guías, lo que se quiere dar a entender con este cálculo es que, se podrían enhebrar alrededor de 204 guías en caso de ser necesario, por ejemplo, si se rompieran las guías o se hiciera un cambio de calibre de los alambres.

◆ **Puesto de recibido:**

El tiempo promedio total del puesto de recibido es nuestro tiempo base para calcular el tiempo estándar el cual es igual a 4.40 minutos.

Ahora calculamos el tiempo normal de las actividades:

$$Tn = Te (\text{valoración en \%})$$

$$Tn = 4.40 (0.90)$$

$$Tn = 3.96 \text{ minutos}$$



Enseguida procedemos a calcular los suplementos que se conceden por esta operación:

Tabla 9.7- Suplementos concedidos a los operarios de recibido.

Suplementos	Recibido
Hombre	5%
Trabaja de pie	2%
Uso de la fuerza	22%
Trabajo fatigoso	2%
Proceso bastante complejo	1%
Trabajo bastante monótono	1%
Total	37%
1+ tolerancias	1.33

Finalmente aplicamos la fórmula del tiempo estándar:

$$Tt = Tn (1 + Tolerancias)$$

$$Tt = 3.96 (1.33)$$

Tt = 5.26 minutos, es el tiempo que se concede para efectuar la tarea de abasto.

Con este dato podemos calcular:

- a) ¿Cuántos rollos se reciben (o desmontan) en una hora?

$$Rollos = \frac{(1 \text{ rollo} * 1 \text{ Hr})}{Tt}$$

$$Rollos = \frac{(1 \text{ rollo} * 60 \text{ min})}{5.26}$$

$$Rollos = 11 \text{ rollos por hora (aprox.)}$$

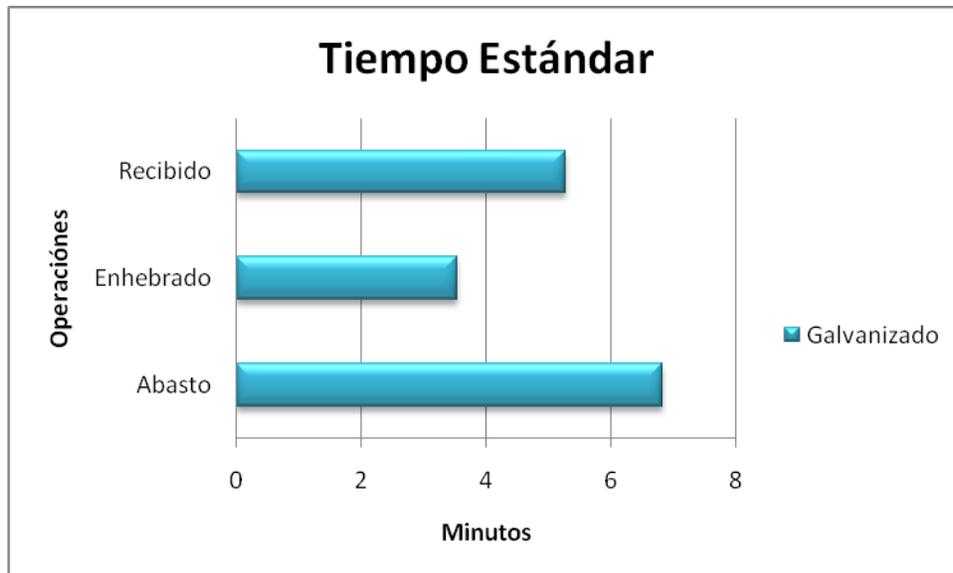
- b) El número de rollos recibidos en un turno de 12 horas de trabajo:

Se multiplica por 12 el número de rollos por hora.

$$12 * 11 = 132 \text{ rollos por 12 horas de trabajo}$$



Grafica 9.1- Representación de los tiempos estándar encontrados en los tres puestos.



La grafica nos muestra el tiempo estándar por cada operación en el área de galvanizado, observando las operaciones: a) recibido con un tiempo de 5.26 minutos, b) enhebrado 3.53 minutos y Abasto 6.81. Lo que significa que el tiempo total estándar estimado para realizar dichas actividades es de 15.60 minutos.

Tabla 9.8- Resumen de los cálculos del tiempo estándar encontrados para el proceso de galvanizado.

Operación	Promedio	Calificación	T. Normal	Suplementos	T. Estándar
Abasto	6.52	0.90	5.87	1.16	6.81
Enhebrado	3.19	0.90	2.87	1.23	3.53
Recibido	4.40	0.90	3.96	1.33	5.26
Σ Total	14.11	-	12.70	-	15.60

En esta tabla se muestran el resumen de los tiempos promedio, normal y estándar de las tareas de abasto, enhebrado y recibido.



9.1.6 Balance de línea de producción para la planta de galvanizado

En esta parte del trabajo nos vamos a concentrar en la asignación de elementos a las estaciones integradas a la línea de galvanizado, de modo que alcance una tasa de producción deseada con el menor número posible de estaciones de trabajo, como sigue a continuación:

La producción promedio diaria es de 385 quintales de alambre galvanizado. El turno de trabajo es de 12 horas. Se planea una eficiencia del 95%.

Tabla 9.9- Tiempos estándar obtenidos en el estudio de tiempos.

Operación	TE (minutos)
Abasto	6.81
Enhebrado	3.53
Recibido	5.26
Σ Total	15.60

◆ **Índice de producción**

$$IP = \frac{\textit{Producción promedio}}{\textit{Tiempo disponible de un operador}}$$

$$IP = \frac{385qq}{720min}$$

IP = 0.53 es el índice de producción.

◆ **Número de operadores teóricos (NO) para el arranque de la operación de galvanizado por puestos de trabajo**

$$NO = \frac{TE \times IP}{E}$$

a) Abasto

$$NO = \frac{6.81 \times 0.53}{0.95}$$

NO = 3.80 números de operadores.



b) Enhebrado

$$NO = \frac{3.53 \times 0.53}{0.95}$$

NO = 1.97 números de operadores.

c) Recibido

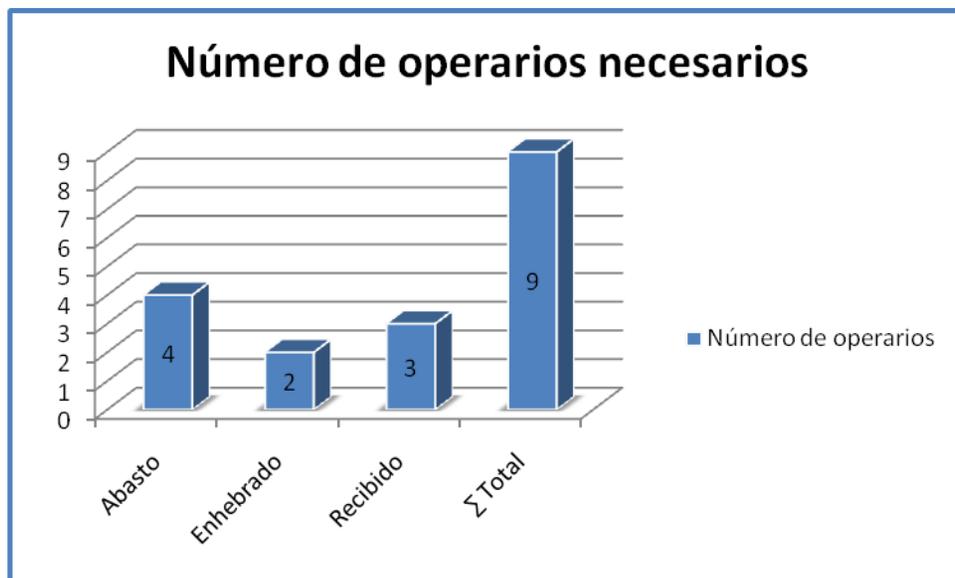
$$NO = \frac{5.26 \times 0.53}{0.95}$$

NO = 2.93 números de operadores.

Tabla 9.10- Operadores necesarios para la planta de Galvanizado.

Operación	NO Teóricos	NO Reales
Abasto	3.80	4
Enhebrado	1.97	2
Recibido	2.93	3
Σ Total	8.7	9

Grafica 9.2- Representación del número teórico de operarios para el proceso de galvanizado.

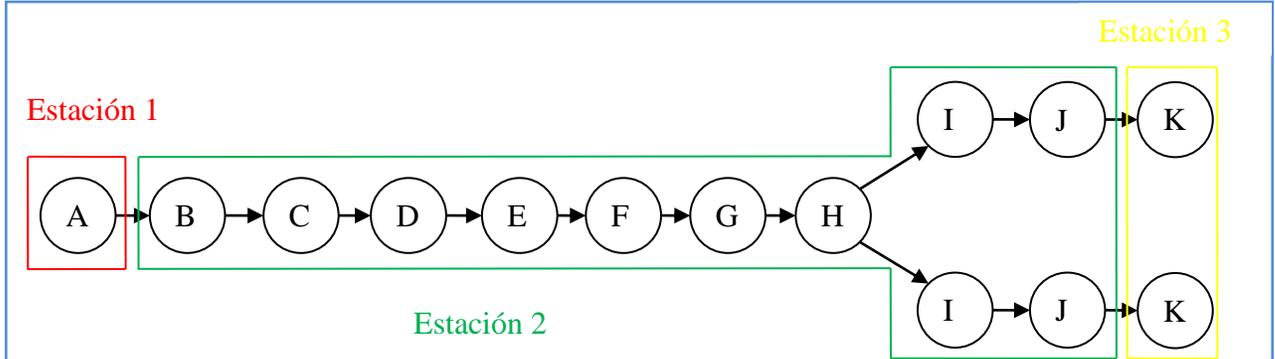


Como se puede observar en la gráfica, el número de operarios necesarios para las operaciones de abasto, enhebrado y recibido de la planta de galvanizado es de 9 operarios en total.



Minimización del número de estaciones de trabajo

Figura 9.3- Diagrama de precedencia



En este diagrama se identifica en forma gráfica las secuencias de trabajo de las operaciones físicas y económicamente factibles que se realizan en el proceso de galvanizado. Además permite visualizar antecesores y sucesores de la secuencia de trabajo.

Tabla 9.11- Operaciones presentes en el diagrama de precedencia.

Operación	Concepto	Tiempo (min)
A	Abasto	6.81
B	Horno de recocido	0.63
C	Pila de piedra poma	0.10
D	Pila de enfriamiento	0.07
E	Pila de ácido clorhídrico	0.67
F	Pila de enjuague	0.07
G	Pila de flux	0.13
H	Recamara de recalentamiento	0.13
I	Pila de galvanizado	3.53
J	Pila de enfriamiento	0.07
K	Recibido	5.26

(El cálculo de los tiempos de operaciones excepto las de A, I y K; aparecen en el anexo 5)



Método del Tiempo de Operación más Larga (T.O.L.)

De la tabla anterior se observa que la operación más larga es la A, por lo tanto, va a ser nuestro tiempo del ciclo por estación.

C = 6.81 minutos.

Número teórico mínimo de estaciones:

$$n = \frac{\sum Ti}{C}$$

$\sum Ti$: Sumatoria de ejecución de las estaciones de trabajo

$$n = \frac{(6.81 + 0.63 + 0.10 + 0.07 + 0.67 + 0.07 + 0.13 + 0.13 + 3.53 + 0.07 + 5.26)}{6.81}$$

n = 2.57 ≈ 3 es el número de estaciones reales.

Tabla 8.12- Pesos posicionales y predecesores de los elementos.

Elemento de trabajo	Peso posicional	Predecesores inmediatos
A	17.47	
B	10.66	A
C	10.03	A,B
D	9.93	A,B,C
E	9.86	A,B,C,D
F	9.19	A,B,C,D,E
G	9.12	A,B,C,D,E,F
H	8.99	A,B,C,D,E,F,G
I	8.86	A,B,C,D,E,F,G,H
J	5.33	A,B,C,D,E,F,G,H,I
K	5.26	A,B,C,D,E,F,G,H,I,J

En esta tabla se observa el peso posicional por cada unidad de trabajo y se obtuvo calculando la sumatoria de cada elemento y de todas aquellas unidades de trabajo que deben seguirla.



Asignación de Elementos de Trabajo a las Estaciones de Trabajo

Ahora vamos a asignar los elementos de trabajo a las diversas estaciones, basados en el tiempo del ciclo del sistema, dando como resultado el menor tiempo perdido en cada estación.

Por lo anterior cada estación deberá tener elementos de trabajo lo más cercano a 6.81 minutos, como se ve en las siguientes tablas:

Tabla 9.13- Elementos de la estación de trabajo número 1.

Elemento	Tiempo Elemental	Tiempo Acumulado
A	6.81	6.81

Tabla 9.14- Elementos de la estación de trabajo número 2.

Elemento	Tiempo Elemental	Tiempo Acumulado
B	0.63	0.63
C	0.10	0.73
D	0.07	0.80
E	0.67	1.47
F	0.07	1.54
G	0.13	1.67
H	0.13	1.80
I	3.53	5.33
J	0.07	5.4

Tabla 9.15- Elementos de la estación de trabajo número 3.

Elemento	Tiempo Elemental	Tiempo Acumulado
K	5.26	5.26

Para la distribución gráfica de estas estaciones, ver fig. 9.3.



Tabla 9.16- Cálculo del Tiempo Ocioso

Estación	Ti	T. Ocioso
Número 1	6.81	0
Número 2	5.4	1.41
Número 3	5.26	1.55
∑ T. Ocioso	-	2.96 minutos

El tiempo ocioso, ya equilibrada la línea es de 2.96 minutos. Además el tiempo total de la estación 1 es el que nos va a determinar la producción de la línea ya que es el tiempo mayor de todas las estaciones.

Grafica 9.3- Tiempos por estación de trabajo.



Tiempo por estación: a) Estación 1 igual a 6.81minutos; Estación 2 igual a 6.81minutos; Estación 3 igual a 6.81minutos.

Capacidad de producción

Estará determinada por la operación más lenta:

$$\text{Producción diaria} = \frac{720}{6.81} = 105.73\text{qq; por turno por operador.}$$

$$\text{Producción diaria} = 105.73\text{qq} \times 4 \text{ operadores}$$

$$\text{Producción diaria} = 422.92 \approx 423\text{quintales por turno de 12 hrs.}$$



Eficiencia del Ciclo

$$Eficiencia (\%) = \frac{\sum Ti}{(n \times C)}$$

$$Eficiencia (\%) = \frac{17.47}{(3 \times 6.81)}$$

$$Eficiencia (\%) = 85.51 \%$$

Esto quiere decir que, la eficiencia del ciclo ya balanceada la línea con su número mínimo de estaciones y sus elementos es del 85.51%.

Aplicación: ¿Es conveniente contratar un operario más en la operación de Abasto?

En la determinación del número de operarios encontramos que en la operación de abasto se necesitaba uno más, por tanto, vamos a verificar si es económicamente factible:

El área de galvanizado cuenta con 8 operario sin contar el propuesto; 3 de abato, 2 de enhebrado y 2 de recibido, cada operario trabaja un turno, la planta trabaja 2 turnos por día, 6 días a la semana y 4 semanas al mes. Supongamos que el costo de mano de obra es de C\$ 10.42 por hrs, la tasa de ausentismo es del 4% al mes y el costo asociado a esta pérdida es de C\$ 5 por hrs. Costo del quintal del alambre galvanizado C\$ 200.

Calculamos:

$$Hrs \text{ por mes} = \left(\frac{12 \text{ hrs}}{\text{turno}}\right) \times \left(\frac{2 \text{ turnos}}{\text{día}}\right) \times \left(\frac{6 \text{ días}}{\text{semana}}\right) \times \left(\frac{4 \text{ semanas}}{\text{mes}}\right) = 576 \text{ hrs}$$

Es el número de horas que trabaja un operario por los dos turnos al mes.

$$Salario = \left(\frac{\text{C\$ } 10.42}{\text{hr}}\right) \times \left(\frac{576 \text{ hrs}}{\text{mes}}\right) = \text{C\$ } 6002$$

Es el salario que se pagará por agregar un operario más en abasto por los dos turnos.

$$Ausentismo = \left(\frac{576 \text{ hrs}}{\text{mes}}\right) \times (0.04) \times \left(\frac{\text{C\$ } 5}{\text{hr}}\right) = \text{C\$ } 115$$

Es el costo de ausentismo al mes por operario por los dos turnos.



Línea con 8 operarios (actualmente)

Suma = 6002 + 115 = C\$ 6117 * 8 operarios = C\$ 48936; es lo que se paga al mes teniendo 8 operarios en la línea de galvanizado.

Producción mensual = 385 qq/día x 24 días/mes = 9240 qq/mes.

Utilidad 1 = (9240 qq x C\$ 200) – C\$ 48936 = C\$ 1 799 064; es la utilidad de la línea con 8 operarios.

Línea con 9 operarios (propuesta según el balance de líneas)

Suma = 6002 + 115 = C\$ 6117 * 9 operarios = C\$ 55053; es lo que se paga al mes teniendo 9 operarios en la línea de galvanizado.

Producción mensual = 423 qq/día x 24 días/mes = 10152 qq/mes.

Utilidad 2 = (10152 qq x C\$ 200) – C\$ 55053 = C\$ 1 975 347; es la utilidad de la línea con 9 operarios.

Comparación de utilidades

CU = U2 – U1 = 1 975 347 - 1 799 064 = C\$ 176 283; es lo que ganaría INCASA mensualmente si contrata un operario más por turno en la tarea de abasto.

Comentario: Se puede finiquitar que es factible contratar un operario más pues existe cierta utilidad, pero al final es la empresa la que evalúa si le parece atractiva esta ganancia o no.



9.2- Planta de Clavos

9.2.1. Descripción del proceso de fabricación de clavos

El proceso de fabricación de clavos consta de cuatro procesos principales, dentro de los que se distinguen: cortado de clavos, pulido de los clavos cortados, armado de cajas y empaque de los clavos pulidos. A continuación se explica cada proceso de manera detallada tal y como ocurre en la Industria Centroamericana Sociedad Anónima (INCASA).

➤ Cortado de clavos:

Los alambres de diferente diámetro son enrollados en el proceso de trefilado y transportados por camiones montacargas del almacén de suministros a la planta de clavos, en donde se asignan los rollos a las máquinas en dependencia del calibre que estas trabajan. Una vez que los rollos son dejados dentro de la planta, son transportados manualmente por los operadores de las máquinas de clavos a las máquinas y se montan en bases independientes giratorias. El alambre se introduce manualmente a máquina apagada, en rodillos cuya función es el enderezamiento del alambre.

Las máquinas son automáticas de alta velocidad y poseen una matriz que se encargan de formar la cabeza del clavo por prensado y achatamiento. La matriz produce el tamaño y el espesor de la cabeza del clavo y puede ser regulada por el ajuste de sus cuchillas cortadoras. Después que la cabeza del clavo es formada, se abre la matriz y el alambre es presionado a través de un mecanismo de alimentación.

La distancia de avance de la matriz dará la longitud del clavo, luego que el alambre es presionado, el clavo es cortado por la acción del impacto entre dos cuchillas, para después descender en un colector metálico de capacidad aproximada de 96.18 kilogramos. Cuando se llena uno de estos colectores se debe retirar manualmente y colocar otro vacío sin apagar la máquina.



➤ **Sección de pulido:**

Después de que el clavo es cortado, es necesario pulirlo para eliminar el aspecto corrosivo que presenta producto del aceite y el almacenamiento de los rollos.

Los encargados de pulido tienen que desplazarse hacia las máquinas para recolectar los clavos cortados (ver anexo No.23-28) en suficiente cantidad para poder iniciar el proceso de pulido, por lo general se recolectan 5 recipientes, los cuales, son transportados con ayuda de una carretilla plana, pero montados y empujados con el esfuerzo físico de los individuos (2 personas).

Los clavos son recolectados y colocados en un tambor con la ayuda de un teclé (ver anexo No. 29), que es un mecanismo de transporte ubicado en la parte superior de los pulidoras, a una altura de mas o menos 5 metros y con alcance suficiente, para que se transporten los clavos pulidos a la mesa de empaque. Los pulidores se llenan a una capacidad aproximada de 480.9 kilogramos. Se toman ciertos cuidados para colocar los clavos de un solo tipo en el tambor para evitar su mezcla.

Previo al proceso de pulido se coloca aserrín en el tambor con una pequeña cantidad de diesel. El aserrín absorbe la grasa y el aceite que los clavos acumulan durante su manufactura, debido a la acción de fuerzas centrifugas que se producen en el interior de las pulidoras, que agita y pule los clavos cuando gira por medio de un motor.

El tiempo de pulido de los clavos es variado en dependencia de la talla del clavo que se va a pulir y una vez pulidos los clavos, se debe sacar el aserrín, ya que contiene aceite y virutas adherido, para esto se emplea una tapa que tiene la forma de una malla, la cual saca el aserrín del tambor y no los clavos. Después que los clavos son pulidos, son enviados a la mesa de empaque con ayuda del teclé (ver anexo No. 31).



➤ **Sección de armado de cajas**

Las cajas son transportadas manualmente en empaques de 25 unidades hacia las mesas de armado. La primera operación es el marcado de la talla del clavo que va a ser empacada, para ello poseen a mano moldes plásticos que se colocan en los lados de la caja y al pasar una esponja con tintura negra, la talla es gravada.

Después de esto la caja se engrapa en el fondo tres veces con una máquina engrapadora especial de altitud aproximada de 1.2 metros, que por el accionamiento de un pedal, asegura el fondo de cada caja. Luego de ser estibado cierto número de cajas se transporta al área de empaque (ver anexo No. 30). El armado de cajas se hace en gran proporción durante las primeras horas de la mañana y en el resto del día en proporciones pequeñas, en dependencia de los clavos que se prevén serán empacados y que están siendo pulidos.

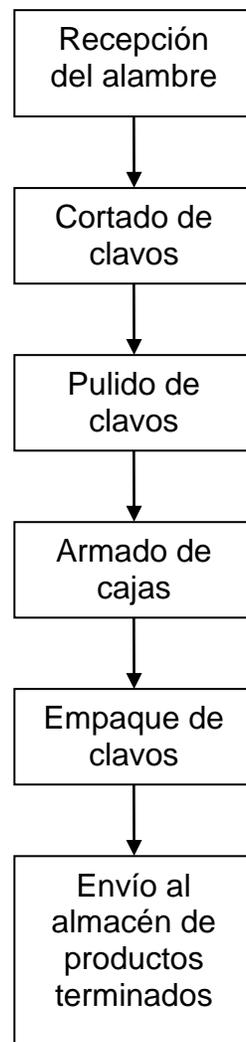
➤ **Sección de empacado de clavos:**

Los clavos son recibidos, pesados y empacados en cajas de diferente calibre clasificadas como tipo A, B y C. En las tipo A se empacan clavos de tallas grande, en las tipo B se los clavos de talla mediana y las cajas tipo C se los clavos de talla pequeña. El peso final de cada caja debe ser de 22.9 kg., para garantizar esto, son pesados en una báscula, después se envían a otra mesa en donde se agrega el pegamento y se sella la fecha de fabricación, por ultimo se estiban en polines para que el montacargas pueda llevarlos al almacén de productos terminados.

La figura 9.4- representa el diagrama de bloque correspondiente al proceso de fabricación de clavos y la figura 9.5- muestra el respectivo diagrama de operación.



Figura 9.4- Diagrama de Bloque del proceso de fabricación de clavos.





9.2.2. Personal de la planta de clavos.

La planta cuenta con 10 personas normalmente que laboran en un turno diurno de 7:00 a.m. hasta 6:00 p.m. y un turno nocturno que inició el 20-05-09 en horario de 10:00 p.m. a 7:00 a.m. El turno nocturno es una iniciativa que se utiliza cuando se quiere cumplir con ciertas órdenes de producción, con la salvedad de que solamente se cortan clavos.

Las 10 personas de la planta se dividen por cargos, dentro de los que tenemos:

- 2 personas encargadas de armado de cajas y empaque de clavos.
- 2 personas encargadas del proceso de pulido de clavos.
- 3 operadores de las máquinas de clavos.
- 3 personas encargadas de ajustar, cambiar cuchillas o ver cualquier falla no grave, que presenten las máquinas.

Los encargados de pulido de clavos y armado de cajas y empaque de clavos, por lo general rotan día de por medio, debido a que las operaciones del proceso de pulido exigen esfuerzo físico alto.

9.2.3. Operaciones tradicionales en un día de trabajo:

El proceso de fabricación del clavo se lleva a cabo en forma continua en las horas de la mañana hasta el medio día, en que son apagadas, iniciando operaciones nuevamente a la 1:00 p.m. Las actividades diarias que se realizan son las siguientes:

1. Al iniciar la jornada diurna se revisan las órdenes de producción, indicando las tallas de clavos que se van a fabricar.
2. Asegurarse de obtener el Stock de materia primal (alambre) indicado y colocarlo en su bobina o atril correspondiente.



3. Revisar que los operarios arranquen el proceso.
4. Al arrancar proceso, se inspeccionan los primeros clavos, para asegurarse que las características del clavo sea las previstas. Las principales tallas que fabrican son: 1x17, 3/4x18, 2x12, 2 1/2x10, 3x9, 4x6 y 5x5.
5. Supervisar que el flujo de operación no se detenga. En caso de rotura o descompostura grave, se indica al área de mantenimiento la inmediata reparación de la pieza, si se trata solamente de regulación o cambio de cuchillas, los operarios encargados de las máquinas se encargan de realizarlo.
6. Realizar inspecciones casuales en el área de empaque, en donde se descartan los clavos que no cumplen con las características de la calidad.
7. Envío al almacén de producto terminado.

9.2.4. Distribución Interior de la planta:

a) Volumen de producción.

Es variado, porque va en dependencia de la cantidad de clavos que las máquinas cortan y de las máquinas que estén funcionando, además del estado técnico de las máquinas pulidoras.

b) Flujo de materiales.

El flujo de materiales es en U cerrada.

c) Distribución de la planta.

En la tabla 9.17- podemos ver el total de máquinas que se encuentran distribuidas en la planta de clavos, además se clasifican según sus estados de actividad.



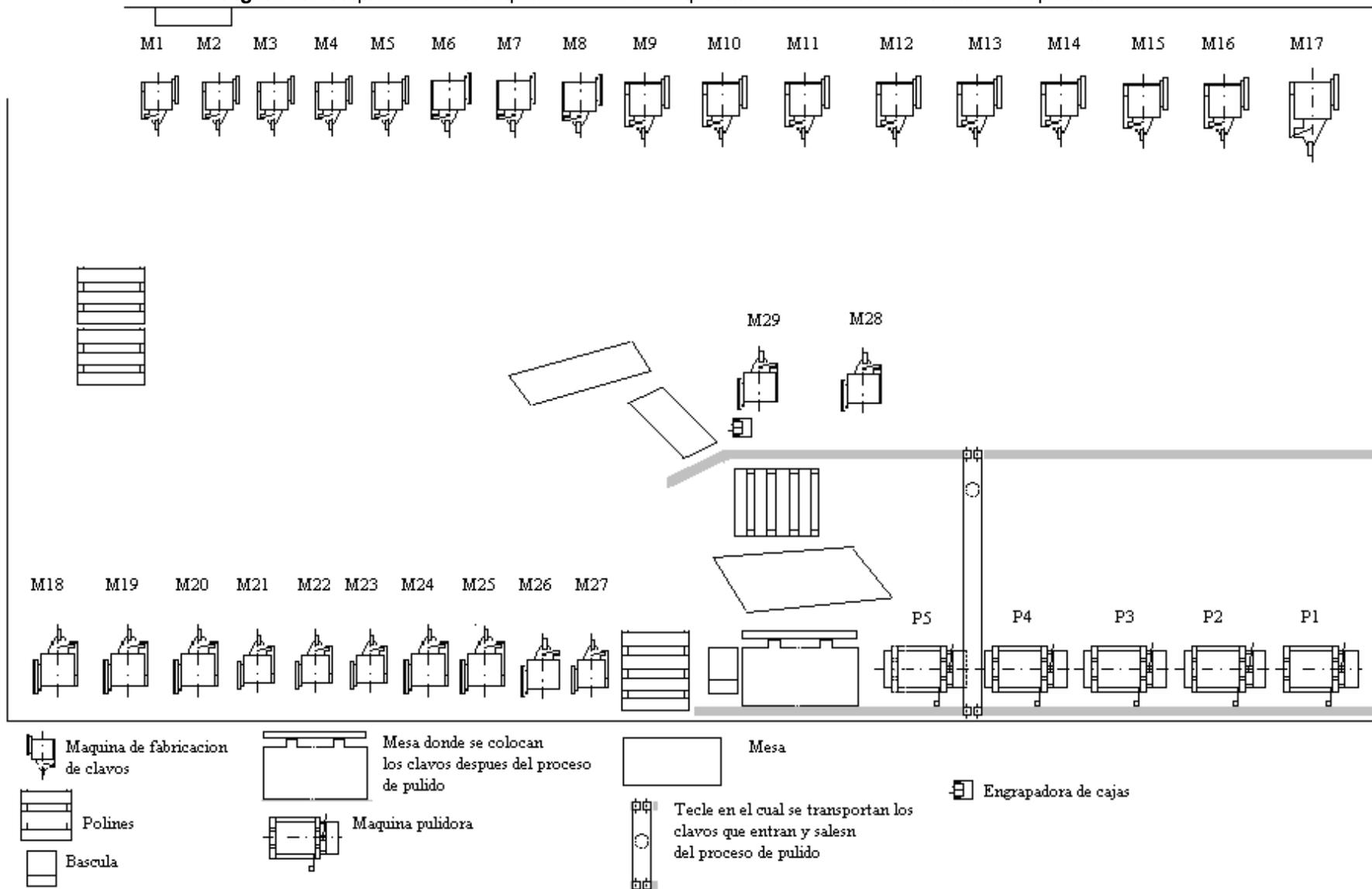
Tabla 9.17- Maquinaria activa e inactiva de la planta de clavos

Máquina:	Total de máquinas	Periodo Abril-Junio 2009			
		Activas	Inactivas	% de inactivas	% de activas
Clavos	29	20	9	31.034%	68.966%
Grapas	2	2	0	0	100%
Pulidores	5	5	0	0	100%

Para identificar mejor la distribución de la planta y facilitar la interpretación en el análisis de flujo de procesos, se realizó una vista de planta sin escala, tal y como se muestra en la figura 9.6-. Las máquinas están enumeradas del número uno hasta el veintinueve y las máquinas pulidoras de la uno a la cinco, la vista queda como sigue:



Figura 9.6- Representación esquemática de la maquinaria encontrada en el interior de la planta.





9.2.5. Estudio de tiempos para la planta de clavos.

Para la obtención de los tiempos estándar, se utilizó el estudio de tiempos con cronometro como técnica de medición de trabajo. El tipo de cronometro utilizado fue digital utilizando el método continuo por sus ventajas. Las actividades o tareas medidas fueron las que mostraron un comportamiento normal, en cuanto a aspectos repetitivos y demoras tolerables de tipo aleatorio. El estudio comprendió la medición de los elementos presentes en la sección de pulido, empaque de clavos y armado de cajas cortadas.

Las actividades que realizan los operadores de las máquinas cortadoras de clavos, no fueron normalizadas debido a la alta frecuencia con que las máquinas sufren paros por calibración o roturas. Además se observó que en el momento en que esto ocurre, los operadores no prestan su atención inmediata a la máquina en paro, razón por la que la fijación de un estándar de tiempo para ellos sería una acción que está fuera de su alcance, por la antigüedad que prestan las máquinas y la falta de mantenimiento de tiempo preventivo en el lugar.

Los operadores, cuyo ritmo de trabajo fue evaluado, fueron 4 los que se encargan en pares de realizar las actividades. Los resultados del estudio para armado de cajas, pulido y empaque de clavos se muestran seguidamente en el orden mencionado.

El método utilizado para conocer el tamaño de la muestra o ciclos fue el estadístico. Para aplicar este método se debe conocer la media y la desviación estándar de los datos, estos permiten obtener el tamaño de la muestra y fueron obtenidos por medio de una muestra de tamaño 10.

El riesgo considerado para la validación de los resultados fue del 5% y el error para obtener un tiempo representativo en las tomas es del 4%, este error es fijado en el estudio por criterio del analista de tiempos.



Con estas consideraciones y las observaciones previas realizadas obtuvimos los datos necesarios para aplicar la fórmula del tamaño de muestra y los valores plasmados fueron resueltos por medio de tablas de Excel.

◆ **Armado de cajas**

Se identificó la operación para descomponerla en elementos y así facilitar su comprensión.

Operación: Armado de cajas

Elementos:

- Transportar cajas sin armar
- Marcar la talla de los clavos
- Abrir la caja y doblar los lados
- Engrapado tres veces
- Enviar a empaque de clavos

Los resultados del estudio de tiempos para esta operación fueron:



Tabla 9.18- Cálculo del tamaño de la muestra con una muestra inicial de tamaño 10.

Armado de cajas	Hoja de observación de estudio de tiempos										Sumatoria	Promedio	Desviación estándar	Muestras necesarias
	CICLOS(en segundos)													
Descripción del elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Transportar cajas sin armar	*C	C	C	C	C	C	C	C	C	C				
Marcar la talla de los clavos	6.7	7.5	5.2	5.2	5.4	5.6	7.6	5.3	6.2	6.7	61.4	6.14	0.890169	53.546977
Abrir la caja y doblar los lados	4.4	3.8	4	4.1	5	3.8	3.4	3.7	4	4.2	40.4	4.04	0.415211	27.406725
Engrapar tres veces	6.3	6.3	6	6.7	7.3	6.2	5.9	6.9	7.9	7.4	66.9	6.69	0.634744	23.505312
Enviar a empaque de clavos	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C				

Se debe tomar el tamaño de muestra del elemento que arrojó el mayor valor, para que haya uniformidad en los datos. Podemos ver que el cronometraje necesario es igual a 54, y como ya tenemos 10 observaciones únicamente nos faltan 44 más.

Las actividades con la letra C se consideran sin orden de secuencia porque no hay una alimentación continua o proyectada, es decir, que el operario las realiza en diferentes momentos, lugares y cantidades.

Se procederá a registrar los ciclos de tiempo restantes y luego al cálculo del tiempo estándar.

* C: Actividad sin orden de secuencia. Ver página 28



Tabla 9.19- Registro de los 54 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Armado de cajas	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
Descripción del elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Transportar cajas sin armar	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Marcar la talla de los clavos	6.7	7.5	5.2	5.2	5.4	5.6	7.6	5.3	6.2	6.7	7.1	10	7.5	5.8	6.5
Abrir la caja y doblar los lados	4.4	3.8	4	4.1	5	3.8	3.4	3.7	4	4.2	3.7	3.7	4.3	3.4	3.3
Engraprar tres veces	6.3	6.3	6	6.7	7.3	6.2	5.9	6.9	7.9	7.4	6	6.1	6.5	5.9	7
Enviar a empaque de clavos	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Tabla 9.20- Registro de los 54 ciclos necesarios para la estandarización.

Descripción del elemento	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Transportar cajas sin armar	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Marcar la talla de los clavos	5.8	5.6	8.8	5.4	6	5.7	5.7	6.2	6.8	6	6	5.3	5.2	5.2	4.8
Abrir la caja y doblar los lados	3.5	3.6	3.4	4.4	3.5	3.3	5.1	4.2	3.8	3.4	3.8	3.4	4.3	3.4	3.8
Engraprar tres veces	6	6	5.6	6.8	5.9	4.5	5.8	5.8	5.5	5.9	7	7.7	6.4	5.4	6.6
Enviar a empaque de clavos	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Tabla 9.21- Registro de los 54 ciclos necesarios para la estandarización.

Descripción del elemento	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Transportar cajas sin armar	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Marcar la talla de los clavos	5.3	5	5.2	5.3	5.3	5.3	5.6	5.1	5.8	5.7	6.1	4.9	5.2	4.8	4.8
Abrir la caja y doblar los lados	4.1	2.3	4.4	4.1	4.3	3.7	4.1	3.7	3.4	4.5	3.7	3.8	3.8	3.9	5.4
Engraprar tres veces	6.6	6.5	4.2	6.8	6	7.9	5.1	6.7	6.1	6.2	6.8	6.3	6.5	7.1	3.7
Enviar a empaque de clavos	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C



Tabla 9.22- Registro de los 54 ciclos necesarios para la estandarización.

Descripción del elemento	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar											
	CICLOS (en segundos)										Sumatoria	Promedio
	46	47	48	49	50	51	52	53	54			
Transportar cajas sin armar	C	C	C	C	C	C	C	C	C			
Marcar la talla de los clavos	5.4	5.4	5.2	4.6	4.1	4.4	4.1	4.9	4.9	43	4.777	
Abrir la caja y doblar los lados	3.8	4	2.9	5.3	3.4	3.3	4.1	2.8	4	33.6	3.733	
Engraprar tres veces	4.5	3.8	3.7	3.4	3.7	6.8	6.1	3.8	3.6	39.4	4.377	
Enviar a empaque de clavos	C	C	C	C	C	C	C	C	C			
Sumatoria										116	12.888	

▪ **Cálculo del tiempo estándar para la operación de armado de cajas:**

Calculamos el tiempo elegido

$$Te = \sum Ti \text{ promedio}$$

$$Te = \sum (4.777 + 3.733 + 4.377)$$

Te = 12.888 segundos

Ahora calculamos el tiempo normal de las actividades:

$$Tn = Te \text{ (valoración en \%)}$$

Calificación de la actuación:

-Habilidad buena: +0.05

-Esfuerzo bueno: +0.05

-Condiciones medianas: 0.00

-Consistencia media: 0.00

$$Tn = 12.888 (1.1)$$

Tn = 14.1768 segundos



Enseguida procedemos a calcular los suplementos que se conceden por esta operación:

Tabla 9.23- Suplementos concedidos a los operadores en la operación de armado de cajas.

Suplementos	Armado de cajas
Necesidades personales	5%
Fatiga	4%
Trabajar de pie	2%
Ruido intermitente y muy fuerte	5%
Total	16%
1+ tolerancias	1.16

Finalmente aplicamos la fórmula del tiempo estándar:

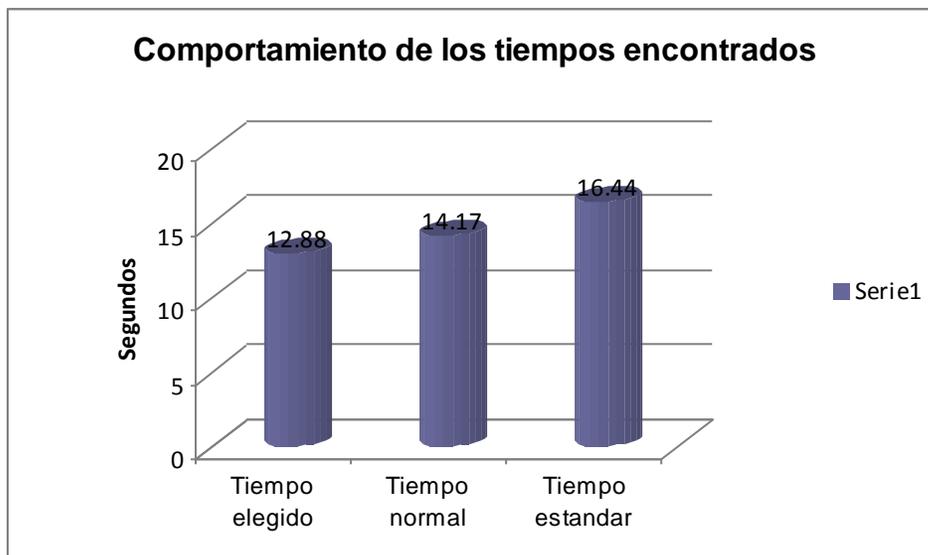
$$Tt = Tn (1 + Tolerancias)$$

$$Tt = Tn (1 + Tolerancias)$$

$$Tt = 14.1768 (1.16)$$

$Tt = 16.445$ segundos, éste es el tiempo estándar que se concede para efectuar la operación de armado de cajas.

Grafica 9.4- Representación grafica de los tiempos.



Como se puede apreciar en la grafica 9.4-, el tiempo elegido corresponde al tiempo promedio en que se realiza la operación de armado de cajas, el tiempo normal es el tiempo promedio multiplicado por la calificación de la actuación y el tiempo estándar es el tiempo normal multiplicado por los suplementos que deben concederse.



◆ Pulido de clavos

Operación: Pulido de clavos cortados

Elementos:

- Transporte de clavos hacia el área de pulido
- Llenar las dos tinas metálicas
- Vaciar ambas tinas en pulidora
- Agregar aserrín en el interior de la pulidora
- Colocar y ajustar tapa selladora
- Quitar pasador y encender máquina
- Pulido de los clavos
- Inspección de clavos pulidos
- Detener máquina y quitar tapa selladora
- Colocar y ajustar tapa tipo malla
- Eliminar aserrín sucio
- Detener máquina y quitar tapa tipo malla
- Limpiar el aserrín sucio esparcido en el área de la pulidora
- Transportar todos los clavos pulidos al área de empaque
- Colocar la tina metálica para llenarla de nuevo

El procedimiento fue el mismo que en el armado de cajas con las mismas ecuaciones y procedimientos.

Cabe señalar que las dos tinas metálicas que se mencionan en algunas actividades, son recipientes en que se transportan los clavos sin pulir a las máquinas pulidoras, la capacidad aproximada de cada tina metálica es de 240.45 kilogramos de clavos. Además, se requieren de al menos 5 de los colectores, que son utilizados para recolectar los clavos cortados por las máquinas que los fabrican.



Mediante la observación directa se pudo determinar que al pulirse los clavos y ser transportados a la mesa de empaque, se empacan en promedio 21 cajas de clavos de 22.9 kg. Este dato nos es de utilidad para determinar que cada colector tiene una capacidad aproximada de 96.18 kilogramos, de manera que como la operación la realizan dos personas podemos dividirlos entre dos para determinar el esfuerzo individual que realiza cada uno, el cual es de 18.09 kg..

Los resultados iniciales fueron:



Tabla 9.24- Cálculo del tamaño de la muestra con una muestra inicial de tamaño 10.

Operación: Pulido de clavos cortados	Hoja de observación de estudio de tiempos										Sumatoria	Promedio	Desviación estándar	Tamaño de la muestra
	CICLOS(en segundos)													
Descripción del elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Transporte de clavos hacia el área de pulido	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C				
Llenar las dos tinas metálicas	56.5	56	50	55	70	70	60	45	55	45	517.5	57.5	8.26891	52.70132325
Vaciar ambas tinas en pulidora	155	139	159	155	141	141	158	160	150	137	1495	149.5	9.09517	10.25294149
Agregar aserrín en el interior de la pulidora	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C				
Colocar y ajustar tapa selladora	83	82	111	101	96	106	72	99	80	109	939	93.9	13.66626	53.9551487
Quitar pasador y encender máquina	4	3.2	3.7	3.7	3.4	3.6	3.4	3.6	2.2	3.4	34.2	3.42	0.48258	50.77789937
Pulido de los clavos	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C				
Inspección de clavos pulidos	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C				
Detener máq. Y quitar tapa selladora	33	40	41	32	41	34	45	38	39	37	380	38	4.08248	29.85503232
Colocar y ajustar tapa tipo malla	52	55	65	74	60	61	49	69	59	75	619	61.9	8.83742	51.95769141
Eliminar aserrín sucio	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C				
Detener máq. Y quitar tapa tipo malla	52	42	50	40	40	48	44	55	42	52	465	46.5	5.56277	36.77806041
Limpiar el aserrín sucio esparcido en el área de la pulidora	82	78	67	72	82	85	65	79	67	68	745	74.5	7.50185	26.34920849
Transportar todos los clavos pulidos al área de empaque	224	141	198	208	192	188	197	200	159	190	1897	189.7	23.71614	40.07451154
Colocar la tina metálica para llenarla de nuevo	18.8	23.5	23.8	18.7	24.3	19.4	22.6	21.2	19.4	22.8	191.7	21.3	2.29183	29.94322114

Según los resultados obtenidos mediante el método estadístico, se debe de realizar 54 ciclos para que los datos sean consistentes, entonces como ya se han realizado 10 ciclos, solo se realizarán 44 tomas de tiempos mas, para luego encontrar el tiempo estándar para la operación.



Tabla 9.25- Registro de los 54 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Pulido de clavos cortados	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Descripción del elemento															
Transporte de clavos hacia el área de pulido	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Llenar las dos tinas metálicas	56.5	56	50	55	70	70	60	45	55	45	65	57	45	52	51.5
Vaciar ambas tinas en pulidora	155	139	159	155	141	141	158	160	150	137	137	134	141	158	130
Agregar aserrín en el interior de la pulidora	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Colocar y ajustar tapa selladora	83	82	111	101	96	106	72	99	80	109	103	100	82	110	114
Quitar pasador y encender máquina	4	3.2	3.7	3.7	3.4	3.6	3.4	3.6	2.2	3.4	2.3	4	2.3	2.4	2.4
Pulido de los clavos	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Inspección de clavos pulidos	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Detener máq. Y quitar tapa selladora	33	40	41	32	41	34	45	38	39	37	36	40	34	45	35
Colocar y ajustar tapa tipo malla	52	55	65	74	60	61	49	69	59	75	51	62	75	55	59
Eliminar aserrín sucio	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Detener máq. Y quitar tapa tipo malla	52	42	50	40	40	48	44	55	42	52	57	59	45	56	54
Limpiar el aserrín sucio esparcido en el área de la pulidora	82	78	67	72	82	85	65	79	67	68	105	64	90	94	75
Transportar todos los clavos pulidos al área de empaque	224	141	198	208	192	188	197	200	159	190	178	184.5	232	162	153
Colocar la tina metálica para llenarla de nuevo	18.8	23.5	23.8	18.7	24.3	10.6	22.6	21.2	19.4	22.8	24	22.3	20.5	15.9	22.1



Tabla 9.26- Registro de los 54 ciclos necesarios para la estandarización.

	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
Operación: Pulido de clavos cortados	CICLOS (en segundos)														
Descripción del elemento	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Transporte de clavos hacia el área de pulido	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Llenar las dos tinas metálicas	62	55	60	65	40	45	40	45	40	60	60	40	45	60	60
Vaciar ambas tinas en pulidora	166	157	149	169	130	138	133	153	133	136	150	125	120	163	150
Agregar aserrín en el interior de la pulidora	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Colocar y ajustar tapa selladora	99	88	116	116	66	106	86	110	94	82	72	104	100.7	112	93
Quitar pasador y encender máquina	2.2	3.1	2.7	1.8	2.3	3.5	2.6	3.1	3.8	1.6	2.7	2.1	2.9	3.4	2.2
Pulido de los clavos	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Inspección de clavos pulidos	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Detener máq. Y quitar tapa selladora	32	37	35	45	38	35	32	51	33	32	30	34	31	45.2	51
Colocar y ajustar tapa tipo malla	59	70	64	69	85	58	79	61	68	74	57	53	63	63	80
Eliminar aserrín sucio	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Detener máq. Y quitar tapa tipo malla	51	58	63	50	45	46	45	55	47	39	55	44	57	50	47
Limpiar el aserrín sucio esparcido en el área de la pulidora	110	89	92	90	65	85	103	73	66	100	67	76	91	93	100
Transportar todos los clavos pulidos al área de empaque	196	166	195	217	161	165	179	183	191	182	185	189	157	187	194
Colocar la tina metálica para llenarla de nuevo	17.6	24	22	22	19	17.5	25	23.6	20.1	19	22.5	23.2	24	21.8	19.9

**Tabla 9.27-** Registro de los 54 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Pulido de clavos cortados	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Descripción del elemento															
Transporte de clavos hacia el área de pulido	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Llenar las dos tinas metálicas	50	55	65	48.5	45	42.5	67.5	50.5	55	65	52	49	72.5	50	52.5
Vaciar ambas tinas en pulidora	131	134	127	148	134	146	137	146	136	168	131	140	158	135	122
Agregar aserrín en el interior de la pulidora	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Colocar y ajustar tapa selladora	109	110	95	80	91	96.7	66	103	87.7	81.2	110	70	113	79	87
Quitar pasador y encender máquina	3.1	3.9	1.7	2	2.9	2.8	4	3.3	2.9	3	2.4	2.3	3.6	2.1	3.5
Pulido de los clavos	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Inspección de clavos pulidos	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Detener máq. Y quitar tapa selladora	36	42	37	53	55	42	36	41	52	44	33	32	36	37	26
Colocar y ajustar tapa tipo malla	62	68	80	56	74	63	80	52	84	66	47	59	58.6	77	50.8
Eliminar aserrín sucio	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Detener máq. Y quitar tapa tipo malla	50	48	60	48	45.8	43	39.4	49.2	46.8	44	43	39.6	50	48	43
Limpiar el aserrín sucio esparcido en el área de la pulidora	78	75.1	73	83	90	71.7	63	82.2	83	48	67.3	84	66	88	73
Transportar todos los clavos pulidos al área de empaque	190	178	210	230	163	212	166	205	178	206	190	173	208	137	166.8
Colocar la tina metálica para llenarla de nuevo	22.2	17.9	24	22.7	26	21.3	24.6	22	19	24.3	23.5	22.5	24	21.7	19.1



Tabla 9.28- Registro de los 54 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Pulido de clavos cortados	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar										
	CICLOS (en segundos)										Sumatoria
Descripción del elemento	46	47	48	49	50	51	52	53	54		
Transporte de clavos hacia el área de pulido	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Llenar las dos tinas metálicas	64	48.5	46.5	76.5	41.5	60	35	31.5	57.5	2891	53.537
Vaciar ambas tinas en pulidora	135.4	147.2	155.8	131	134	136.5	119	131.7	148	7698.6	142.5666
Agregar aserrín en el interior de la pulidora	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Colocar y ajustar tapa selladora	98	91.7	117	101.7	112	109	122	98	91.5	5212.2	96.5222
Quitar pasador y encender máquina	3.8	2.2	4.4	4.1	2.4	1.8	1.9	1.6	2.1	155.4	2.8778
Pulido de los clavos	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Inspección de clavos pulidos	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Detener máq. Y quitar tapa selladora	41	36	30	37.2	38	42.7	27.8	33.2	37.4	2056.5	38.0833
Colocar y ajustar tapa tipo malla	61	67	62	70	64	54.3	88	60	60	3487.7	64.587
Eliminar aserrín sucio	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Detener máq. Y quitar tapa tipo malla	46	40.5	52	48.4	49.8	48.2	42.3	38	52.6	2603.6	48.2148
Limpiar el aserrín sucio esparcido en el área de la pulidora	84	69	74	65	59	96	100	82	94	4321.3	80.0241
Transportar todos los clavos pulidos al área de empaque	190	236.5	203.5	159	170.1	202	191	171	179	10068.4	186.4519
Colocar la tina metálica para llenarla de nuevo	18.4	22.3	17.9	22.4	21.1	20.3	19.8	23	20.3	1152.	21.3333
Total										39646.7	734.198

▪ **Cálculo del tiempo estándar para la operación de pulido de clavos:**

Calculamos el tiempo elegido

$$Te = \sum Ti \text{ promedio}$$

$$Te = \sum (53.537 + 142.56 + 96.52 + 2.87 + 38.08 + 64.58 + 48.21 + 80.024 + 186.45 + 21.33)$$

Te = 734.198 segundos

Ahora calculamos el tiempo normal de las actividades:

$$Tn = Te \text{ (valoración en \%)}$$



Calificación de la actuación:

-Habilidad regular: -0.05

-Esfuerzo medio: 0.00

-Condiciones medianas: 0.00

-Consistencia mala: -0.05

$T_n = 734.198 (0.9)$

$T_n = 660.778$ segundos

Enseguida procedemos a calcular los suplementos que se conceden por esta operación:

Tabla 9.29- Suplementos concedidos a los operadores en la operación de armado de cajas.

Suplementos	Pulido de clavos
Necesidades personales	5%
Fatiga	4%
Trabajar de pie	2%
Levantar y empujar 48.09	30.97%
Ruido intermitente y muy fuerte	5%
Trabajo bastante monótono	1%
Total	43.97%
1+ tolerancias	1.4397

El suplemento por levantar y empujar 48.09 kg, se obtuvo al realizar una interpolación de los valores de la tabla de suplementos*. También la teoría nos dice que para los trabajos pesados en los que se considera un suplemento mayor que 20%, no es necesario considerar el suplemento por fatiga, razón por la cual esta no la sumamos para el total del valor de los suplementos.

* Tabla de suplementos página 39



Finalmente aplicamos la fórmula del tiempo estándar:

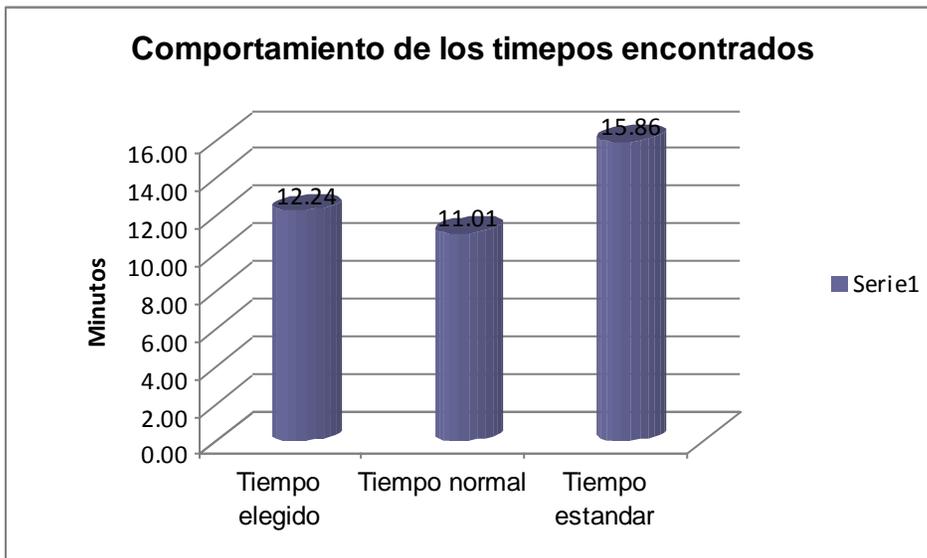
$$Tt = Tn (1 + Tolerancias)$$

$$Tt = Tn (1 + Tolerancias)$$

$$Tt = 660.778 (1.4397)$$

Tt = **951.32** segundos, éste es el tiempo que se concede para efectuar la operación de pulido de clavos cortados.

Grafica 9.5- Representación grafica de los tiempos.



La grafica 9.5- muestra la representación de los tiempos encontrados, podemos notar que por considerarse esta operación de tipo pesado, el tiempo estándar resulta ser del 123.03% mas que el tiempo elegido, pero esto garantiza que los operarios muestren un ritmo de trabajo durante toda la jornada laboral sin que este caiga fuera de los límites de confianza establecidos al inicio del estudio.



◆ **Empaque de clavos pulidos**

Operación: Empaque de clavos

Elementos:

- Tomar caja y colocarla en banca
- Llenar la caja con clavos
- Pesar los clavos
- Transportar clavos a mesa de empaque
- Doblar los lados de la caja
- Colocar pegamento en las aristas
- Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa
- Sellar la fecha de fabricación en las cajas
- Estibar cajas en polines

El procedimiento fue el mismo que en el armado de cajas y pulido de clavos, con las mismas ecuaciones y procedimientos.

Los resultados iniciales fueron:



Tabla 9.30- Cálculo del tamaño de la muestra con una muestra inicial de tamaño 10.

Operación: Empaque de clavos	Hoja de observación de estudio de tiempos										Sumatoria	Promedio	Desviación estándar	Tamaño de la Muestra
	CICLOS (en segundos)													
Descripción del elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Tomar caja y colocarla en banca	2.3	4.5	4.2	3.1	4.2	2.7	2.2	3.6	5.2	5.1	37.1	3.71	1.04541857	199.50553
Llenar la caja con clavos	19	18	19.3	19	19.7	23.9	19.2	17.4	17.6	15.1	188.2	18.82	2.122169	32.787807
Pesar los clavos	4.9	4.6	9.8	13.1	8.8	8.6	13.2	8.1	15	12.4	98.5	9.85	3.355667	291.15176
Transportar clavos a mesa de empaque	1.2	1	1.7	2.4	2.5	2.4	2	2	2	1.8	19	1.9	0.47328638	156.12465
Doblar los lados de la caja	3.6	2.3	3.3	4	4.6	4.2	4.2	3.5	3.3	2.3	35.3	3.53	0.734915	109.35894
Colocar pegamento en las aristas	3.2	3.4	4	4.3	3.1	3.8	4.3	3.6	3.9	3.5	37.1	3.71	0.401123	30.224576
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	4.2	4.2	4.2	4	5.6	3.7	4.5	3.4	2.4	3	39.2	3.92	0.82921649	112.86745
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	1.4	1	0.9	1.1	1.1	1.3	1	1.2	1.1	1.3	11.4	1.14	0.149666	44.090181
Estibar cajas en polines	7.3	7.6	4	4.4	5.8	7.8	8.5	7.9	4	3.5	60.8	6.08	1.847593	231.85829

Según los resultados obtenidos mediante el método estadístico para el cálculo de las observaciones necesarias y determinar el tiempo estándar de los elementos para la operación de empaque de clavos, nos hacen falta realizar otras 281 lecturas y así poder cumplir con los rangos propuestos, ya que sólo se han realizado 10 ciclos



Tabla 9.31- Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empaque de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
Descripción del elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tomar caja y colocarla en banca	2.3	4.5	4.2	3.1	4.2	2.7	2.2	3.6	5.2	5.1	4.6	4.3	6.2	6	2.9
Llenar la caja con clavos	19	18	19.3	19	19.7	23.9	19.2	17.4	17.6	15.1	15.7	28.2	32.3	29.4	26.3
Pesar los clavos	4.9	4.6	9.8	13.1	8.8	8.6	13.2	8.1	15	12.4	10	8.5	16.4	14.2	14.6
Transportar clavos a mesa de empaque	1.2	1	1.7	2.4	2.5	2.4	2	2	2	1.8	0.9	1	1.1	3.4	1
Doblar los lados de la caja	3.6	2.3	3.3	4	4.6	4.2	4.2	3.5	3.3	2.3	2.2	2.6	2.9	3.3	3.2
Colocar pegamento en las aristas	3.2	3.4	4	4.3	3.1	3.8	4.3	3.6	3.9	3.5	6.4	4.3	4.4	4.6	4.6
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	4.2	4.2	4.2	4	5.6	3.7	4.5	3.4	2.4	3	1.9	3.4	3.5	2.8	3.8
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	1.4	1	0.9	1.1	1.1	1.3	1	1.2	1.1	1.3	1.3	1.8	1.4	1.2	1.3
Estibar cajas en polines	7.3	7.6	4	4.4	5.8	7.8	8.5	7.9	4	3.5	5.5	5.2	4.2	4.7	4.5

Tabla 9.32- Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empaque de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
Descripción del elemento	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Tomar caja y colocarla en banca	4.6	3.9	11.9	4.5	5.5	2.3	2.4	4.9	1.4	2.4	4.5	3.8	1.9	2.2	4.2
Llenar la caja con clavos	28.6	46	36.6	47	53.3	12.7	11.1	10.4	13.4	12.2	16.7	20.8	22.5	22.8	23.7
Pesar los clavos	17.1	9.7	18.1	22.5	14.9	9.9	22.1	11.1	18.8	12.7	23.8	15.2	11.5	17.1	7.6
Transportar clavos a mesa de empaque	1.9	1	0.9	2.2	2.2	2.2	2	1.8	1.6	1.8	2.2	1.7	1.9	1.9	2.4
Doblar los lados de la caja	2.4	2.5	4	3.8	2.1	4.4	4.3	3.7	1.9	5.1	3.8	4.2	5	3.3	4.5
Colocar pegamento en las aristas	4.6	4.6	4.7	5	4.8	4.9	5.2	5.1	5.2	4.8	4.3	4.9	3.4	4.6	5.2
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	2.8	3.2	3.8	4.7	5.7	4.3	5.4	3.8	2.9	5.3	8.1	7.4	11.5	4.3	8.1
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	1.4	1.2	1.5	1	1.5	1.5	1.5	1.3	1.5	2.1	1.6	1.6	1.7	1.5	1.8
Estibar cajas en polines	4.4	9.4	10.3	13.3	5.4	7.1	7.1	6.3	5.5	5	9.7	7.8	9.4	6.4	8.3



Tabla 9.33- Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empaque de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
Descripción del elemento	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Tomar caja y colocarla en banca	5.1	5.3	3.4	2.3	5.2	2.1	6	2.2	1.8	5.2	2.3	4	3.6	3.5	1.9
Llenar la caja con clavos	23.3	22.5	29.9	16.9	21.5	21.8	20.9	21.6	29.6	23.2	22.3	15.4	15.9	15.2	17
Pesar los clavos	4.6	10.9	13.1	7.3	14.5	7.9	8.8	16.1	13.8	4.4	15.3	10.9	11.1	11	9.9
Transportar clavos a mesa de empaque	1.6	1.4	1.5	1.6	1.4	1.1	1	1.4	1.3	1.7	1.5	1.4	2.2	1.4	1.7
Doblar los lados de la caja	1.4	1.3	1.7	1.7	2.8	2.5	4.1	2.5	2.3	2	1.2	2.8	3.5	2.2	3.1
Colocar pegamento en las aristas	3.4	4.1	7.5	3.5	5.1	3.3	3.3	4.2	4	4.1	4	4.9	4.6	4.6	5.1
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	3	4.4	4	3.7	4.5	3.2	5.1	7.5	6.3	4.4	3.4	4.2	5.1	5	5.5
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	1.6	1.5	1.5	0.8	0.8	1	1.1	1	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.7
Estibar cajas en polines	7.4	7.5	8.6	7.7	7.4	8	8.7	7.4	7.3	7.5	7.1	7.1	7.2	6.9	5.4

Tabla 9.34- Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empaque de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
Descripción del elemento	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Tomar caja y colocarla en banca	4.2	3.7	1.9	4.5	3.6	2.9	4.7	1.6	5	6.1	1.7	3.5	3.8	4.3	3.9
Llenar la caja con clavos	17.2	20.8	19.6	22.7	18.8	15.6	18.7	21.1	11.3	19.6	15.2	12.8	12.2	12.2	13.7
Pesar los clavos	9.4	11.4	15.2	13.3	15.4	11.8	18.6	13.3	14.4	7.6	13.5	11.4	16.5	8.8	19.8
Transportar clavos a mesa de empaque	1.1	1.4	2.4	2.5	1.6	1.4	1.3	2.2	1.2	1.7	1.6	1.1	1.5	1.3	1.1
Doblar los lados de la caja	4.6	2.6	1.4	2.7	3.7	3.4	4.5	4.6	3.4	2.8	3.2	2.9	4.4	4	5.7
Colocar pegamento en las aristas	3.6	4.4	7	3.7	3.4	3.2	3.2	3.9	3.7	3.6	3.5	3.5	5	3.5	3.7
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	5.1	4.4	3.6	2.6	1.7	2.2	2.2	3.6	2.6	2.2	4.5	3.8	3.4	2.5	2.9
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	1.1	1	1.7	1.4	1.1	1.5	3.7	1.2	1.1	0.5	0.7	1	1.3	0.6	1
Estibar cajas en polines	4.4	4	4	5	4.9	4.6	5.8	5.6	4.4	5.4	5.2	5.2	4.9	5.5	5.4



Tabla 9.35- Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empaque de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
Descripción del elemento	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Tomar caja y colocarla en banca	4	2.1	3.6	2.8	4.1	6	1.7	7.3	3.8	4.5	2.3	5.4	4.2	3.2	4.1
Llenar la caja con clavos	12.5	12.8	14	14.8	15.1	13.7	13.7	13	9.7	8.5	8.9	11.2	8.8	8.4	10.3
Pesar los clavos	13	7.3	5.6	20.2	11.9	6.8	15.7	10.8	7	8	8.2	7.5	11.4	6.6	7.6
Transportar clavos a mesa de empaque	1.1	1.2	1.4	1.2	1.2	1.1	1.1	1.5	1.3	1.4	1.3	1.2	1.2	1.3	1.4
Doblar los lados de la caja	4.3	2.3	2.5	2.5	3	2.7	4.8	4.1	4.4	3.7	3.4	3.4	3	3.3	3.4
Colocar pegamento en las aristas	3.8	3.5	3.4	3.2	3.6	3.4	3.5	4.8	4	3.2	3.5	3.7	3.2	3.4	3.6
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	3.2	2.2	2.3	2.4	3.5	3.2	3.3	2.1	2.5	2.2	1.6	3.6	3.2	2.4	2.8
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	0.7	1	0.9	0.8	0.7	0.6	1.1	0.8	0.8	0.6	0.7	0.7	0.7	0.9	0.8
Estibar cajas en polines	4.6	3.9	5.4	6	8.6	7.8	7.4	6.6	7	9	9.1	7	7.1	6.3	5.6

Tabla 9.36- Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empaque de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
Descripción del elemento	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Tomar caja y colocarla en banca	2.4	3.8	3.4	3.7	2.5	3.6	2.4	5.2	3.7	2.4	5.6	2.2	2.5	3.9	2.9
Llenar la caja con clavos	12.3	10.9	12.1	13	15.7	11.1	11.4	11.9	12.3	13.1	14.9	14.2	17.4	13.9	14.3
Pesar los clavos	10.2	20.4	14.6	6.8	13.1	6.1	6	9.5	9.6	11.5	11.9	8.1	8.9	6.8	14.5
Transportar clavos a mesa de empaque	1.3	1.7	1.2	1.8	1.1	1.7	1.9	2.2	1.6	1.1	1.5	1.6	1.5	1.2	1.1
Doblar los lados de la caja	4.1	2.8	4	4.3	3.4	4.7	3.8	4.7	5.6	2.9	3.8	2.7	3.2	2.9	4.8
Colocar pegamento en las aristas	3.6	3.2	3.8	3.2	3.5	3.5	2.8	3	5.4	4.2	3.6	3.5	3.3	3.6	3.5
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	3.7	2.2	2.6	2.9	1.9	3.3	2.5	3.6	5.3	3	3	2	3.3	2.6	3
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	1	0.7	0.6	1	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.9	0.7	0.8
Estibar cajas en polines	6.3	8.9	7.3	3.8	3.7	6.5	6.5	6.8	7.5	6.4	5.7	5.8	5.9	6.5	6.3



Tabla 9.37- Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empaque de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
Descripción del elemento	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
Tomar caja y colocarla en banca	4.4	3.2	2.4	3.4	3.2	4.3	4.2	2.4	4.7	2.2	2.8	3.3	2.5	4.8	3.8
Llenar la caja con clavos	16.8	20.1	17.7	14.5	12.9	12.2	16.6	17.6	18.3	18.1	14.7	20.9	9.6	12.3	11.2
Pesar los clavos	7.1	9.7	8.5	9.2	6.8	7.9	10.1	9.6	8.9	10.4	12.1	9	13.1	10.6	12
Transportar clavos a mesa de empaque	1.2	1.4	2.2	1.1	1.4	1.4	1.2	1.6	1.4	1.4	1.4	1.6	1.7	1.5	1.1
Doblar los lados de la caja	3.2	2.7	3.7	3.1	2.8	3.5	3.4	4.5	3.9	3.2	3.7	3.6	2.5	4.7	3
Colocar pegamento en las aristas	3.1	3.4	2.7	3.8	3	3.6	3.9	4.3	3.6	4	3.6	3.3	4.3	3.3	3.7
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	2.6	1.6	2.6	3	3.7	2.6	2.6	3.1	3.2	2.8	2.6	3.6	2.4	3.2	3
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.7	0.8	0.6	0.5	0.8	0.6
Estibar cajas en polines	6.1	6.3	6.8	7.2	7.2	6.4	6.8	6.7	6.5	6.2	6.7	5.7	6.3	5.1	6.9

Tabla 9.38- Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empaque de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
Descripción del elemento	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
Tomar caja y colocarla en banca	6.7	2.8	4	3	4.8	6.4	4	3.9	3.7	4.3	1.9	1.8	4.2	3	6
Llenar la caja con clavos	11.2	12.2	13.1	14.1	14.2	16	13.9	14.8	16.3	18.5	17.4	11.5	20.2	21.1	18
Pesar los clavos	5.9	6.9	9	8.4	11.3	5.6	7.6	4.5	6.9	8.7	5.7	7	8.7	6	12
Transportar clavos a mesa de empaque	1	1.1	1.4	1.3	0.9	1.4	1.6	1.6	1.3	1.4	1.1	1	1.3	1.3	1.3
Doblar los lados de la caja	2.8	3	4	4.2	5.1	3	4.5	3.7	3.2	3.7	3.2	3.7	2.7	3.4	2.9
Colocar pegamento en las aristas	3.5	3.3	3.5	3.3	3.5	3.1	5.4	4.1	3.5	3.3	4.7	3.6	3.5	3.7	3.6
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	3.4	2.4	2.5	2.4	3.2	2.6	3.4	2.3	3.2	3.1	3.2	2.4	4.1	4.8	3
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	0.7	0.5	0.8	0.7	0.7	0.5	1.2	0.7	0.8	1.1	0.8	0.8	0.8	0.6	0.7
Estibar cajas en polines	7.5	5.8	7	7.2	6.4	6.7	5.7	5.9	3.8	6	3	3.1	2.7	2.5	1.8



Tabla 9.39- Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empaque de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135
Descripción del elemento															
Tomar caja y colocarla en banca	3.8	6.7	3.7	7.6	4.3	5.3	1.9	4.7	5.6	3.6	7.4	2.3	4.2	3.2	3.4
Llenar la caja con clavos	16.7	22.1	17.7	17.3	19.4	24.1	13.7	15.6	15.3	16.6	19.3	15.4	19.5	17.7	17
Pesar los clavos	6.8	9	6.5	7.6	8.5	12.3	12.4	7.1	9.8	12.5	9.1	6.4	8.8	11.6	15
Transportar clavos a mesa de empaque	1.6	1.3	1.6	1.5	1.4	1.3	1.6	0.8	1.6	1.2	1.4	1.6	1.7	1.8	1.4
Doblar los lados de la caja	4.5	6.3	3.6	3.5	4.6	4.5	4.2	4.2	2.2	5	4.4	3.5	9.8	4.9	2.6
Colocar pegamento en las aristas	4	4.5	3.5	3.6	3.3	3.7	4	3.7	5.3	4.8	4.6	3.9	4.5	3.8	3.3
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	3.4	3	2.8	2.8	2.6	3	3.6	4.3	3.9	4.2	4.6	5.7	7.4	5.8	5.5
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	1.2	1.3	1.5	1.2	1.2	1.3	1.2	2.1	3.7	0.7	1	1.4	0.9	0.9	1
Estibar cajas en polines	2.5	2	3.1	2.8	5.3	5.2	4.5	6.7	6.6	4.9	6.4	9.2	6.7	5.7	6.5

Tabla 9.40- Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empaque de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
Descripción del elemento															
Tomar caja y colocarla en banca	2	4	3.2	5.1	4.2	2.5	6	4.2	2.3	3.2	2.9	3.7	4	5.5	3
Llenar la caja con clavos	17.4	18.2	18.1	18.5	27.2	14.5	18.9	16.6	17.3	13.7	19.2	18.1	21.4	17	24.4
Pesar los clavos	7.8	10.2	14.7	23.3	8.6	11.1	9.5	16	8.4	8.1	9.1	9	12.2	14.1	13.8
Transportar clavos a mesa de empaque	1.9	1.9	2.2	1.8	1.4	1.4	1.1	1	1.3	3.2	2.5	2	1.6	2.2	2
Doblar los lados de la caja	1.8	2.1	2.6	2.1	3.9	4	4.8	6.3	5	2.7	5.8	4.7	7.9	4.5	3.1
Colocar pegamento en las aristas	5.8	5.2	5	3	5.5	5.7	5.7	6.7	6.8	4.4	5.4	6.7	4.6	2.8	4.3
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	4.5	4.4	7	3.2	8.1	5.4	8.3	7.2	6.5	5.9	5.4	8.2	4.5	7.3	5.8
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	2	1.2	0.8	0.6	0.9	0.6	0.7	0.8	0.7	1.8	0.7	0.5	0.6	0.7	0.5
Estibar cajas en polines	7.1	5.7	8.8	10.1	8.4	4.4	4.4	3.7	3.5	3.4	3.4	3.4	4.6	6.7	3.4



Tabla 9.41- Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empaque de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165
Descripción del elemento															
Tomar caja y colocarla en banca	2.1	2.4	5.6	1.8	6.9	5.8	4.2	8.2	2.4	7.3	3.1	4.2	3.8	4.6	2.8
Llenar la caja con clavos	13.3	14.6	14.7	16	18.8	18.6	21.1	16.4	18.7	16.4	18.9	19	20.4	18.6	21.4
Pesar los clavos	14.7	15.3	8.5	15.8	8.4	11.8	12.2	10.7	8.5	7.9	10.4	8.6	9.4	10	6
Transportar clavos a mesa de empaque	1.9	1.5	3.1	1.6	1.6	1.9	1.7	1.3	2.7	1.1	2.1	1.8	1.5	1.7	1.6
Doblar los lados de la caja	5.1	3.6	4.8	4.2	4.7	3.5	5	3.8	1.9	5.3	2.9	7	5.7	4	3.8
Colocar pegamento en las aristas	4	4.5	5.9	4.1	3.9	6.1	5.2	4.1	4.1	3.8	7.3	4.7	5.5	7.1	5.2
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	4.5	4.8	4.3	4	3.7	4.2	4.8	4.6	3.3	6.3	7	4.5	5.8	5	6.6
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	0.9	0.7	0.8	0.8	0.7	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	1	0.9	0.8	0.7	0.7
Estibar cajas en polines	4	3.6	3.8	2.6	2.2	7.4	9	8.4	9.5	7.4	8.6	7.9	9.2	9	8

Tabla 9.42- Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empaque de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
Descripción del elemento															
Tomar caja y colocarla en banca	4.3	3.3	2.4	3.5	2.8	3.6	3.1	4.8	3.9	5.7	2.1	4.4	4	2	1.8
Llenar la caja con clavos	18.5	20.2	13.2	13.8	13.2	13.6	20.9	15.9	20.9	20.6	12.9	14.9	13.2	18.3	12.1
Pesar los clavos	12.7	10.9	13.4	12.5	10.9	14.3	15.2	8.6	14.6	19.2	25.1	6.6	12.8	16.2	11.1
Transportar clavos a mesa de empaque	1.7	1.6	2.5	0.8	1	2.1	1.7	1.6	0.9	1.8	1.3	1.7	1.1	1.4	1.5
Doblar los lados de la caja	6.7	2.5	3.3	3.7	2.1	3.6	6.1	4.8	5.3	5.4	1.9	1.8	3	2.8	3.1
Colocar pegamento en las aristas	5.8	5.4	4.5	5.9	6	7.1	6.6	5.4	6	6.2	7.5	4	3.8	3.6	4.3
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	4.6	4.5	6.7	5.4	4.6	5	4.6	5.7	5.4	5.2	3.3	4.4	3.8	3.4	4.5
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	0.9	0.7	0.9	0.7	0.8	0.6	0.8	0.8	1	0.9	0.7	0.6	1	0.8	1.1
Estibar cajas en polines	8.4	7.7	8.4	9.1	10.3	8.4	10.5	10.6	7.9	9.3	10.3	6.3	5.5	5.5	5.1



Tabla 9.43- Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empaque de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195
Descripción del elemento															
Tomar caja y colocarla en banca	8	3	3.1	3.3	3.9	4.5	3.5	3.6	6.2	2.5	2.5	3.2	5.3	3.7	1.5
Llenar la caja con clavos	12.9	14	16	12.1	16.8	13.5	12.7	16.3	15.3	13.7	21	12.3	15.4	27.3	14.6
Pesar los clavos	10.9	11.1	15	26.7	12	29.3	17.2	27.5	22.8	14.2	16.4	15.6	17.7	14.4	13.9
Transportar clavos a mesa de empaque	1.6	1.5	1.5	2.7	1.7	2.1	1.3	1.7	1.9	2.2	1.5	1.4	1.2	2.3	2
Doblar los lados de la caja	5.4	1.5	2.9	3.1	2.8	4.3	3	3	2.8	3.4	2.9	2.4	3.1	2.9	6.1
Colocar pegamento en las aristas	7.2	4.9	3.4	3.9	3.6	3.5	3.1	4.8	3.3	5.4	3.4	3.9	3.9	3.8	3.5
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	3	2.8	2.2	2.4	2	2.8	2.2	2.4	2.3	3.7	2.1	2.6	2.5	2.4	1.8
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	1	1.1	0.8	1	0.6	0.6	0.7	0.6	0.8	0.7	1	0.6	0.6	0.8	0.7
Estibar cajas en polines	5.3	3.1	5.4	7.3	7	8.3	12.7	6.1	8.2	10.2	12.3	6.1	9	7.5	9.8

Tabla 9.44- Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empaque de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
Descripción del elemento															
Tomar caja y colocarla en banca	3.3	3.5	3.5	3.5	2.4	4.3	3	2.9	4.5	5.9	3.9	7.3	3	5.7	2.2
Llenar la caja con clavos	14.3	15	16.7	13.9	15.1	13.4	15	11.5	13.6	16.9	13	18.2	19.4	12.1	11.4
Pesar los clavos	14	12.6	17.8	18.2	23.1	10.5	10.3	11.5	14.8	7.7	14.9	6.4	10.8	12.8	11.4
Transportar clavos a mesa de empaque	1.7	1.1	2.8	2.9	1.8	1.1	0.8	1.1	1	0.8	0.9	1	1	1.1	1
Doblar los lados de la caja	7.3	3.1	2.9	5.7	3.5	5.3	6.7	4.2	7.6	4.2	4.3	3	3.2	3	3.4
Colocar pegamento en las aristas	3.7	3.8	3.6	3.7	4	3.8	4.9	4.3	3.8	4	4.3	3.8	3.3	0.38	3.1
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	2.7	2.4	1.8	2.1	1.8	2.5	2.7	3	2.9	2.8	3.2	2.4	2.1	2.2	3.4
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.9	0.7	1	0.8	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.8
Estibar cajas en polines	7.3	7	6.4	5.7	6.6	6.2	5.8	4.6	6.2	7.1	7.1	7.1	7.8	8	8.4

**Tabla 9.45-** Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empaque de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225
Tomar caja y colocarla en banca	3.9	6.4	3.2	6	3.9	4.5	3.4	3.2	2.6	5.2	2.4	5.6	2.4	2.6	2.6
Llenar la caja con clavos	12.1	9.9	10.7	10.7	9.8	13.5	18	12.9	9.7	15.4	13.6	13.1	16.4	15.1	15.8
Pesar los clavos	10.9	7.8	10.2	7.3	13.4	12.7	9.6	11	12	13.8	7.2	13.9	7.4	10.2	10.3
Transportar clavos a mesa de empaque	0.8	1.3	1.4	1	1.3	1.3	1.3	1.3	1.6	1.6	1.1	1.3	1.3	1.4	1.1
Doblar los lados de la caja	3.5	4	3.8	3.6	2.8	4	3	5.7	5.2	7.1	3.2	5.8	6.5	8	2.9
Colocar pegamento en las aristas	4.8	3.8	3.5	3.6	3.5	3.8	4.3	5	3.7	3.6	3.5	6.2	3.8	4.1	3.9
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	2.4	2	2.8	2.8	3.2	3	3.4	2	2.5	2.4	2.5	2.5	1.6	2.3	2.4
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	0.6	0.7	1	0.7	0.8	0.5	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	1.9
Estibar cajas en polines	6.9	7.1	6.6	7.5	6	3.7	3.9	3.6	4.4	5.1	3.1	3	3.4	4.9	7.8

Tabla 9.46- Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empaque de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
Tomar caja y colocarla en banca	2.6	1.9	2.2	3.1	1.8	2.5	4.6	2.2	6.5	1.5	3.2	3.4	5.7	5.3	2.1
Llenar la caja con clavos	15.6	10.8	13.4	12.4	12.2	14.2	18.5	15.1	17.4	13.2	14.1	12.3	22.2	16.3	13.6
Pesar los clavos	14.7	7.8	15.2	16.4	11.4	23.6	10.1	9.9	8.9	15.3	24.6	16.9	16.1	9.6	15.2
Transportar clavos a mesa de empaque	1.3	1.3	1.4	1	1.3	1.7	1.4	1	1.1	1.4	1.6	1.4	1.6	1.2	1.4
Doblar los lados de la caja	8.3	3.7	2.4	2	2.5	3.2	2.7	2.9	1.6	1.4	1.7	3.4	3	1.7	1.7
Colocar pegamento en las aristas	4.1	4	3.7	4.1	3.7	3.8	3.8	5.5	2.7	3.1	3.2	3.6	3.5	3.4	3.3
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	2.5	3.2	5.9	4.9	5.6	5.5	4.4	6.9	3.4	3	3.7	3.6	3.8	3.8	5.2
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	0.7	0.6	0.6	1	0.5	0.8	0.8	1	0.7	0.9	1	1.3	1.1	0.8	0.7
Estibar cajas en polines	2.6	2.8	6	2.8	2.3	3.9	8.1	8.1	8.1	10.5	9.7	8.2	8.6	11.2	10.4



Tabla 9.47- Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empaque de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255
Tomar caja y colocarla en banca	2.6	5.4	1.7	3.1	2.6	3.7	4	3.3	4.1	4.7	1.8	2.4	4.8	3	3.8
Llenar la caja con clavos	12.4	17.6	17.2	19.2	15.5	12.9	14	14.3	15.6	14.8	16.9	16.5	14.9	18.3	12.6
Pesar los clavos	9.7	11.4	13.3	8.9	9.4	11.7	15.8	18	11.2	12.6	13.4	18.5	18.3	15.2	6.6
Transportar clavos a mesa de empaque	1.3	1.4	1.4	1.6	1.4	1.3	0.9	1.6	1.1	2.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.4
Doblar los lados de la caja	2.6	1.5	2	2	1.9	1.7	2.5	2.2	1.6	1.9	2.1	2.5	2.2	2.3	1.4
Colocar pegamento en las aristas	2.9	3.3	3.5	3.3	3.3	3.8	3.6	3.3	3.5	3	3.3	3.8	3.8	3.7	3.4
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	4.6	3.7	4.2	4.3	3.8	4.3	4.7	3.8	3.7	4.7	5.1	5.7	6.6	4.4	4.2
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	0.9	0.7	0.9	1.1	1.1	0.9	0.7	0.7	1	0.9	0.7	0.7	1	0.9	0.9
Estibar cajas en polines	5.1	6.6	4.7	5.3	5.5	5.9	5.9	9.3	6	6.1	5.8	6.2	6.7	5.9	6.8

Tabla 9.47- Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empaque de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
Tomar caja y colocarla en banca	2.2	4.3	3.5	4.2	4.2	2.4	3.7	4.4	3.1	6	5.3	4	6.9	2.9	3.8
Llenar la caja con clavos	12.5	13	16	11.5	15.5	11.6	10.8	11.2	13	13.4	12.3	14.8	17	13.7	13.2
Pesar los clavos	10.8	12.6	9.6	11.9	10.9	17.8	16.8	17.2	7.7	15.5	6.2	8.1	14	6.9	13.7
Transportar clavos a mesa de empaque	1.1	1.2	1.4	1.4	1.6	1.6	1.6	1.1	1.4	1.6	1.4	0.9	1.3	1.4	1.4
Doblar los lados de la caja	2.1	2.4	2.7	2.4	2.8	2.5	3.7	2.8	5.2	5.9	5.7	5.4	5.3	5.3	3
Colocar pegamento en las aristas	3.4	3.6	3.9	3.1	3.4	3.9	3.7	3.8	4.2	3.3	3.2	4.1	3.6	3.1	3.6
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	3.3	4.7	5.9	5.8	5.6	4	4.1	5.6	6.6	3	5.7	3.5	2.4	2.6	2.7
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	0.9	0.7	0.9	0.8	1	0.8	0.8	0.7	0.8	0.9	1	0.9	1	1.1	0.6
Estibar cajas en polines	8.4	8.2	8.2	4.9	5.9	6.7	5.1	4.9	4.4	9.2	7.4	4	4.6	4.8	4.4



Tabla 9.48- Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empaque de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar														
	CICLOS (en segundos)														
Descripción del elemento	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285
Tomar caja y colocarla en banca	3.5	5	3.8	3.7	3.5	3.3	6.2	3	2	3.4	5.4	3.1	3.4	3.6	2.8
Llenar la caja con clavos	12.7	14.6	14	11.6	16.7	14.5	15.6	14.6	17.9	19.4	18.8	13	12.1	11.9	14.4
Pesar los clavos	8	9.3	12.6	7.4	7.5	9.2	10.6	11.5	11.8	7.6	8.6	12.9	9.3	13.8	9
Transportar clavos a mesa de empaque	1	1.2	1.4	1.2	1.1	1.1	1.7	1.1	1.3	1.1	1.6	1.5	1.1	1.7	1.4
Doblar los lados de la caja	3.1	2.6	2.9	2.5	5	2.4	3.4	2.8	3.2	3.7	3.4	3.4	2.6	2.9	2.8
Colocar pegamento en las aristas	3.4	3	3.3	3.4	3.7	4.6	4	4.5	3.8	3.3	3.5	3.3	3.2	3.5	3.7
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	2.2	2.3	2.2	2.6	2.2	2.6	2.6	3.8	3.9	2.2	3.3	2.8	3.1	2.5	3.1
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	0.6	0.6	0.8	0.7	0.9	0.8	0.6	0.5	0.7	0.7	0.8	0.6	0.8	0.7	0.7
Estibar cajas en polines	4.8	4.9	8	8.3	5.9	4.8	6.6	5.8	6.8	6.1	6.6	7.7	3.6	4.4	5.1

Tabla 9.49- Registro de los 291 ciclos necesarios para la estandarización.

Operación: Empacado de clavos	Observaciones necesarias para el calculo del tiempo estándar							
	CICLOS (en segundos)							
Descripción del elemento	286	287	288	289	290	291	Sumatoria	Promedio
Tomar caja y colocarla en banca	5.5	3.7	4.9	3.2	4.8	3.6	1109.1	3.811
Llenar la caja con clavos	17	15	14	13	17	13	4777.4	16.417
Pesar los clavos	9	11	13	7.3	6.5	12	3417.4	11.743
Transportar clavos a mesa de empaque	1.2	1.4	1.4	1.1	1	0.9	436	1.498
Doblar los lados de la caja	6	2.8	2.4	4.3	2.6	2.7	1040.5	3.575
Colocar pegamento en las aristas	3.3	2.8	3.5	3.5	3.5	3.1	1181.68	4.060
Cerrar, voltear y estibar a un lado de la mesa	2.4	2.4	4.5	2.4	2.4	2.5	1095	3.762
Sellar la fecha de fabricación en las cajas	1	0.6	0.9	0.6	0.5	0.8	264.9	0.910
Estibar cajas en polines	7.5	5.2	3.5	3.5	3.5	5.1	1836.6	6.311
Total							15158.58	52.0913



▪ **Cálculo del tiempo estándar para la operación de empackado de clavos:**

Calculamos el tiempo elegido

$$Te = \sum Ti \text{ promedio}$$

$$Te = \sum (3.811 + 16.417 + 11.74 + 1.49 + 3.57 + 4.06 + 3.762 + 0.9103 + 6.31)$$

Te = 52.0913 segundos.

Ahora calculamos el tiempo normal de las actividades:

$$Tn = Te \text{ (valoración en \%)}$$

Calificación de la actuación:

-Habilidad buena: +0.05

-Esfuerzo bueno: +0.05

-Condiciones medianas: 0.00

-Consistencia media: 0.00

$$Tn = 52.0913 (1.1)$$

Tn = 57.30 segundos

Enseguida procedemos a calcular los suplementos que se conceden por esta operación:

Tabla 9.50- Suplementos concedidos a los operadores en la operación empaque de clavos.

Suplementos	Empaque de clavos
Necesidades personales	5%
Fatiga	4%
Trabajar de pie	2%
Levantar y empujar 22.9 kg	11.32%
Ruido intermitente y muy fuerte	5%
Trabajo bastante monótono	1%
Total	24.32%
1+ tolerancias	1.2432



Como los suplementos totales son mayores del 20%, eliminamos el suplemento base por fatiga.

Finalmente aplicamos la fórmula del tiempo estándar:

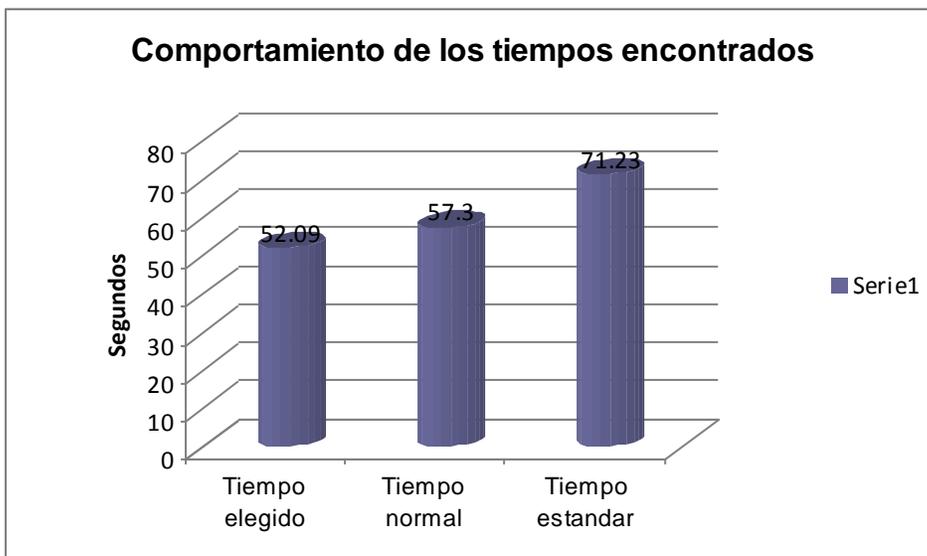
$$T_t = T_n (1 + Tolerancias)$$

$$T_t = T_n (1 + Tolerancias)$$

$$T_t = 57.30 (1.2432)$$

$T_t = 71.2353$ segundos, éste es el tiempo que se concede para efectuar la operación de empaque de clavos pulidos.

Grafica 9.6- Representación grafica de los tiempos.



La grafica 9.6- permite apreciar con mayor claridad como intervienen la calificación de la actuación y los suplementos sobre el tiempo elegido. De esta forma se concede al operario el tiempo estándar para la operación de empackado de clavos, brindando así, herramientas para facilitar la supervisión y evaluar el ritmo de trabajo.



9.2.6. Balance de línea de producción para la planta de clavos.

El balance de la línea se realizara para las operaciones de pulido, armado de cajas y empaque de clavos, porque según la teoría debe haber alguna forma de ritmo o flujo de material y que el tiempo de procesamiento permisible es equivalente para todas las estaciones de trabajo.

Es por eso que el balance no puede comprender la operación de cortado de clavos, otra razón es que los productos no siguen el patrón de una línea de ensamble, porque los clavos no consisten de partes múltiples que lo compongan y las características de la estación de trabajo de los operadores de las máquinas cortadoras de clavos, constan de actividades de supervisión y continuidad del proceso de corte de clavos.

Se puede considerar que a partir del proceso de pulido se sigue un ritmo de línea por lo que procederemos a realizar el balance de la línea y tomando en cuenta que las estaciones de trabajo son individuales.

Para realizar el balance de la línea es necesario plasmar información correspondiente a la descripción de las actividades, tiempos de las actividades normalizadas y las actividades predecesoras, tal y como se muestra en la tabla 9.51-. La figura 9.7- representa el respectivo diagrama de precedencia, que es útil para la asignación de las tareas a las estaciones de trabajo encontradas.

La sumatoria de todos los tiempos de las actividades es importante para encontrar el número teórico de estaciones de trabajo. Las actividades representadas con una letra C, son actividades propias del proceso pero que, ya sea por su tiempo de operación, que es muy tardado o por la falta de orden lógico no se toman en cuenta los tiempos para el balance.

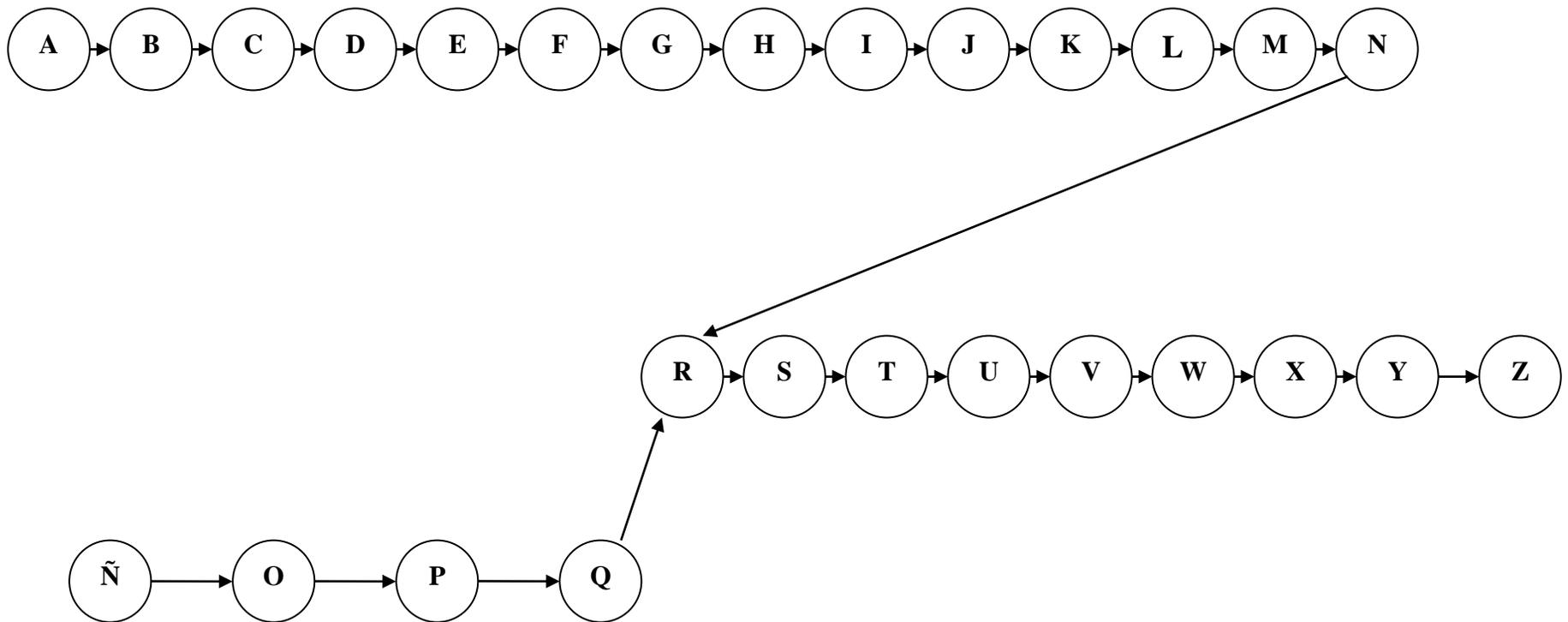
**Tabla 9.51-** Actividades a tomar en cuenta para el balance de línea y sus respectivos tiempos.

Tarea	Tiempo de la tarea (en segundos)	Descripción	Tareas que deben preceder
A	*C	Transporte de clavos cortados.	—
B	69.36	Llenar tinas metálicas	A
C	184.72	Vaciar tinas metálicas en pulidor	B
D	*C	Introducir aserrín limpio en pulidor	C
E	125.06	Colocar y ajustar tapa selladora	D
F	3.72	Quitar pasador y encender máquina	E
G	*C	Pulido de clavos cortados	F
H	*C	Inspección de clavos siendo pulidos	G
I	49.34	Detener máquina y quitar tapa selladora	H
J	83.68	Colocar y ajustar tapa tipo malla	I
K	*C	Quitar aserrín sucio de clavos pulidos	J
L	62.47	Detener máquina y quitar tapa tipo malla	K
M	103.68	Limpiar el aserrín sucio esparcido en área	L
N	241.59	Transporte de clavos pulidos a empaque	M
Ñ	6.09	Tomar caja sin doblar y marcar su talla	—
O	4.76	Doblar caja marcada con talla	Ñ
P	5.58	Engrapado tres veces el fondo de la caja	O
Q	*C	Enviar cajas engrapadas a empaque	P
R	5.21	Tomar caja y colocarla en banca de mesa	N,Q
S	22.45	Llenar la caja con clavos	R
T	16.05	*Pesar caja llenada con clavos	S
U	2.04	Transportar a otra mesa	T
V	4.88	Doblar lados de la caja llenada	U
W	5.55	Colocar pegamento en el lado interno	V
X	5.14	Cerrar, voltear y estibar caja.	W
Y	1.24	Sellar caja con la fecha de fabricación	X
Z	8.63	Estibar caja en polines	Y
ΣT_i	1,011.24		

* Actividad que se realiza sin orden de secuencia



Figura 9.7- Grafica de precedencia para la producción de clavos





Una consideración muy importante para este análisis, es que la producción de cajas de clavos al día es variada, razón por la cual no podemos utilizar la fórmula para el cálculo del tiempo del ciclo, que es un factor determinante para encontrar el número teórico de estaciones de trabajo.

La teoría dice que en caso de no haber una producción fijada debemos utilizar el método TOL, conocido como el tiempo de operación más largo, el cual lo vamos a tomar como si fuera el tiempo del ciclo.

a. Tiempo del ciclo (TC)= Operación con el tiempo de ejecución más largo

La operación con el TOL es la tarea **N** la cual tiene un tiempo de ejecución de 241.59 segundos.

Conociendo el tiempo del ciclo aplicamos la fórmula:

b. Número teórico de estaciones de trabajo(n)= $\frac{\sum T_i}{C}$

Sabemos que $\sum T_i = 1011.24$ segundos

Número teórico de estaciones de trabajo(n)= $\frac{1011.24}{241.59}$

Número teórico de estaciones de trabajo(n)= 4.18

Como no existen las porciones de las estaciones porque estas son discretas, es decir enteras, entonces redondeamos al inmediato superior.

Número teórico de estaciones de trabajo(n)= 5

c. Tiempo ocioso= $nC - \sum T_i$

Tiempo ocioso= (5) (241.59 seg) – 1011.24 seg

Tiempo ocioso= 1,207.95seg – 1011.24 seg

Tiempo ocioso = 196.71 segundos



$$\text{d. Eficiencia de la línea(\%)} = \frac{\sum T_i}{nc} (100)$$

$$\text{Eficiencia de la línea (\%)} = \frac{1011.24}{5(241.59)} (100)$$

$$\text{Eficiencia de la línea (\%)} = 0.83715 (100)$$

$$\text{Eficiencia de la línea (\%)} = 83.715\%$$

$$\text{e. Retraso del balance (\%)} = 100 - \text{eficiencia}$$

$$\text{Retraso del balance (\%)} = 100 - 83.715\%$$

$$\text{Retraso del balance (\%)} = 16.285\%$$

Existe un desequilibrio de 16.285% en el tiempo de inactividad, a lo largo de la línea además, podemos darnos cuenta que hay un total de inactividad de 196.71 segundos. La asignación de tareas a las estaciones de trabajo encontradas se establece en la tabla 9.52-, así como el tiempo ocioso de todo el proceso y en la figura 9.8- se muestra cada estación de trabajo en el diagrama de precedencia.



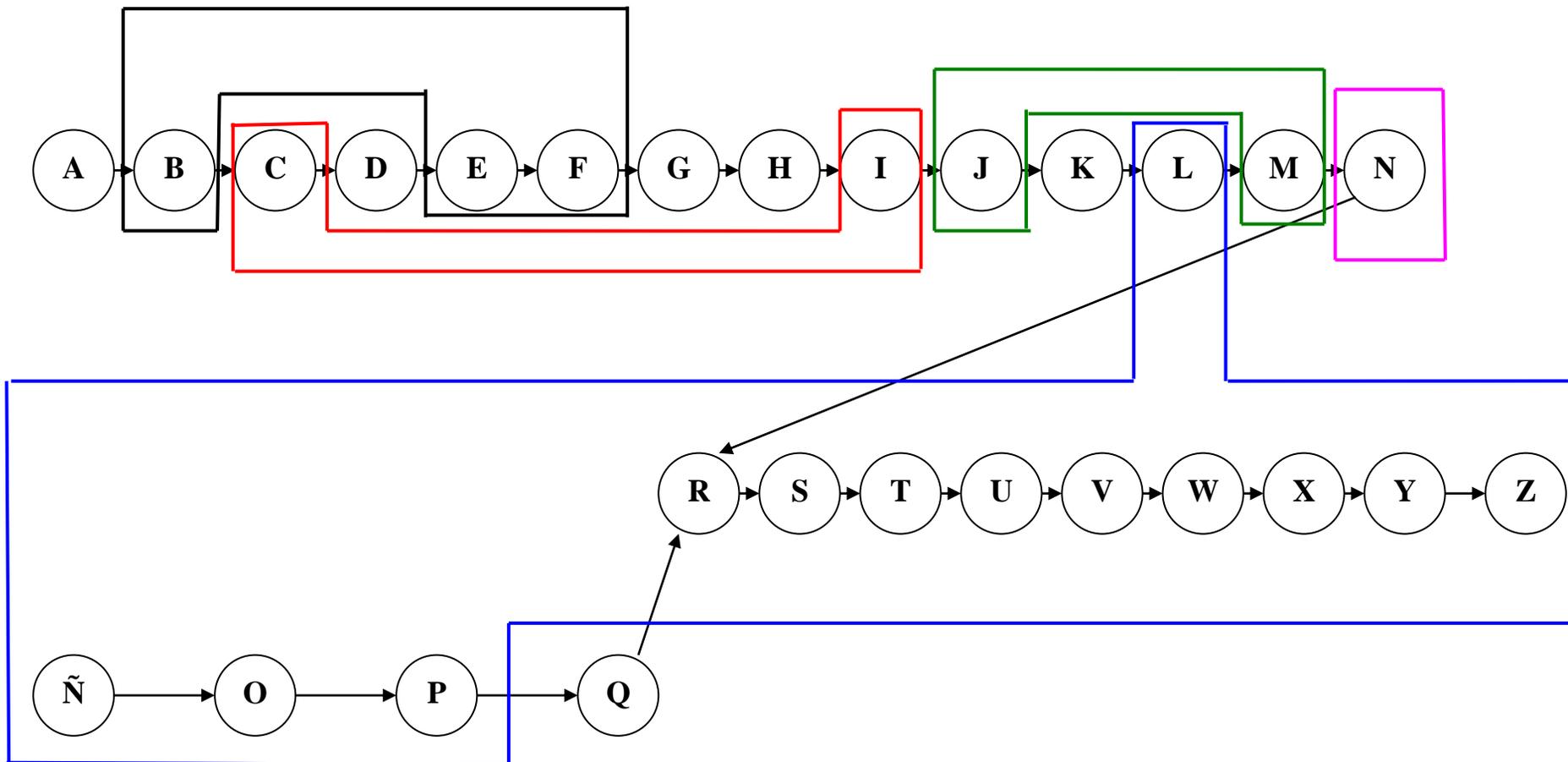
Tabla 9.52- Asignación de elementos de trabajo a estaciones de trabajo.

Estación	Candidato (s)	Selección	Tiempo del elemento De trabajo (s)	Tiempo acumulativo	Tiempo ocioso (C=241.59)
S_1	B	B	69.36	69.36	172.23
	C	E	125.06	194.42	47.17
	E	F	3.72	198.14	43.45
	F				
S_2	C	C	184.72	184.72	56.87
	I	I	49.34	234.06	7.53
	J				
S_3	J	J	83.68	83.68	157.91
	L	M	103.68	187.36	54.23
	M				
S_4	N	N	241.59	241.59	0
S_5	L	L	62.47	62.47	179.12
	Ñ	Ñ	6.09	68.56	173.03
	O	O	4.76	73.32	168.27
	P	P	5.58	78.9	162.69
	R	R	5.21	84.11	157.48
	S	S	22.45	106.56	135.03
	T	T	16.05	122.61	118.98
	U	U	2.04	124.65	116.94
	V	V	4.88	129.53	112.06
	W	W	5.55	135.08	106.51
	X	X	5.14	140.22	101.37
	Y	Y	1.24	141.46	100.13
	Z	Z	8.63	150.09	91.5

La sumatoria de los tiempos ociosos sombreados, es igual a al tiempo ocioso calculado por medio de la fórmula matemática, que es de 196.71 segundos.



Figura 9.8- Asignación de las estaciones de trabajo encontradas en la grafica de precedencia.





◆ **Análisis de las estaciones teóricas calculadas:**

Podemos tomar en consideración de que en cada estación de trabajo haya un trabajador, pero el problema es que, las actividades de pulido requieren dos personas y en empaque y armado de cajas son dos personas más.

La validación del resultado no es del todo satisfactoria. La necesidad de un puesto de trabajo más aumenta los costos de mano de obra y no tiene sentido pagar más si con los actuales puestos es suficiente. La falta de validación es porque el flujo de material se interrumpe cuando no hay suficientes clavos por pulir o clavos que empaquetar, un operador más reduciría el esfuerzo de los actuales operadores, pero aumentaría aún más el ocio en el proceso.

9.2.7. Estudio sobre tiempos de pulido para las máquinas pulidoras

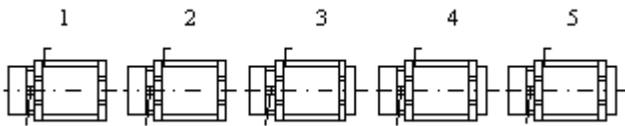
El estudio se realizó durante la semana 11-15 de Mayo del 2009 en el periodo de 07:00 a.m. hasta las 12:00 p.m. y siguió la siguiente metodología:

1. Registro de la pulidora en la que introducen los clavos a pulir.
2. Registro de la hora en que los clavos iniciaron a ser pulidos (encendido de la máquina por parte de los operarios).
3. Registro de la hora en que los clavos terminan el proceso de pulido (apagado de la máquina por parte del operario).
4. Registro de la hora en que encienden la máquina pulidora para expulsar el aserrín sucio.
5. Registro de la hora en que apagan la máquina pulidora una vez expulsado el aserrín sucio.
6. Registro de la talla del clavo que fue pulida.
7. Análisis de la información.
8. Determinación de tiempos medios de pulido.



Además, se anotaron las observaciones necesarias para identificar los estados de las máquinas, actualmente. En los anexos 10-19 se encuentra la información registrada y la siguiente tabla resume los resultados del tiempo medido.

Tabla 9.53- Comparación y tiempos promedio de pulido de clavos.

Identificación de la operación: Tiempo de pulido de clavos (en minutos)						Fecha: Semana 11-15/05/09		
Operador/ Máquina: Pulidoras			Observador:					
						Resumen		
		Pulidora 1	Pulidora 2	Pulidora 3	Pulidora 4	Pulidora 5	$\sum T$	\bar{T}
1	Talla: 2x12	117		94.5	77		288.5	96.16
2	Talla: 2 ½ x 10	97	87		72.5	97	353.5	88.37
3	Talla: 3 x 9	77	68	91	101.5	79.67	417.17	83.43
4	Talla: 4 x 6		58.7			45	103.7	51.85
5	Talla: 5 x 5		98.5		117	86	301.5	100.5



♦ **Análisis y comparación de los tiempos por pulido según la talla del clavo.**

La principal observación respecto a las máquinas pulidoras, es la velocidad de giro en RPM que poseen, así se determinó que: las dos máquinas pulidoras más lentas son la 1 y la 3, la pulidora 2 es la más rápida, la pulidora 4 es la segunda más rápida y la pulidora 5 es la tercera más rápida.

Se puede decir que la velocidad de giro tiene que ver directamente con el tiempo de pulido y, según las observaciones durante el estudio y entrevistas a los operadores de las máquinas pulidoras, las máquinas que tienen mayor velocidad en RPM son las que pulen más rápido los clavos y por consiguiente las más económicas, es por eso que se realizó el análisis en torno al costo por pulido, tal y como muestra la tabla 9.54-, los procedimientos para la obtención de los valores se detalla en el anexo No. 20.

Se sabe que el costo por kilovatio es de 0.16 dólares por hora, y asumiendo que la potencia de los motores es la misma, debido a que ambos trabajan en promedio con la misma carga que es de 21 cajas de 22.9 kilogramos y equivalente a 1.06020291 ♦toneladas.

La pulidora 2 posee un motor de 3.7 Kw., además se sabe que la energía (E) se cobra en kilowatt-hora (Kwh.). Por tanto:

$E = \text{kilowatt} \times \text{numero de horas}$

♦ 1 Tonelada = 1000 lbs



Tabla 9.54- costos por pulido determinados según el tiempo de pulido.

Descripción del elemento:		Pulidora 1	Pulidora 2	Pulidora 3	Pulidora 4	Pulidora 5
1	Talla: 2 x 12	\$1.1544		\$0.9324	\$0.759733	
2	Talla: 2 ½ x 10	\$0.957066	\$0.8584		\$0.715333	\$0.957066
3	Talla: 3 x 9	\$0.759733	\$0.670933	\$0.897866	\$1.001466	\$0.786077
4	Talla: 4 x 6		\$0.57			\$0.444
5	Talla: 5 x 5		\$0.971866		\$1.1544	\$0.8485333

Al analizar los costos detalladamente en la tabla, vemos que existe una tendencia de costos bajos para las pulidoras más rápidas como la pulidora 2,3 y 5, y en cambio para las pulidoras 1 y 3 se les atribuye los costos mas altos en la mayoría de los casos.



9.2.8. Capacidad real de las máquinas cortadoras de clavos

La planta de clavos, al igual que producción, desconocen cual es la capacidad de producción de sus máquinas ya depreciadas, de manera que como instrumento de apoyo se realizó esta estimación de la producción de los clavos cortados. Es muy importante señalar que se asume que las máquinas no presentaran paros por fallas o algún otro tipo de interrupción.

Los pesos de los rollos de distinto calibre que entran a la planta de clavos, son variados, por esto se realizó un promedio con algunas lecturas anotadas por el encargado de la báscula que se encuentra cerca de la planta de galvanizado, las cuales arrojaron los valores de la tabla 9.55-.

Tabla 9.55- Pesos promedios de los rollos según su calibre.

Calibre	Peso en Kg.
5	292.5
6	283.14
9	209.2
10	187.33
12	228.66
14	251.71
17	94.78
18	96.63

Las máquinas que cortan clavos de menor calibre son las que dilatan mas de 6 horas en terminar cada rollo y para efectos de estimar la producción de clavos cortados, se realizó un experimento para algunas máquinas que consistió en colocar un recipiente, posicionado en la dirección en que salen los clavos cortados de las máquinas, en un periodo de entre cinco a diez minutos según la talla del clavo.

Para la estimación de la producción de los clavos cortados fue necesario encontrar tiempos promedios en que los operadores cambian rollos de alambre a las máquinas (ver anexo 32).



Los procedimientos para el cálculo de la producción se especifican en el anexo 33 y el resumen se presenta en las tablas siguientes:

Tabla 9.56- Resumen de la capacidad de producción encontrada para la talla 1 x 17.

Máquina N°	Talla que produce	Velocidad de corte en $\frac{Kg.}{Hora}$	Producción por día considerando el tiempo de cambio de rollo. (Kg.)	Número de rollos necesarios por día.
1	1 x 17	12.6	124.2	2
2	1 x 17	13.2	130.11	2
3	1 x 17	12	118.28	2
4	1 x 17	11.4	112.37	2
5	1 x 17	12	118.28	2
7	1 x 17	12.6	124.2	2
8	1 x 17	13.2	130.11	2
TOTAL		87	857.55	14

Tabla 9.57- Resumen de la capacidad de producción encontrada para la talla 1 ½ x 14.

Máquina N°	Talla que produce	Velocidad de corte en $\frac{Kg.}{Hora}$	Producción por día considerando el tiempo de cambio de rollo. (Kg.)	Número de rollos necesarios por día.
9	1 ½ x 14	33.6	332.33	2
10	1 ½ x 14	34.8	344.19	2
28	1 ½ x 14	36	356.06	2
TOTAL		104.4	1032.58	6

Tabla 9.58- Resumen de la capacidad de producción encontrada para la talla 2 ½ x 10.

Máquina N°	Talla que produce	Velocidad de corte en $\frac{Kg.}{Hora}$	Producción por día considerando el tiempo de cambio de rollo. (Kg.)	Número de rollos necesarios por día.
11	2 ½ x 10	115.2	1097.29	6
12	2 ½ x 10	102	966.54	6
14	2 ½ x 10	116.4	1114.31	6
TOTAL		333.6	3178.14	18



Tabla 9.59- Resumen de la capacidad de producción encontrada para la talla 2 x 12.

Máquina N°	Talla que produce	Velocidad de corte en $\frac{Kg.}{Hora}$	Producción por día considerando el tiempo de cambio de rollo. (Kg.)	Número de rollos necesarios por día.
13	2 x 12	67.2	658.25	3
15	2 x 12	58.8	578.51	3
19	2 x 12	63.6	624.53	3
TOTAL		189.6	1861.29	9

Tabla 9.60- Resumen de la capacidad de producción encontrada para la talla 3 x 9.

Máquina N°	Talla que produce	Velocidad de corte en $\frac{Kg.}{Hora}$	Producción por día considerando el tiempo de cambio de rollo. (Kg.)	Número de rollos necesarios por día.
16	3 x 9	91.62	869.17	5
18	3 x 9	96	910.12	5
20	3 x 9	106.8	1013.25	5
TOTAL		294.42	2792.54	15

Tabla 9.61- Resumen de la capacidad de producción encontrada para la talla 4 x 6.

Máquina N°	Talla que produce	Velocidad de corte en $\frac{Kg.}{Hora}$	Producción por día considerando el tiempo de cambio de rollo. (Kg.)	Número de rollos necesarios por día.
17	4 x 6	169.88	1637.02	6
TOTAL		169.88	1637.02	6

Tabla 9.62- Resumen de la capacidad de producción encontrada para la talla 5 x 5.

Máquina N°	Talla que produce	Velocidad de corte en $\frac{Kg.}{Hora}$	Producción por día considerando el tiempo de cambio de rollo. (Kg.)	Número de rollos necesarios por día.
17	5 x 5	331.13	3081.39	11
TOTAL		331.13	3081.39	11



En todos los casos se asume un desempeño eficiente de las máquinas y una condición de operación normal, de manera que no se toman en cuenta los paros por calibración, roturas, cambio de cuchillas o incluso la detención de la máquina por no cumplir con las especificaciones de calidad, puesto que estos tienen un comportamiento muy difícil de predecir por la frecuencia con la que ocurren.

En la tabla 9.63- se resume el total de producción por máquina y el total de producción por día en toneladas y en cajas.

Tabla 9.63- Producción total estimada al final de la jornada de trabajo.

Máquina	Talla	Producción al final del día (Kg)
1	1 x 17	124.2
2	1 x 17	130.11
3	1 x 17	118.28
4	1 x 17	112.37
5	1 x 17	118.28
7	1 x 17	124.2
8	1 x 17	130.11
9	1 ½ x 14	332.33
10	1 ½ x 14	344.19
28	1 ½ x 14	356.06
11	2 ½ x 10	1097.29
12	2 ½ x 10	966.54
14	2 ½ x 10	1114.31
13	2 x 12	658.25
15	2 x 12	578.51
19	2 x 12	624.53
16	3 x 9	869.17
18	3 x 9	910.12
20	3 x 9	1013.25
17	4 x 6	1637.02
Total en kg.		11,359.12
Total en cajas de 22.9 Kg.		496.0314
Total en toneladas		25.0425704

Nota: la talla a trabajar para las máquinas va en dependencia de la orden de producción, durante el periodo de estudio solo se tomo en cuenta la producción de las tallas más demandadas.



X. CONCLUSIONES

10.1- Área de galvanizado

En la estandarización de los tiempos de operaciones en la planta de galvanizado se concluye que, para la tarea de abasto su tiempo estándar es 6.81 minutos, para la tarea de enhebrado el tiempo estándar es de 3.53 minutos y finalmente para efectuar la tarea de recibido su tiempo estándar es de 5.26 minutos.

En la determinación del número de operarios en la planta de galvanizado necesarios para cada operación, se determinó que en el puesto de abasto se necesitarían cuatro operadores, es decir uno más de los que actualmente están laborando (3); en el puesto de enhebrado y recibido se necesitarían 2 y 3 operarios respectivamente, la misma cantidad con los que actualmente cuenta, por tanto no necesitaran cambios en estas dos operaciones.

El número de estaciones se minimizó por medio del método de tiempo de operación más largo, dándonos la operación de abasto con 6.81 minutos, posteriormente se calculó y dio como resultado 3 estaciones reales para la planta de galvanizado. Esto no representa ninguna afectación a la calidad y diseño del producto; ni al orden físico de los elementos.

En la asignación de trabajo a las diferentes estaciones; se asignó un elemento a la primera estación (abasto); se le asignó nueve elementos a la segunda estación (enhebrado); y a la tercera estación (recibido) se le asignó un elemento, tomando en cuenta el tiempo del ciclo por estación que es de 6.81 minutos.

Finalmente se concluye que al hacer estos cambios mencionados en el trabajo, según nuestro balance de líneas, la producción mejoraría un 9.87% para una eficiencia del ciclo del 85.51%. Esto se refleja al hacer una comparación entre producción diaria actual (385 qq/día) y la producción estimada del balance (423



Balance de líneas de producción en las plantas de galvanizado y clavos de la Industria Centroamericana S, A, qq/día), el cual arroja que se produce 38 quintales menos de alambre galvanizado, que al mes equivale a unos 912 quintales.

10.2- Área de clavos

Al haber utilizado las técnicas del estudio de tiempo, para la estandarización de los procesos en la planta de clavos, se puede concluir que: Para la operación de armado de cajas el tiempo estándar es de 16.44 segundos, para la operación de pulido de clavos cortados el tiempo estándar es de 15.86 minutos y para la operación de empaque de clavos el tiempo estándar es de 71.23 segundos.

En los resultados del balance de línea realizado, pudimos determinar 5 estaciones teóricas de trabajo necesarias- de las que hay 4 actualmente-, para las operaciones combinadas de armado de cajas, pulido y empaque de clavos. Las cinco estaciones de trabajo determinadas, permite que la empresa pueda alcanzar un nivel de eficiencia del 83.71 % contra una saturación actual del 104.64% que se obtiene con 4 estaciones de trabajo.

Se realizó la asignación de elementos de trabajo a las diferentes estaciones encontradas, siguiendo así la secuencia del proceso y la prioridad de algunas tareas. Sin embargo es de esperarse, al implementar una estación mas de trabajo, un ocio del 16.28 % al momento de la realización de sus actividades, lo cual no es económicamente factible para la empresa, porque en la actualidad existen tiempos largos de ocio, en especial para los operarios de armado y empackado de cajas en los cuales hay dos operadores.

Finalmente el análisis de capacidad y los tiempos de pulido, muestran que la empresa tiene la capacidad de aumentar su producción y disminuir los costos por pulido, esto se puede lograr, por medio de una buena planificación en el mantenimiento a las máquinas cortadoras de clavos y pulidoras, de manera que mientras los tiempos en las pulidoras no sean los óptimos, no se debe agregar nuevas estaciones de trabajo.



XI. RECOMENDACIONES

11.1 - Área de galvanizado

En el puesto de abasto se recomienda contratar un operario más, ya que es un trabajo que se hace en pareja y si solo se cuenta con tres operarios, uno tendría que esperar que se desocupe alguno de sus compañeros para que le venga ayudar a él. Además que se demostró que es económicamente factible para la empresa y que la producción mejoraría un 9.87%.

A lo que corresponde a la asignación de elementos de trabajo tomando en cuenta el tiempo del ciclo por estación (6.81 minutos) se recomienda que la:

Estación número 1, se le asigne solamente la tarea de abastecer y cuando se pueda que ayude en el enhebrado para acelerar el arranque del proceso, ayudando en los elementos de horno recocado continuo y pila de poma, con un tiempo de estación de 6.81 minutos.

Estación número 2, se le asigne los elementos de horno recocado continuo, pila de poma, pila de enfriamiento, pila de ácido clorhídrico, pila de enjuague, pila de flux, recamara de recalentamiento, el horno de galvanizado y la pila de enfriamiento, con un tiempo de estación de 5.40 minutos.

Estación número 3, se le asigne solamente la tarea de recibido pero que en el arranque para acelerar proceso ayude en el enhebrado, trayendo las guías desde el horno de recocado dejando la parte de la pila de galvanizado al Enhebrador y siga colaborando desde la pila de enfriamiento, tiempo de estación 5.40 minutos.

Para que la planta funcione eficientemente, se debe asegurar el aprovisionamiento continuo del material (de alta calidad) para que no ocurran



demoras por este y se pueda cubrir el costo de preparar la línea y esto se vea reflejado en el volumen de producción.

11.2- Área de clavos

1. Para disminuir el tiempo de las operaciones que realizan los operarios en pulido, es aconsejable darle mantenimiento a las tapas selladoras y a los bordes de las pulidoras, ya que por su deformación, es necesaria la colocación de trozos de cartón, lo que representa tiempo innecesario.
2. Para disminuir el tiempo en que las máquinas pulidoras completan el proceso de pulido, es aconsejable una de las dos opciones siguientes:
 - a. Adquirir y modificar el esproque de la rueda conductora o conducida, aumentando o disminuyendo el número de dientes según convenga, de modo que se igualen las velocidades de las pulidoras. Si no se quiere comprar dichos esproques, el departamento de mtto podría implementar un plan de mantenimiento periódico a los dientes de estas estrellas, para evitar el aflojamiento y desgaste de la cadena.
 - b. Aplicar el método de selección, Método Húngaro como se muestra en el anexo No. 21.

El método más económico sería el b), también podría realizarse el método a), que es, darle a la transmisión por cadena el mantenimiento que amerita y luego se puede realizar el método b), esto para optimizar mejor los resultados.

Los beneficios son varios, dentro de los que se pueden mencionar:

- a. Reducción de tiempos.
- b. Reducción de costos.
- c. Reducción de tiempo ocioso por parte de los operarios de pulido y empaque.



3. Es importante hacerle ver al operario que es su responsabilidad inspeccionar continuamente el proceso de pulido, porque aun cuando el tiempo se redujera por cualquiera de los métodos mencionados, quien dispone de apagar la máquina en tiempo y forma es él, así que debe estar en su puesto de trabajo, cuando los clavos ya están próximos a terminar el proceso de pulido y apagarla en su debido momento.

4. Suplir de material especificado al inicio de cada día para que las máquinas cortadoras de clavos no se detengan por desabastecimiento de material

5. Orientar a los operadores y todo el personal de la planta como responsabilidad en su puesto de trabajo, la inspección continua de los clavos que están siendo cortados, para evitar que cuando calidad inspeccione los clavos cortados, las máquinas sean sacadas de funcionamiento.

6. Como medida de control del proceso y supervisión de los operarios, el departamento de calidad debería realizar un plan de inspección, de manera que estas tengan intervalos mas cortos y continuos, esto porque en ocasiones se realizaban de tres a cuatro inspecciones por la mañana en un día y en otro día una inspección o ninguna.

7. Es aconsejable retomar todas las recomendaciones abordadas en el trabajo de investigación, para mejorar el sistema del proceso productivo de INCASA.



XII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Estudio del trabajo (ingeniería de métodos y medición del trabajo). Editorial McGrawHill, segunda edición.
- Administración de operaciones (distribución por producto). Editorial McGrawHill, tercera edición.
- Introducción al estudio del trabajo 4ta edición.
Publicado con la dirección de George Kanawaty.
- Ingeniería Industrial.
Métodos tiempos y movimientos 9ª edición. Nivel.
- Introducción al estudio del trabajo tercera edición. Oficina internacional del trabajo Ginebra.
- Seminarios de graduación, “Estudio de tiempos en el área de deshuese del Matadero San Martín”, biblioteca UNAN-MANAGUA.
- Manual de investigación “Investigar es fácil”. Edición Grisell Remigio Hernández 2da edición 1997.
Valinda Sequeira Calero y Astralia Cruz Picon.

Sitios Web:

- WWW.Google.com
- WWW.Edukativos.com
- WWW.Monografias.com



XIII. ANEXOS

Anexo No. 1

Manual de Funciones del jefe de planta de Galvanizado

Jefe de planta de galvanizado		
Ubicación (área)	Producción	Descripción general del puesto. Es el encargado de controlar y supervisar el proceso de galvanizado para cumplir con la producción según los niveles programados y la calidad requerida de los productos. Así mismo, vela por la seguridad del personal.
Departamento	Planta de galvanizado	
Superior inmediato	Jefe de producción	

Funciones del Puesto

Tareas Diarias

1. Recibir del Jefe de producción los datos del programa de producción.
2. Atender las necesidades de materia prima e insumos básicos para la sección, comprobando recibir la cantidad y calidad requerida de los materiales solicitados.
3. Distribuir al personal bajo su cargo de acuerdo al programa de producción.
4. Chequear el buen estado de las máquinas y los equipos.
5. Revisar los calibres de los alambres que se están trabajando.
6. Controlar el funcionamiento del horno (mantiene la temperatura dentro de los rangos adecuados, regula la presión de aire de los quemadores, suministra el combustible necesario).
7. Controlar las concentraciones de ácido clorhídrico y cloruro de amonio de las pilas.
8. Vigilar que los operadores desempeñen correctamente sus labores.
9. Verificar el registro exacto de las producciones a fin de no pasarse de las cantidades programadas.
10. Elaborar reportes de producción, teniendo cuidado de anotar la cantidad exacta de la producción obtenida., elabora el reporte de desperdicio.
11. Entregar al jefe del siguiente turno, todas las especificaciones del programa de producción.
12. Elaborar el programa de asistencia del personal a su cargo, especificando el puesto en que cada uno de ellos trabajó.

Formatos Utilizados

- Informe de personal.
- Informes de desperdicio de área.
- Informe de producción diario.
- Control de combustible.
- Control de parámetros de operación de horno.



Tareas Periódicas

1. Realiza inventario de materia prima.
2. Realiza mantenimiento general del horno.

Responsabilidades y Atribuciones del Puesto

Responsabilidades:

1. Cumplir con los programas de producción establecidos.
2. Velar por el buen funcionamiento de las máquinas y equipos del área de Galvanizado.
3. Supervisar que el personal a su cargo realice sus funciones en forma correcta.
4. Promover y velar por la seguridad del personal a su cargo, así como trabajar el mismo en forma mas segura.
5. Asegurar el abastecimiento requerido de materia prima e insumos a su área.
6. Reportar al Jefe de producción las irregularidades y problemas sucedidos durante el trabajo.

Atribuciones:

1. Realizar modificaciones mecánicas al equipo y maquinaria si su funcionamiento afecta la calidad del producto.
2. Realizar cambios en la distribución del personal a su cargo, según el programa de producción.

Medios del Puesto

- Horno de recocido continuo.
- Combustible (Bunker).
- Devanadoras de alimentación.
- Pilas de enfriamiento, galvanizado Zinc y Acido Clorhídrico
- Extractores de gases.
- Aceites.
- Bobinas.
- Rollos de alambre trefilado.
- Equipos de protección personal.

Contexto del Puesto

1. Entorno operativo y relaciones del puesto

Este puesto debe trabajar en coordinación con el jefe de producción para planificar y reportar su trabajo y con el encargado de control de producción a quien reporta la producción de su área. Así mismo, debe coordinarse con el personal a su cargo para cumplir con los programas de producción.



2. Condiciones de trabajo

Lugar físico: Este puesto se desarrolla dentro de la planta de producción, específicamente en el área de Galvanizado situada contiguo al área de Trefilado.

a. Físicos

Altas temperaturas del horno de Galvanizado.

Altos niveles de ruido de la maquinaria.

Presencia de objetos corto punzantes.

b. Químicos

Presencia de polvo (óxido-lubricante, cenizas) y gases.

Carga de trabajo:

Requiere de coordinación y concentración en el trabajo, solución de problemas de forma rápida y eficiente y esfuerzo físico alto, para garantizar el cumplimiento exitoso de sus actividades.

Especificación del Puesto

Educación o Nivel Académico

Requerido: Técnico en Mecánica Industrial.

Preferido: Ingeniero Químico o Industrial.

Experiencia

1 año en puestos similares.

Otros conocimientos

Seguridad e higiene ocupacional.

Competencia	Nivel Requerido
Calidad en el trabajo	Alto
Compromiso y conciencia organizacional	Medio
Comportamiento ético	Alto
Comunicación efectiva	Alto
Iniciativa	Medio
Liderazgo	Alto
Orientación a resultados	Alto
Trabajo en equipo	Medio



Anexo No. 2
Manual de Funciones del abastecedor de alambre

Abastecedor de alambre		
Unidad administrativa	Producción	Descripción general del puesto. Es el encargado de controlar la primera etapa de galvanizado (Alimentación de alambre al horno).
Ubicación (área)	Planta de galvanizado	
Superior inmediato	Jefe de planta de galvanizado	

Descripción Específica

Tareas Diarias

1. Llenar las bobinas de alambre.
2. Introducir las guías de alambre al horno.
3. Enhebrar los alambres para que entren al horno.
4. Supervisar la alimentación de alambre al horno.
5. Chequear si el alambre tiene reventaduras, de ser así, realiza soldadura en los alambres reventados.
6. Limpiar el área de trabajo y saca las cenizas del horno.
7. Reportar al jefe de área el estado técnico de los medios de trabajo.

Tareas Esporádicas:

1. Realizar mantenimiento mayor a la sección de enhebrado.

Responsabilidades del Puesto

1. Limpiar y mantener en orden el área de trabajo y áreas aledañas a él.
2. Utilizar correctamente los medios de trabajo y los recursos asignados.
3. Revisar la calidad de la materia prima recibida.
4. Trabajar en todo momento de forma segura, utilizando el Equipo de Protección Personal.
5. Cumplir con el trabajo asignado por sus superiores en tiempo y forma.
6. Reportar las incidencias o irregularidades del trabajo que puedan afectar el funcionamiento de su área o de la planta de producción.

Medios del Puesto

- Horno de Recocado.
- Pila de Enfriamiento.
- Varillas Aceradas.
- Rollos de Alambre Trefilado.
- Alicates.
- Equipo de protección personal.



Contexto del Puesto

1. Entorno operativo y relaciones del puesto

Este puesto debe trabajar en coordinación con el resto de operadores de galvanizado y con el jefe de área para realizar el proceso de forma correcta.

2. Condiciones de trabajo

Lugar físico: este puesto se desarrolla dentro de la planta de producción, específicamente en el área de galvanizado situada contiguo al área de Trefilado.

a. Físicos

Altas temperaturas del horno de recocido continuo.

Altos niveles de ruido de la maquinaria.

Presencia de objetos corto punzantes.

b. Químicos

Presencia de polvo (óxido-lubricante, cenizas) y gases.

Carga de trabajo:

Requiere de coordinación y concentración en el trabajo, solución de problemas de forma rápida y efectiva y esfuerzo físico alto, para garantizar el cumplimiento exitoso de sus actividades.

Especificación del Puesto

Nivel Académico

Requerido: Técnico en Mecánica Industrial.

Preferido: Ingeniero Químico o Industrial.

Experiencia

1 año en puestos similares.

Competencia	Nivel requerido
Calidad en el trabajo	Medio
Compromiso y conciencia organizacional	Medio
Comportamiento ético	Alto
Comunicación efectiva	Medio
Iniciativa	Medio
Orientación a resultados	Medio
Trabajo en equipo	Medio



Anexo No. 3 **Manual de Funciones del enhebrador de horno**

Enhebrador de horno		
Unidad administrativa	Producción	Descripción general del puesto. Realiza su labor en la segunda etapa de Galvanizado. Es el encargado de controlar que el material reciba correctamente el baño de galvanizado.
Ubicación (área)	Planta de galvanizado	
Superior inmediato	Jefe de planta de galvanizado	

Descripción Específica

Tareas Diarias:

1. Introducir las varillas en las ranuras (canales) del horno de recocido continuo hasta llevarlos hasta el otro extremo.
2. Liberar el alambre trefilado de la varilla por medio del alicate.
3. Conducir el alambre hacia las ranuras del puente separado y después a los orificios de la pila de enfriamiento, utilizando el alicate.
4. Pasar el alambre hacia rodos separadores con el alicate.
5. Supervisar que el alambre circule hacia la pila de ácido clorhídrico y luego a la pila de enjuague.
6. Separar los alambres en dos grupos de veinte hilos cada uno.
7. Supervisar que los alambres entren a la cámara de resecado y seguidamente a pila de horno de zinc electrolítico.
8. Amarrar simultáneamente cada guía de alambre a cordón de abesto.
9. Conducir los hilos a las bobinas de recibimiento.
10. Limpiar la superficie de zinc fundido de suciedad y de cenizas, producto de la combustión.
11. Limpiar los residuos de zinc que se acumulan en el proceso.

Tareas Periódicas:

1. Saca las cenizas del horno.
2. Vierte el ácido clorhídrico y cloruro de amonio en sus respectivas pilas.
3. Reporta al jefe de área el estado técnico de los medios de trabajo.

Tareas Esporádicas:

1. Lava la pila de ácidos y flux (cloruro de amonio).

Responsabilidades del Puesto

1. Limpiar y mantener en orden el área de trabajo y áreas aledañas a él.
2. Utilizar correctamente los medios de trabajo y los recursos asignados.
3. Trabajar en todo momento de forma segura, utilizando los Equipos de Protección Personal.



4. Controlar que el proceso se realice de forma correcta.
5. Reportar las incidencias o irregularidades del trabajo que pueden afectar el funcionamiento de su área o de la planta de producción.

Medios del Puesto

- Pilas de enfriamiento, baño de ácido clorhídrico y cloruro de amonio.
- Horno.
- Zinc.
- Acido Clorhídrico.
- Extractores de gases.
- Aceite.
- Combustibles (bunker)
- Varillas aceradas.
- Rollos de alambre Trefilado.
- Alicates.
- Equipo de protección personal.

Contexto del Puesto

1. Entorno operativo y relaciones del puesto

Este puesto debe trabajar en coordinación con el resto de operadores de galvanizado y con el jefe de área para realizar el proceso de forma correcta.

2. Condiciones de trabajo

Lugar físico: este puesto se desarrolla dentro de la planta de producción, específicamente en el área de galvanizado situada contiguo al área de Trefilado.

Riesgos:

- a. Físicos

Altas temperaturas del horno de Galvanizado.

Altos niveles de ruidos de la maquinaria.

Presencia de objetos cortopunzantes.

- b. Químicos

Contacto con químicos (zinc, cenizas, asbesto).

Presencia de gases.

Presencia de ácidos de las pilas.

Carga de trabajo

Requiere de coordinación y concentración en el trabajo, solución de problemas de forma rápida y eficiente y esfuerzo físico alto, para garantizar el cumplimiento exitoso de sus actividades.



Especificación del Puesto

Nivel Académico

Requerido: Bachiller o Ciclo básico.

Preferido: Técnico en Mecánica Industrial o carrera a fin.

Experiencia

Preferido: 1 año en puestos similares.

Competencia	Nivel Requerido
Calidad en el trabajo	Alto
Compromiso y conciencia organizacional	Alto
Comportamiento ético	Alto
Comunicación afectiva	Alto
Iniciativa	Alto
Orientación a resultados	Medio
Trabajo en equipo	Alto

Anexo No. 4

Manual de Funciones del recibidor de alambre galvanizado.

Recibidor de alambre galvanizado		
Unidad administrativa	Producción	Descripción general del puesto. Es el encargado de recibir el alambre galvanizado después que recibe el baño con zinc electrolítico y realiza las operaciones finales del proceso, incluyendo la revisión del producto final (rollos de alambres galvanizados) para determinar su grado de calidad.
Ubicación (área)	Planta de galvanizado	
Superior inmediato	Jefe de planta de galvanizado	

Descripción Específica

Tareas Diarias:

1. Revisar las condiciones mecánicas y limpiar la máquina bobinadora.
2. Preparar el alambre para amarre, cortándolo manualmente con el alicate.
3. Tomar la guía de alambre que sale de la pila de galvanizado
4. Ordenar numéricamente de acuerdo al número de la bobinadora y bobina de abasto.
5. Clasificar el material producido de acuerdo a su calidad de primera o de segunda.
6. Descargar manualmente los rollos de alambre galvanizado de las bobinas, una vez que están llenas.



7. Amarrar los rollos producidos con su respectiva identificación.
8. Estibar en una jaba metálica el material en rollos de 300-500 libras, frente a su puesto de trabajo.
9. Ayudar al enhebrador a colocar cada guía con su respectiva espiral de asbesto.
10. Reportar al jefe de área el estado técnico de los medios de trabajo.

Responsabilidades del Puesto

1. Limpiar y mantener en orden el área de trabajo y áreas aledañas a él.
2. Utilizar correctamente los medios de trabajo y los recursos asignados.
3. Revisar la calidad del material que está trabajando.
4. Trabajar en todo momento de forma segura, utilizando el equipo de protección personal.
5. Cumplir con el trabajo asignado por sus superiores en tiempo y forma.
6. Reportar las incidencias o irregularidades del trabajo que puedan afectar el funcionamiento de su área o de la planta de producción.

Medios del Puesto

- Pila de baño de zinc electrolítico.
- Zinc.
- Alambre galvanizado, alambre de amarre.
- Máquina bobinadora.
- Extractores de gases.
- Jaba metálica.
- Aceite.
- Alicates.
- Equipo de protección personal.

Contexto del Puesto

1. Entorno operativo y relaciones del puesto

Este puesto debe trabajar en coordinación con el resto de operadores de Galvanizado, en especial con el enhebrador y con el jefe de área para realizar el proceso de forma correcta.

2. Condiciones de trabajo

Lugar físico: este puesto se desarrolla dentro de la planta de producción, específicamente en el área de galvanizado situada contiguo a la pila de Galvanizado.



Riesgos:

a. Físicos

Altas temperaturas del horno de Galvanizado.

Altos niveles de ruidos de la maquinaria.

Presencia de objetos corto punzantes.

c. Químicos

Emanación de polvo (oxido, lubricantes, cenizas) y gases.

Presencia de zinc derretido.

Carga de trabajo

Requiere de coordinación y concentración en el trabajo, solución de problemas de forma rápida y eficiente y esfuerzo físico alto, para garantizar el cumplimiento exitoso de sus actividades.

Especificación del Puesto

Nivel Académico

Requerido: Bachiller o Ciclo básico.

Preferido: Técnico en Mecánica Industrial.

Experiencia

Recién graduado o en 1 año en puestos similares.

Competencia	Nivel Requerido
Calidad en el trabajo	Medio
Compromiso y conciencia organizacional	Medio
Comportamiento ético	Alto
Comunicación afectiva	Medio
Iniciativa	Medio
Orientación a resultados	Medio
Trabajo en equipo	Medio



Anexo No. 5 **Cálculo de los tiempos de las operaciones**

Estos tiempos se calcularon a través de la velocidad promedio de recogida la cual es de 27.03 metros por minutos, facilitada por el gerente de producción, entonces teniendo la distancia de los elementos físicos y la velocidad, calculamos el tiempo por medio de esta fórmula:

$$t = \frac{d}{v}$$

Así pues, se tienen los siguientes resultados:

Operación	Distancia (mts)	Tiempo (min)
Horno de recocido	17	0.63
Pila de piedra poma	2.7	0.10
Pila de enfriamiento	2	0.07
Pila de ácido clorhídrico	18	0.67
Pila de enjuague	2	0.07
Pila de flux	3.5	0.13
Recamara de recalentamiento	3.5	0.13
Pila de enfriamiento	2	0.07

En esta tabla se muestra las operaciones con su distancia y el tiempo en que tarda en pasar el alambre trefilado y/o galvanizado por cada uno de estos elementos físicos.



Anexo No. 6 **Manual de Funciones del jefe de planta de clavos**

Jefe de planta de clavos		
Ubicación (área)	Producción	Descripción general del puesto. Se encarga de supervisar la producción según los niveles programados y controlar la calidad de los productos de su sección, también, es responsable del funcionamiento de las máquinas y equipos y de velar por la seguridad del personal de la sección a su cargo.
Departamento	Planta de clavos	
Superior inmediato	Jefe de producción	

Funciones del Puesto

Tareas Diarias

1. Recibir del Jefe de producción los datos del programa de producción.
2. Atender las necesidades de materia prima e insumos básicos para la sección, comprobando recibir la cantidad y calidad requerida de los materiales solicitados.
3. Distribuir al personal bajo su cargo de acuerdo al programa de producción.
4. Chequear el buen estado de las máquinas y los equipos.
5. Regular las máquinas, haciendo los ajustes necesarios al iniciar las labores.
6. Vigilar que los operadores desempeñen correctamente sus labores.
7. Recibir la producción de cada máquina.
8. Verificar el registro exacto de las producciones a fin de no pasarse de las cantidades programadas.
9. Elaborar reportes de producción, teniendo cuidado de anotar la cantidad exacta de la producción obtenida., elabora el reporte de desperdicio.
10. Entregar al jefe del siguiente turno, todas las especificaciones del programa de producción.
11. Elaborar el reporte de asistencia del personal a su cargo, especificando el puesto en que cada uno de ellos trabajó.

Tareas Periódicas

1. Coordinar el mantenimiento de las máquinas.
2. Apoyar la realización del inventario.
3. Entregar o devolver materia prima a bodega de semielaborado.

Responsabilidades y Atribuciones del Puesto

Responsabilidades:

1. Asegurar el cumplimiento de los programas de producción establecidos.
2. Velar por el buen funcionamiento de las máquinas y equipos de la planta de clavos.



3. Supervisar que el personal a su cargo realice sus funciones en forma correcta.
4. Promover y velar por la seguridad del personal a su cargo, así como trabajar el mismo en forma mas segura.
5. Asegurar el abastecimiento requerido de materia prima e insumos a su área.
6. Reportar al Jefe de producción las irregularidades y problemas sucedidos durante el trabajo.

Atribuciones:

1. Realizar modificaciones mecánicas al quipo si afecta la calidad del producto.

Medios del Puesto

- Máquinas para fabricación de clavos.
- Rollos de alambre trefilado (materia prima).
- Producción de su sección (clavos).
- Equipos de protección personal.

Contexto del Puesto

1. Entorno operativo y relaciones del puesto

Para la realización de sus funciones se coordina con las áreas de mantenimiento, bodegas de semielaborados y productos terminados. Además debe trabajar en coordinación con el personal del área a su cargo (clavos) para cumplir con el programa de producción establecido.

2. Condiciones de trabajo

Lugar físico: la persona que desempeña este puesto permanece en el interior de la planta de producción, específicamente en el área de clavos.

Riesgos:

- Piso en mal estado (grietas y desniveles).
- Altos niveles de ruido.
- Presencia de polvo proveniente de las pulidoras.
- Presencia de objetos cortopunzantes.
- Movimiento de montacargas de las áreas de producción y bodega de productos terminados.



Especificación del Puesto

Educación o Nivel Académico

Requerido: Técnico en Mecánica Industrial.

Experiencia

1 año en puestos similares.

Competencia	Nivel Requerido
Calidad en el trabajo	Alto
Compromiso y conciencia organizacional	Alto
Comportamiento ético	Alto
Comunicación efectiva	Alto
Iniciativa	Medio
Liderazgo	Alto
Orientación a resultados	Alto
Trabajo en equipo	Alto

Anexo No. 7

Manual de Funciones del operador de máquina de cortar clavos

Unidad administrativa	Producción	Descripción general del puesto.
Ubicación (área)	Planta de clavos	Es el encargado de operar la máquina de fabricación de clavos. Así como de controlar su correcto funcionamiento.
Superior inmediato	Jefe de planta de clavos	

Funciones del Puesto

Tareas Diarias

1. Recibir los rollos de alambre de trefilado.
2. Trasladar los medios y materiales de trabajo con cuidado.
3. Revisar que la máquina se encuentre en buenas condiciones mecánicas antes de accionar el motor.
4. Monta el rollo de alambre en la máquina.
5. Observa que los rodos introduzca el alambre de acuerdo al tipo de clavo a fabricar y que las matrices se cierren.
6. Reemplazar las tinas metálicas llenas de clavos por otras vacías.
7. Revisar la calidad del producto final.
8. Ordenar todos los medios de trabajo.
9. Reportar al jefe inmediato el estado técnico de los medios de trabajo.



Tareas Periódicas

1. Afila las cuchillas de las máquinas.

Responsabilidades y Atribuciones del Puesto

Responsabilidades:

1. Limpiar y mantener en orden el área de trabajo y áreas aledañas a él.
2. Trabajar en forma segura para evitar accidentes de trabajo.
3. Cumplir con el trabajo asignado por sus superiores en tiempo y forma.
4. Reportar las incidencias o irregularidades del trabajo que pueden afectar el funcionamiento de su área o de la planta de producción.

Medios del Puesto

- Máquinas de fabricación de clavos.
- Rollos de alambre trefilado para fabricación de clavos.
- Esmeril o pulidora para afilar cuchillas.
- Utilización de equipos de protección personal.

Contexto del Puesto

1. Entorno operativo

Realiza sus funciones en coordinación con el auxiliar de área, bodegas de semielaborados y operador de la máquina pulidora. Además se relaciona con el jefe de área de clavos.

2. Condiciones de trabajo

Lugar físico: la persona que desempeña este puesto permanece en el interior de la planta de producción, específicamente en el área de clavos.

Riesgos:

- Piso en mal estado (grietas y desniveles).
- Altos niveles de ruido.
- Presencia de polvo proveniente de las pulidoras.
- Presencia de objetos cortopunzantes.
- Movimiento de montacargas de las áreas de producción y bodega de productos terminados.



Especificación del Puesto

Educación o Nivel Académico: Bachiller.

Preferido: Técnico en mecánica industrial.

Experiencia

1 año en puestos similares.

Competencia	Nivel Requerido
Calidad en el trabajo	Alto
Compromiso y conciencia organizacional	Medio
Comportamiento ético	Alto
Comunicación efectiva	Medio
Iniciativa	Medio
Orientación a resultados	Alto
Trabajo en equipo	Medio

Anexo No. 8

Manual de Funciones del operador de máquina pulidora de clavos

Operador de máquina pulidora de clavos		
Unidad administrativa	Producción	Descripción general del puesto. Es el encargado de operar la máquina de pulidora de clavos. Así como de controlar su correcto funcionamiento.
Ubicación (área)	Planta de clavos	
Superior inmediato	Jefe de planta de clavos	

Funciones del Puesto

Tareas Diarias

1. Recibe las tinas metálicas llenas de clavos cortados.
2. Traslada los medios y materiales de trabajo con cuidado.
3. Revisa que el técle y la máquina pulidora se encuentre en buenas condiciones mecánicas antes de empezar a trabajar.
4. Descarga la tina metálica en las máquinas.
5. Introduce aserrín de pino en el tambor pulidor.
6. Barre y desecha el aserrín sucio.
7. Revisa la calidad de los clavos pulidos.
8. Reporta al jefe inmediato del estado técnico de los medios de trabajo.



Responsabilidades y Atribuciones del Puesto

Responsabilidades:

1. Limpiar y mantener en orden el área de trabajo y áreas aledañas a él.
2. Utilizar correctamente los medios de trabajo y los recursos asignados.
3. Cumplir con el trabajo asignado en tiempo y forma.

Medios del Puesto

- Máquinas pulidoras de clavos.
- Clavos a ser pulidos
- Equipos de protección personal.
- Técle mecánico.
- Tinas metálicas.
- Carretillas.
- Aserrín de pino.
- Diesel.

Contexto del Puesto

1. Entorno operativo

Realiza sus funciones en coordinación con las áreas de mantenimiento, bodegas de semielaborados y productos terminados.

2. Condiciones de trabajo

Lugar físico: la persona que desempeña este puesto permanece en el interior de la planta de producción, específicamente en el área de clavos.

Riesgos:

- Piso en mal estado (grietas y desniveles).
- Altos niveles de ruido.
- Presencia de polvo proveniente de las pulidoras.
- Presencia de objetos cortopunzantes.
- Movimiento de montacargas de las áreas de producción y bodega de productos terminados.



Especificación del Puesto

Educación o Nivel Académico: Bachiller.

Preferido: Técnico en mecánica industrial.

Experiencia

1 año en puestos similares.

Competencia	Nivel Requerido
Calidad en el trabajo	Alto
Compromiso y conciencia organizacional	Medio
Comportamiento ético	Alto
Comunicación efectiva	Medio
Iniciativa	Medio
Orientación a resultados	Alto
Trabajo en equipo	Medio

Anexo No. 9

Manual de Funciones del operador empacador de clavos

Operador empacador de clavos		
Unidad administrativa	Producción	Descripción general del puesto. Es el encargado de empaclar los clavos en cajas de cartón.
Ubicación (área)	Planta de clavos	
Superior inmediato	Jefe de planta de clavos	

Funciones del Puesto

Tareas Diarias

1. Recibir las tinas metálicas conteniendo los clavos pulidos a través del técle.
2. Revisar la calidad del producto final.
3. Llenar las cajas de cartón con los clavos y los pesa en la báscula.
4. Trasladar las cajas con los clavos a la mesa de empaque para sellarlas.
5. Estibar las cajas de cartón contiguo a la mesa de empaque para su posterior traslado a bodega de productos terminados.
6. Limpiar el área de trabajo y áreas aledañas a él.



Responsabilidades y Atribuciones del Puesto

Responsabilidades:

1. Limpiar y mantener en orden el area de trabajo y areas aledañas a él.
2. Utilizar correctamente los medios de trabajo.
3. Trabajar en forma segura para evitar accidentes de trabajo.
4. Cumplir con el trabajo asignado por sus superiores en tiempo y forma.
5. Reportar incidencias o irregularidades del trabajo que pueden afectar el funcionamiento de su área de trabajo.

Medios del Puesto

- Máquinas pulidoras de clavos.
- Clavos a ser empacados.
- Cajas de cartón.
- Mesas de empaque.
- Banco.
- Bascula.
- Equipos de protección personal.
- Tecele mecánico.

Contexto del Puesto

1. Entorno operativo

Este puesto se coordina con el operador de la máquina pulidora de clavos, de quien recibe los clavos a empacar y con la bodega de productos terminados para entregar el producto final.

2. Condiciones de trabajo

Lugar físico: la persona que desempeña este puesto permanece en el interior de la planta de producción, específicamente contiguo a las máquinas pulidoras.

Riesgos:

- Piso en mal estado (grietas y desniveles).
- Altos niveles de ruido.
- Presencia de polvo proveniente de las pulidoras.
- Presencia de objetos cortopunzantes.
- Movimiento de montacargas de las áreas de producción y bodega de productos terminados.



Especificación del Puesto

Educación o Nivel Académico: Bachiller.

Preferido: Técnico en mecánica industrial.

Experiencia

1 año en puestos similares.

Competencia	Nivel Requerido
Calidad en el trabajo	Alto
Compromiso y conciencia organizacional	Medio
Comportamiento ético	Alto
Comunicación efectiva	Medio
Iniciativa	Baja
Orientación a resultados	Alto
Trabajo en equipo	Medio



Anexo No. 10

Toma de tiempos del proceso de pulido para la pulidora 1

Hoja de observación de estudio de tiempos										
Identificación de la operación: Tiempo de pulido de clavos										
Operador/ Máquina: Pulidora número 1							Observador: OSMAN MORALES			
Fecha de las tomas										
		11/05/2009		12/05/2009		13/05/2009		14/05/2009		15/05/2009
Descripción del elemento:	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin
Pulido con la tapa selladora			07:43	10:00	08:28	10:32	07:27	08:44		
			2 hrs 17 min		2 hrs 4 min		1 hr 17 min			
	Talla:		Talla: 2 x 12		Talla: 2 x 12		Talla: 3 x 9		Talla:	
Eliminar aserrín sucio			10:03	10:30	10:35	10:42	08:46	09:00	07:45	07:51
			27 minutos		7 minutos		14 minutos		6 minutos	
	Talla:		Talla: 2 x 12		Talla: 2 x 12		Talla: 3 x 9		Talla: 3 x 9	
Pulido con la tapa selladora							09:47	11:24	08:14	09:45
							1 hr 37 min		1 hr 31 min	
	Talla:		Talla:		Talla:		Talla: 2 1/2 x 10		Talla: 2 x 12	
Eliminar aserrín sucio							11:26	11:34	09:49	09:54
							8 minutos		5 minutos	
	Talla:		Talla:		Talla:		Talla: 2 1/2 x 10		Talla: 2 x 12	
Observaciones: *La fecha 11 -05-09 no se registraron observaciones debido a que habían pocos clavos cortados										
*Esta pulidora es una de las mas lentas hablando en términos de RPM, la transmisión es por cadena y el esproque acoplado al motor es de diámetro pequeño										



Anexo No. 11

Toma de tiempos del proceso de pulido para la pulidora 2

Hoja de observación de estudio de tiempos										
Identificación de la operación: Tiempo de pulido de clavos										
Operador/ Máquina: Pulidora número 2							Observador: OSMAN MORALES			
Fecha de las tomas										
		11/05/2009		12/05/2009		13/05/2009		14/05/2009		15/05/2009
Descripción del elemento:	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin
Pulido con la tapa selladora			07:32	09:10					07:10	08:37
			1 hrs 38 min						1 hora 27 min	
	Talla:		Talla: 5 x 5		Talla:		Talla:		Talla: 2 ½ x 10	
Eliminar aserrín sucio	08:39	08:47	09:12	09:16	07:45	07:52	08:11	08:15	08:39	08:42
	8 minutos		4 minutos		7 minutos		4 minutos		3 minutos	
	Talla: 5 x 5		Talla: 5 x 5		Talla: 4 x 6		Talla: 4 x 6		Talla: 2 ½ x 10	
Pulido con la tapa selladora	09:00	10:39	09:49	10:57	08:17	09:29	08:25	09:12	09:45	10:35
	1 hora 39 min		1 hora 8 minutos		1 hora 12 min		47 minutos		50 minutos	
	Talla: 5 x 5		Talla: 3 x 9		Talla: 4 x 6		Talla: 4 x 6		Talla: 4 x 6	
Eliminar aserrín sucio	10:41	10:49	10:59	11:05	09:31	09:36	09:14	09:24	10:36	10:41
	8 minutos		6 minutos		5 minutos		10 minutos		5 minutos	
	Talla: 5 x 5		Talla: 3 x 9		Talla: 4 x 6		Talla: 4 x 6		Talla: 4 x 6	
Pulido con la tapa selladora							10:16	11:22		
							1 hora 6 min			
	Talla:		Talla:		Talla:		Talla: 4 x 6		Talla:	
Eliminar aserrín sucio							11:26	11:30		
							4 minutos			
	Talla:		Talla:		Talla:		Talla: 4 x 6		Talla:	
Observaciones:										
Esta pulidora posee un esproque de mayor tamaño que el de la pulidora 1, 3, 4 y 5. Esto quiere decir que la relación de transmisión es mayor a la de los demás, esta es la razón por la que es la más rápida en RPM.										



Anexo No. 12

Toma de tiempos del proceso de pulido para la pulidora 3

Hoja de observación de estudio de tiempos										
Identificación de la operación: Tiempo de pulido de clavos										
Operador/ Máquina: Pulidora número 3							Observador: OSMAN MORALES			
Fecha de las tomas										
		11/05/2009		12/05/2009		13/05/2009		14/05/2009		15/05/2009
Descripción del elemento:	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin
Pulido con la tapa selladora					07:51	09:06				
					1 hora 15 min					
	Talla:		Talla:		Talla: 2 x 12		Talla:		Talla:	
Eliminar aserrín sucio			07:45	07:52	09:08	09:20	07:29	07:38	07:46	07:52
			7 minutos		12 minutos		9 minutos		6 minutos	
	Talla:		Talla: 2 x 12		Talla: 2 x 12		Talla: 2 x 12		Talla: 2 1/2 x 10	
Pulido con la tapa selladora			08:11	10:03			07:53	09:47	08:02	09:12
			1 hora 52 min				1 hora 54 min		1 hora 10 min	
	Talla:		Talla: 3 x 9		Talla:		Talla: 2 x 12		Talla: 3 x 9	
Eliminar aserrín sucio			10:05	10:14			09:51	09:55	09:14	09:20
			9 minutos				4 minutos		6 minutos	
	Talla:		Talla: 3 x 9		Talla:		Talla: 2 x 12		Talla: 3 x 9	
Observaciones: El tamaño del esproque es igual que el de la pulidora 1, la cadena que transmite la fuerza de giro esta floja y la velocidad es igual a la de la pulidora 1.										



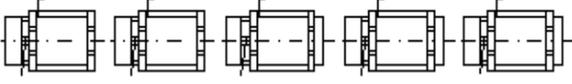
Anexo No. 13
Toma de tiempos del proceso de pulido para la pulidora 4

Hoja de observación de estudio de tiempos										
Identificación de la operación: Tiempo de pulido de clavos										
Operador/ Máquina: Pulidora número 4							Observador: OSMAN MORALES			
Fecha de las tomas										
	11/05/2009		12/05/2009		13/05/2009		14/05/2009		15/05/2009	
Descripción del elemento:	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora Fin	Hora inicio	Hora fin
Pulido con la tapa selladora			07:25	09:22			07:00	08:42		
			1 hora 57 min				1 hr 42 min			
	Talla:		Talla: 5 x 5		Talla:		Talla: 2 1/2 x 10		Talla:	
Eliminar aserrín sucio			09:23	09:26	08:00	08:03	08:44	08:51	08:18	08:40
			3 minutos		3 minutos		7 minutos		22 minutos	
	Talla:		Talla: 5 x 5		Talla: 2 x 12		Talla: 2 1/2 x 10		Talla: 4 x 6	
Pulido con la tapa selladora			10:00	11:17	08:38	10:35	09:26	10:52	09:34	10:17
			1 hora 17 min		1 hora 57 min		1 hora 26 min		43 minutos	
	Talla:		Talla: 2 x 12		Talla: 3 x 9		Talla: 3 x 9		Talla: 2 1/2 x 10	
Eliminar aserrín sucio			11:19	11:25	10:37	10:44	10:55	10:59	10:20	10:26
			6 minutos		7 minutos		4 minutos		6 minutos	
	Talla:		Talla: 2 x 12		Talla: 3 x 9		Talla: 3 x 9		Talla: 2 1/2 x 10	
Observaciones: El esproque de esta pulidora es más grande que el de la pulidora 1 y 3, pero más pequeño que el de la pulidora 2. Es la segunda pulidora mas rápida hablando en términos de RPM:										

Anexo No. 14



Toma de tiempos del proceso de pulido para la pulidora 5

Hoja de observación de estudio de tiempos										
Identificación de la operación: Tiempo de pulido de clavos										
Operador/ Máquina: Pulidora número 5							Observador: OSMAN MORALES			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">1</div> <div style="text-align: center;">2</div> <div style="text-align: center;">3</div> <div style="text-align: center;">4</div> <div style="text-align: center;">5</div> </div> 										
Fecha de las tomas										
	11/05/2009		12/05/2009		13/05/2009		14/05/2009		15/05/2009	
Descripción del elemento:	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin	Hora inicio	Hora fin
Pulido con la tapa selladora			07:18	08:52	07:48	09:05			07:31	08:16
			1 hora 34 min		1 hora 17 min				45 minutos	
	Talla:		Talla: 3 x 9		Talla: 3 x 9		Talla:		Talla: 4 x 6	
Eliminar aserrín sucio			08:54	08:59	09:06	09:13	08:13	08:26	08:18	08:22
			5 minutos		7 minutos		13 minutos		4 minutos	
	Talla:		Talla: 3 x 9		Talla: 3 x 9		Talla: 2 1/2 x 10		Talla: 4 x 6	
Pulido con la tapa selladora			09:10	10:36			08:40	10:17	09:11	10:19
			1 hora 26 minutos				1 hr 37 min		1 hora 8 min	
	Talla:		Talla: 5 x 5		Talla:		Talla: 2 1/2 x 10		Talla: 3 x 9	
Eliminar aserrín sucio			10:38	10:48			10:19	10:23	10:20	10:26
			10 minutos				4 minutos		6 minutos	
	Talla:		Talla: 5 x 5		Talla:		Talla: 2 1/2 x 10		Talla: 3 x 9	
Observaciones: Esta pulidora tiene un esproque igual al de la pulidora 4, además es la tercera más rápida de todas las pulidoras en RPM. La diferencia con la pulidora 4 en RPM es mínima.										



Anexo No. 15

Análisis de las tomas de tiempo realizadas para la pulidora 1

Hoja de observación de estudio de tiempos							
Identificación de la operación: Tiempo de pulido de clavos						Observador:	
Operador/ Máquina: Pulidora numero 1			Aprobación:				
						Resumen	
	Fecha de las tomas					$\sum T$	\bar{T}
Talla del clavo:	11-05-09	12-05-09	13-05-09	14-05-09	15-05-09		
2 x 12		137 minutos	124 minutos		91 minutos	352 min	117
3 x 9				77 minutos		77 min	77
2 ½ x 10				97 minutos		97 min	97
Observaciones: Se considera que la cantidad de aceite en los clavos es moderada, por lo que puede menospreciarse la diferencia entre los tiempos registrados en tomas diferentes. * El 11-05-09 habían pocos clavos cortados, razón por la cual no hubo tomas de tiempo en esta fecha.							



Anexo No. 16
Análisis de las tomas de tiempo realizadas para la pulidora 2

Hoja de observación de estudio de tiempos								
Identificación de la operación: Tiempo de pulido de clavos						Observador:		
Operador/ Máquina: Pulidora numero 2				Aprobación:				
						Resumen		
	Fecha de las tomas						$\sum T$	\bar{T}
Talla del clavo:	11-05-09	12-05-09	13-05-09	14-05-09	15-05-09			
5 x 5	99 minutos	98 minutos				197 min	98.5	
3 x 9		68 minutos				68 min	68	
4 x 6			72 minutos	47 minutos; 66 minutos	50 minutos	235 min	58.7	
2 ½ x10					87 minutos	87 min	87	
Observaciones: La talla 5 x 5 es la que menos aceite se le adhiere en el proceso de cortado de los clavos, por lo que en ocasiones es necesario agregar diesel para que el aserrín pueda cumplir con su función que es absorber la humedad que poseen los clavos y que a la vez genera el brillo que adquiere el clavo, por agitación del tambor. * El 11-05-09 habían pocos clavos cortados, razón por la cual no hubo tomas de tiempo en esta fecha.								



Anexo No. 17
Análisis de las tomas de tiempo realizadas para la pulidora 3

Hoja de observación de estudio de tiempos							
Identificación de la operación: Tiempo de pulido de clavos						Observador:	
Operador/ Máquina: Pulidora numero 3			Aprobación:				
						Resumen	
	Fecha de las tomas						
						$\sum T$	\bar{T}
Talla del clavo:	11-05-09	12-05-09	13-05-09	14-05-09	15-05-09		
3 x 9		112 minutos			70 minutos	182 min	91
2 x 12			75 minutos	114 minutos		189 min	94.5
Observaciones: * El 11-05-09 habían pocos clavos cortados, razón por la cual no hubo tomas de tiempo en esta fecha.							



Anexo No. 18
Análisis de las tomas de tiempo realizadas para la pulidora 4

Hoja de observación de estudio de tiempos							
Identificación de la operación: Tiempo de pulido de clavos						Observador:	
Operador/ Máquina: Pulidora numero 4				Aprobación:			
						Resumen	
	Fecha de las tomas						
Talla del clavo:	11-05-09	12-05-09	13-05-09	14-05-09	15-05-09	$\sum T$	\bar{T}
5 x 5		117 minutos				117 min	117
2 x 12		77 minutos				77 min	77
3 x 9			117 minutos	86 minutos		203 min	101.5
2 ½ x 10				102 minutos	43 minutos	145 min	72.5
Observaciones: * El 11-05-09 habían pocos clavos cortados, razón por la cual no hubo tomas de tiempo en esta fecha.							



Anexo No. 19
Análisis de las tomas de tiempo realizadas para la pulidora 5

Hoja de observación de estudio de tiempos								
Identificación de la operación: Tiempo de pulido de clavos						Observador:		
Operador/ Máquina: Pulidora numero 5			Aprobación:					
						Resumen		
	Fecha de las tomas						$\sum T$	\bar{T}
Talla del clavo:	11-05-09	12-05-09	13-05-09	14-05-09	15-05-09			
3 x 9		94 minutos	77 minutos		68 minutos	239 min	79.67	
5 x 5		86 minutos				86 min	86	
2 ½ x 10				97 minutos		97 min	97	
4 x 6					45 minutos	45 min	45	
Observaciones: Esta pulidora es la que mas desperfectos presento durante el estudio debido a que el esproque acoplado al motor, asi como el acoplado al eje de la pulidora posee demasiados dientes gastados, lo que hace que la relación en la transmisión no sea eficiente ya que hay aflojamiento en la cadena. * El 11-05-09 habían pocos clavos cortados, razón por la cual no hubo tomas de tiempo en esta fecha.								



Anexo No. 20
Cálculo de los costos por pulido para cada máquina

◆ **Pulidora 1**

Talla 2 x 12:

$$E = (3.7\text{Kw})(117\text{minutos} * (\frac{1\text{hors}}{60\text{min utos}})) = 7.215 \text{ Kwh.}$$

$$\text{Costo por pulido} = (7.215 \text{ Kwh})(\$0.16)$$

$$\text{Costo por pulido} = \mathbf{\$1.1544}$$

Talla 2 ½ x 10:

$$E = (3.7\text{Kw})(97\text{minutos} * (\frac{1\text{hors}}{60\text{min utos}})) = 5.9816 \text{ Kwh.}$$

$$\text{Costo por pulido} = (5.9816 \text{ Kwh})(\$0.16)$$

$$\text{Costo por pulido} = \mathbf{\$0.957066}$$

Talla 3 x 9:

$$E = (3.7\text{Kw})(77\text{minutos} * (\frac{1\text{hors}}{60\text{min utos}})) = 4.74833 \text{ Kwh.}$$

$$\text{Costo por pulido} = (4.74833 \text{ Kwh})(\$0.16)$$

$$\text{Costo por pulido} = \mathbf{\$0.759733}$$

◆ **Pulidora 2**

Talla 2 ½ x 10:

$$E = (3.7\text{Kw})(87\text{minutos} * (\frac{1\text{hors}}{60\text{min utos}})) = 5.365 \text{ Kwh.}$$

$$\text{Costo por pulido} = (5.365 \text{ Kwh})(\$0.16)$$

$$\text{Costo por pulido} = \mathbf{\$0.8584}$$

Talla 3 x 9:

$$E = (3.7\text{Kw})(68\text{minutos} * (\frac{1\text{hors}}{60\text{min utos}})) = 4.193333 \text{ Kwh.}$$

$$\text{Costo por pulido} = (4.193333 \text{ Kwh})(\$0.16)$$

$$\text{Costo por pulido} = \mathbf{\$0.670933}$$



Talla 4 x 6:

$$E = (3.7\text{Kw})(58.7\text{minutos} * (\frac{1\text{hors}}{60\text{min utos}})) = 3.619833 \text{ Kwh.}$$

Costo por pulido= (3.619833 Kwh)(\$0.16)

Costo por pulido= **\$0.57**

Talla 5 x 5:

$$E = (3.7\text{Kw})(98.5\text{minutos} * (\frac{1\text{hors}}{60\text{min utos}})) = 6.074166 \text{ Kwh.}$$

Costo por pulido= (6.074166 Kwh)(\$0.16)

Costo por pulido= **\$0.971866**

◆ **Pulidora 3**

Talla 2 x 12:

$$E = (3.7\text{Kw})(94.5\text{minutos} * (\frac{1\text{hors}}{60\text{min utos}})) = 5.8275 \text{ Kwh.}$$

Costo por pulido= (5.8275Kwh)(\$0.16)

Costo por pulido= **\$0.9324**

Talla 3 x 9:

$$E = (3.7\text{Kw})(91\text{minutos} * (\frac{1\text{hors}}{60\text{min utos}})) = 5.611666 \text{ Kwh.}$$

Costo por pulido= (5.611666 Kwh)(\$0.16)

Costo por pulido= **\$0.897866**

◆ **Pulidora 4**

Talla 2 x 12:

$$E = (3.7\text{Kw})(77\text{minutos} * (\frac{1\text{hors}}{60\text{min utos}})) = 4.74833 \text{ Kwh.}$$

Costo por pulido= (4.74833 Kwh)(\$0.16)

Costo por pulido= **\$0.759733**

Talla 2 ½ x 10:

$$E = (3.7\text{Kw})(72.5\text{minutos} * (\frac{1\text{hors}}{60\text{min utos}})) = 4.470833 \text{ Kwh.}$$

Costo por pulido= (4.470833 Kwh)(\$0.16)

Costo por pulido= **\$0.715333**



Talla 3 x 9:

$$E = (3.7\text{Kw})(101.5\text{minutos} * (\frac{1\text{hors}}{60\text{min utos}})) = 6.259166 \text{ Kwh.}$$

$$\text{Costo por pulido} = (6.259166 \text{ Kwh})(\$0.16)$$

$$\text{Costo por pulido} = \mathbf{\$1.001466}$$

Talla 5 x 5:

$$E = (3.7\text{Kw})(117\text{minutos} * (\frac{1\text{hors}}{60\text{min utos}})) = 7.215 \text{ Kwh.}$$

$$\text{Costo por pulido} = (7.215 \text{ Kwh})(\$0.16)$$

$$\text{Costo por pulido} = \mathbf{\$1.1544}$$

◆ **Pulidora 5**

Talla 2 ½ x 10:

$$E = (3.7\text{Kw})(97\text{minutos} * (\frac{1\text{hors}}{60\text{min utos}})) = 5.98166 \text{ Kwh.}$$

$$\text{Costo por pulido} = (5.98166 \text{ Kwh})(\$0.16)$$

$$\text{Costo por pulido} = \mathbf{\$0.957066}$$

Talla 3 x 9:

$$E = (3.7\text{Kw})(79.67\text{minutos} * (\frac{1\text{hors}}{60\text{min utos}})) = 4.91298 \text{ Kwh.}$$

$$\text{Costo por pulido} = (4.91298 \text{ Kwh})(\$0.16)$$

$$\text{Costo por pulido} = \mathbf{\$0.786077}$$

Talla 4 x 6:

$$E = (3.7\text{Kw})(45\text{minutos} * (\frac{1\text{hors}}{60\text{min utos}})) = 2.775 \text{ Kwh.}$$

$$\text{Costo por pulido} = (2.775 \text{ Kwh})(\$0.16)$$

$$\text{Costo por pulido} = \mathbf{\$0.444}$$

Talla 5 x 5:

$$E = (3.7\text{Kw})(86\text{minutos} * (\frac{1\text{hors}}{60\text{min utos}})) = 5.303333 \text{ Kwh.}$$

$$\text{Costo por pulido} = (5.30333 \text{ Kwh})(\$0.16)$$

$$\text{Costo por pulido} = \mathbf{\$0.8485333}$$



Anexo No. 21

Aplicación del método Húngaro para encontrar costos mínimos por pulido

Se necesita saber la asignación correcta para 5 diferentes tallas de clavos para lo cual se cuenta con 5 máquinas pulidoras, la matriz esta dada con los datos obtenidos de la tabla de los promedios de tiempo de pulido y los espacios en blanco son rellenados con la cifra M a Fin de balancear la matriz y poder trabajar con el algoritmo Hungaro.

		Máquinas pulidoras				
		1	2	3	4	5
Tallas de los clavos	2 x 12	117	M	94.5	77	M
	2 ½ x 10	97	87	M	72.5	97
	3 x 9	77	68	91	101.5	79.67
	4 x 6	M	58.7	M	M	45
	5 x 5	M	98.5	M	117	86

Encontrando la matriz reducida

Talla	Pulidora					Mínimo por fila
	1	2	3	4	5	
2 x 12	117	M	94.5	77	M	77
2 1/2 x 10	97	87	M	72.5	97	72.5
3 x 9	77	68	91	101.5	79.67	68
4 x 6	M	58.7	M	M	45	45
5 x 5	M	98.5	M	117	86	86

Talla	Pulidora				
	1	2	3	4	5
2 x 12	40	M-77	17.5	0	M-77
2 1/2 x 10	24.5	14.5	M-72.5	0	24.5
3 x 9	9	0	23	33.5	11.67
4 x 6	M-45	13.7	M-45	M-45	0
5 x 5	M-86	12.5	M-86	31	0

Mínimo por columna	9	0	17.5	0	0
--------------------	---	---	------	---	---



Trazando los segmentos:

Talla	Pulidora				
	1	2	3	4	5
2 x 12	31	M-77	0	0	M-77
2 1/2 x 10	15.5	14.5	M-90	0	24.5
3 x 9	0	0	5.5	33.5	11.67
4 x 6	M-54	13.7	M-54	M-45	0
5 x 5	M-95	12.5	M-95	31	0

Como no se cumple la condición de que $m=n$ entonces encontramos el mínimo no cubierto y lo restamos

Mínimo no cubierto= 12.5

Talla	Pulidora				
	1	2	3	4	5
2 x 12	31	M-77	0	12.5	M-77
2 1/2 x 10	3	2	M-102.5	0	24.5
3 x 9	0	0	5.5	46	11.67
4 x 6	M-66.5	1.2	M-66.5	M-57.5	0
5 x 5	M-107.5	0	M-107.5	31	0

Como $m=n$ asignaciones entonces podemos asignar de manera optima.

Conclusión:

- La talla 2 x 12 se debe pulir en la máquina pulidora numero 3.**
- La talla 2 ½ x 10 se debe pulir en la máquina pulidora numero 4.**
- La talla 3 x 9 se debe pulir en la máquina pulidora numero 1.**
- La talla 4 x 6 se debe pulir en la máquina pulidora numero 5.**
- La talla 5 x 5 se debe pulir en la máquina pulidora numero 2.**

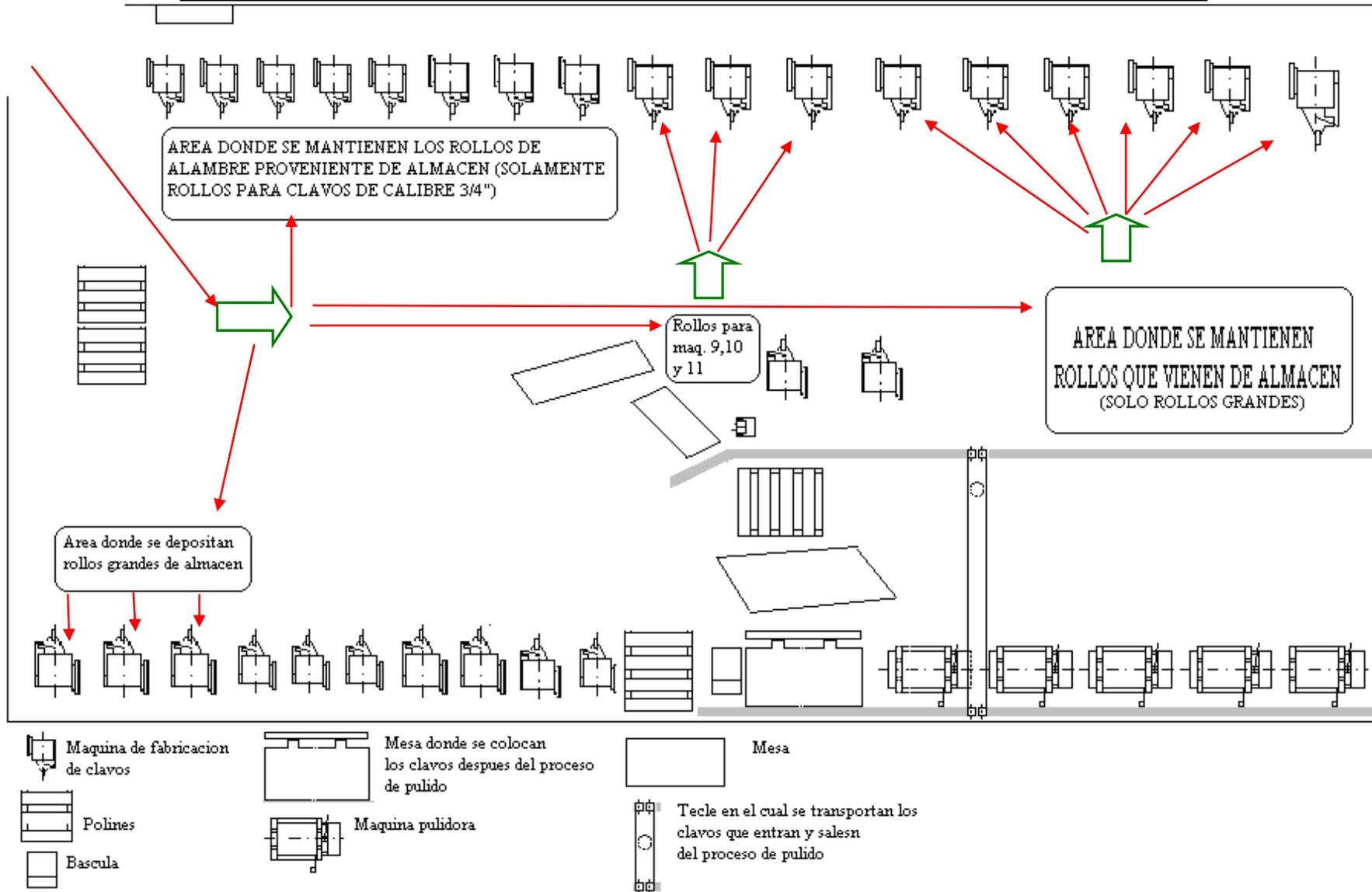
Los costos totales mínimos por pulir son:

		Pulidora 1	Pulidora 2	Pulidora 3	Pulidora 4	Pulidora 5
1	Talla: 2 x 12			\$0.9324		
2	Talla: 2 ½ x 10				\$0.715333	
3	Talla: 3 x 9	\$0.759733				
4	Talla: 4 x 6					\$0.444
5	Talla: 5 x 5		\$0.971866			



Anexo No. 22

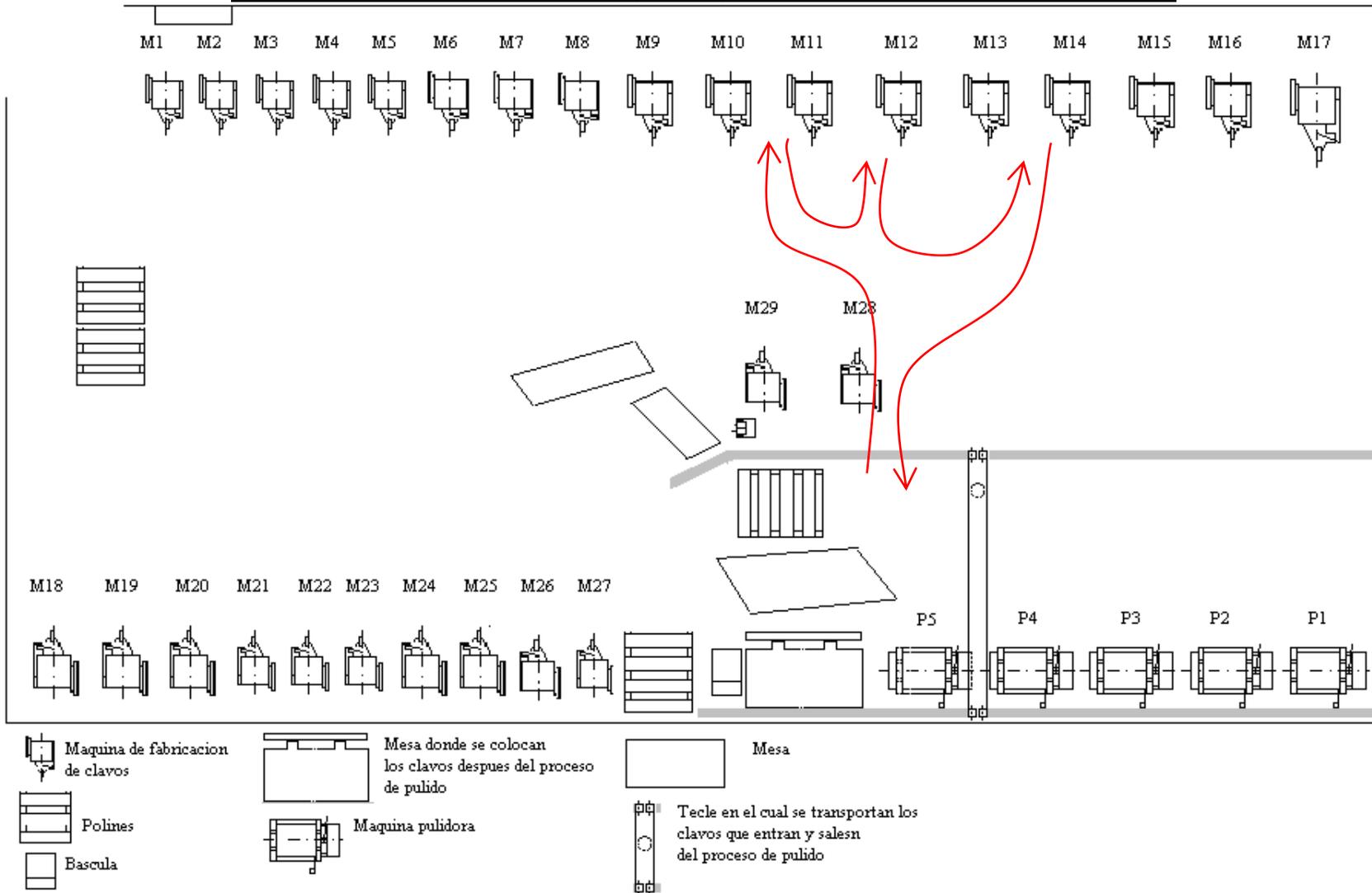
Flujo de materiales de los rollos de alambre provenientes de almacén de materia prima.





Anexo No. 23

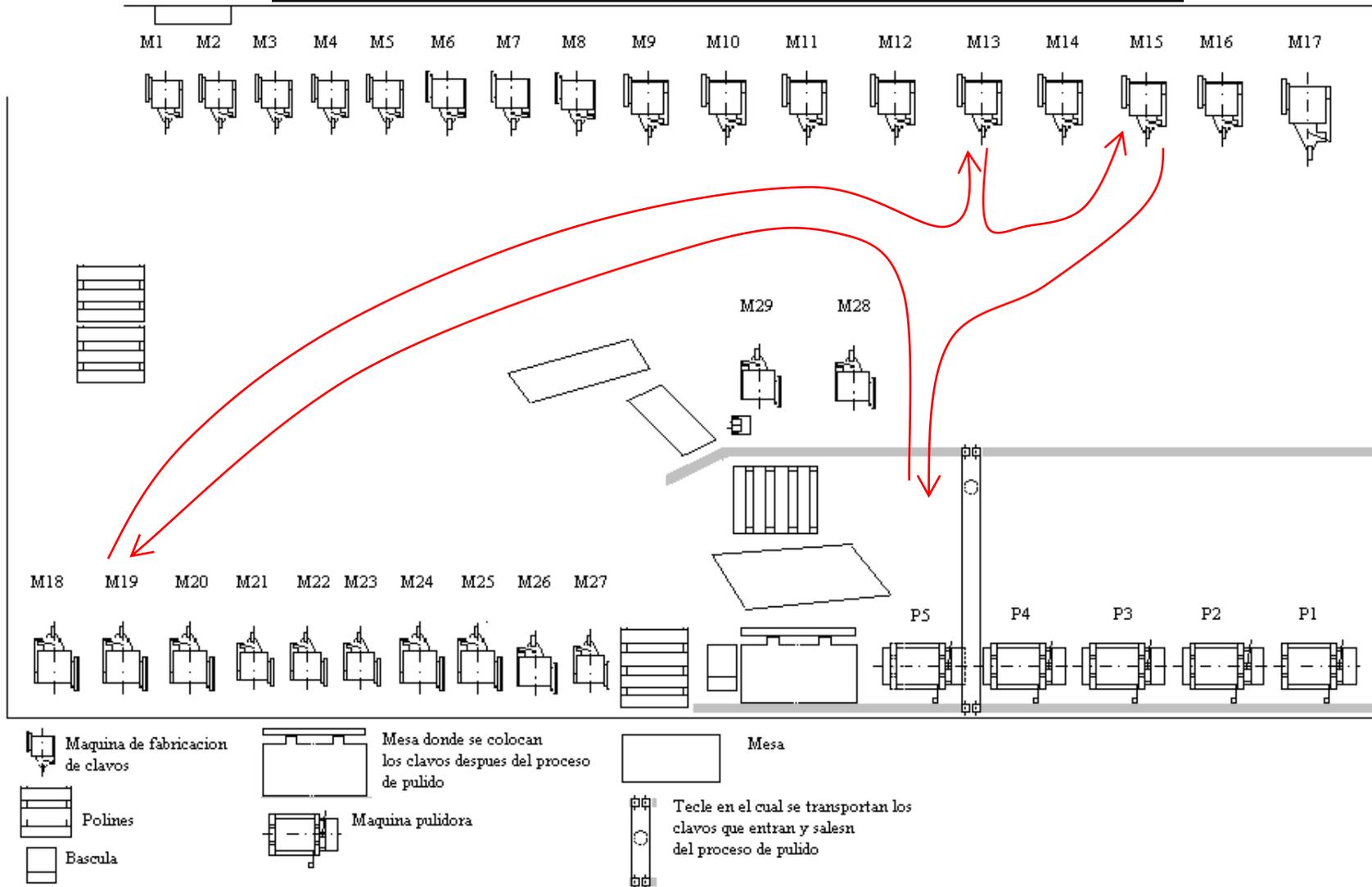
Recorrido de los operadores de pulido para colectar los clavos talla 2 1/2 x 10





Anexo No. 24

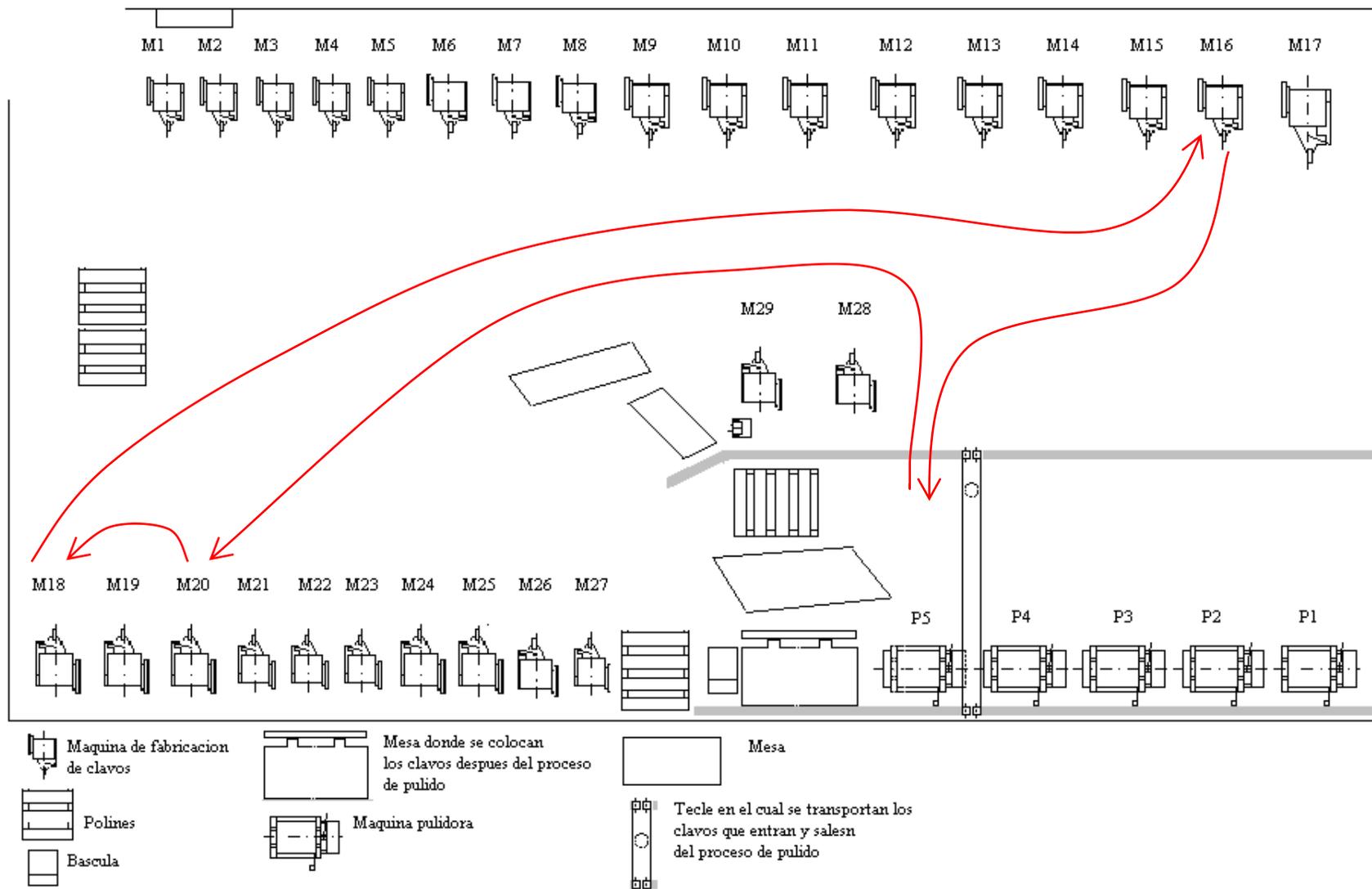
Recorrido de los operadores de pulido para coleccionar los clavos talla 2 x 12





Anexo No. 25

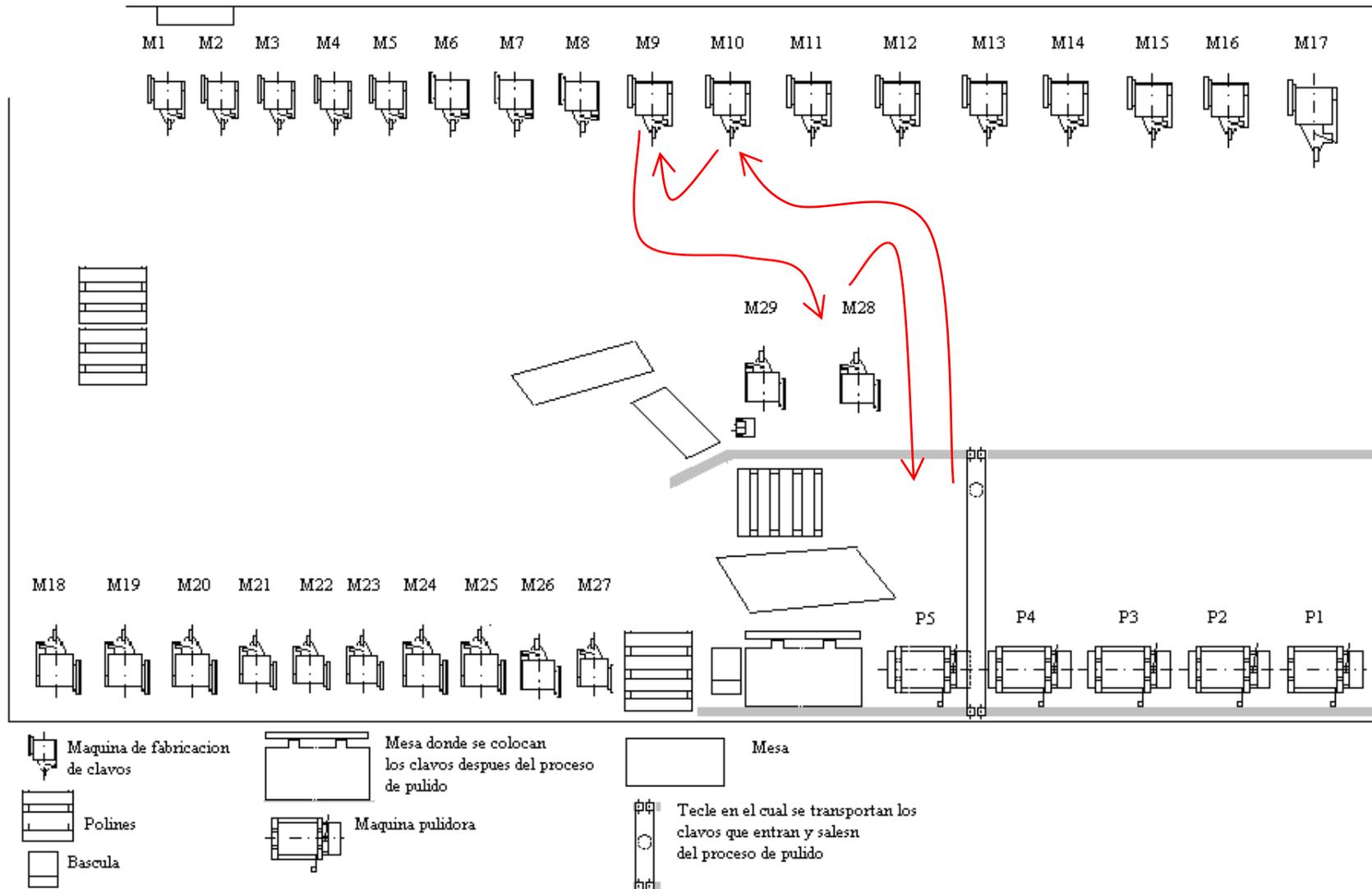
Recorrido de los operadores de pulido para coleccionar los clavos talla 3 x 9





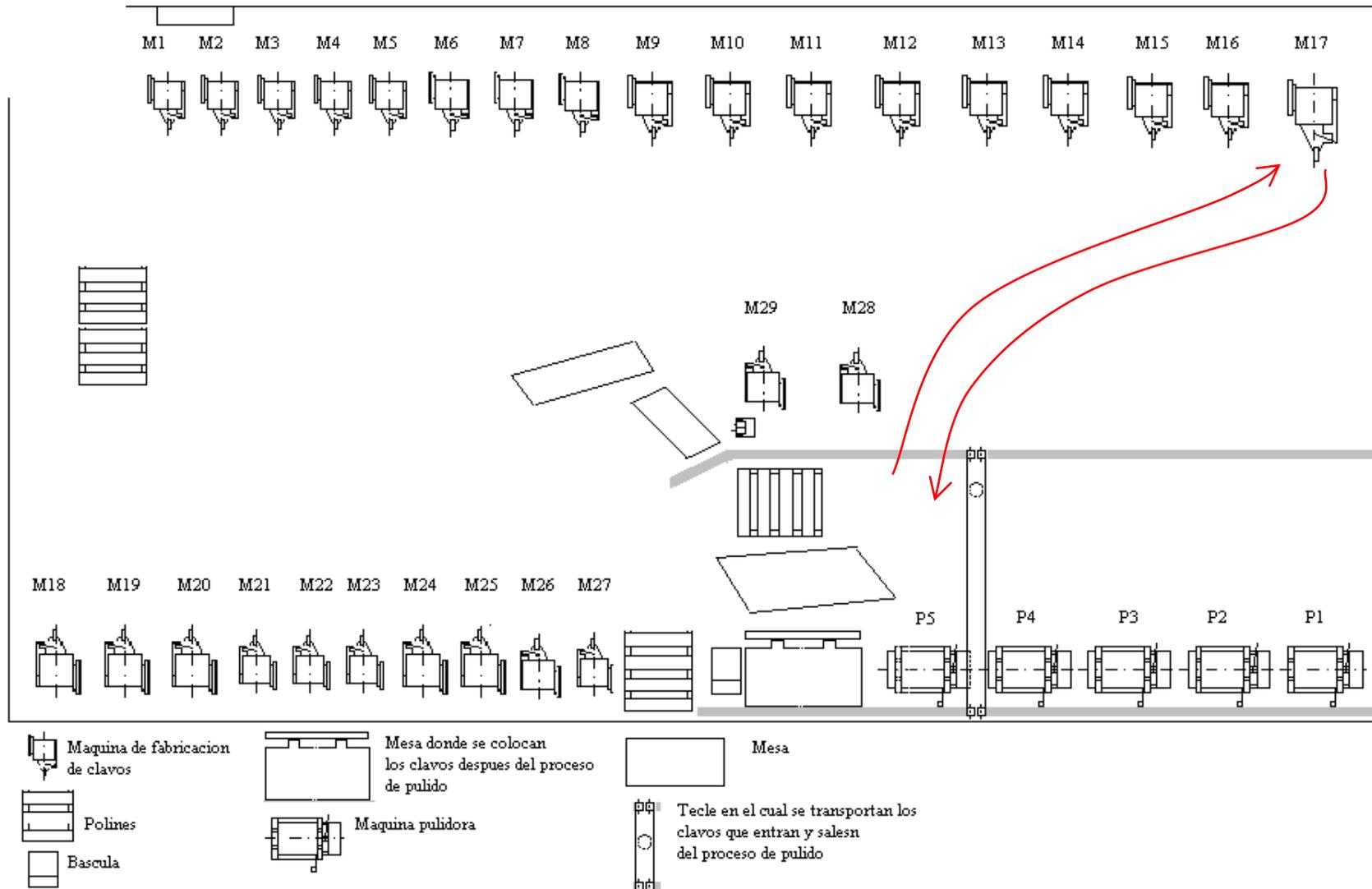
Anexo No. 26

Recorrido de los operadores de pulido para colectar los clavos talla 1 ½ x 14





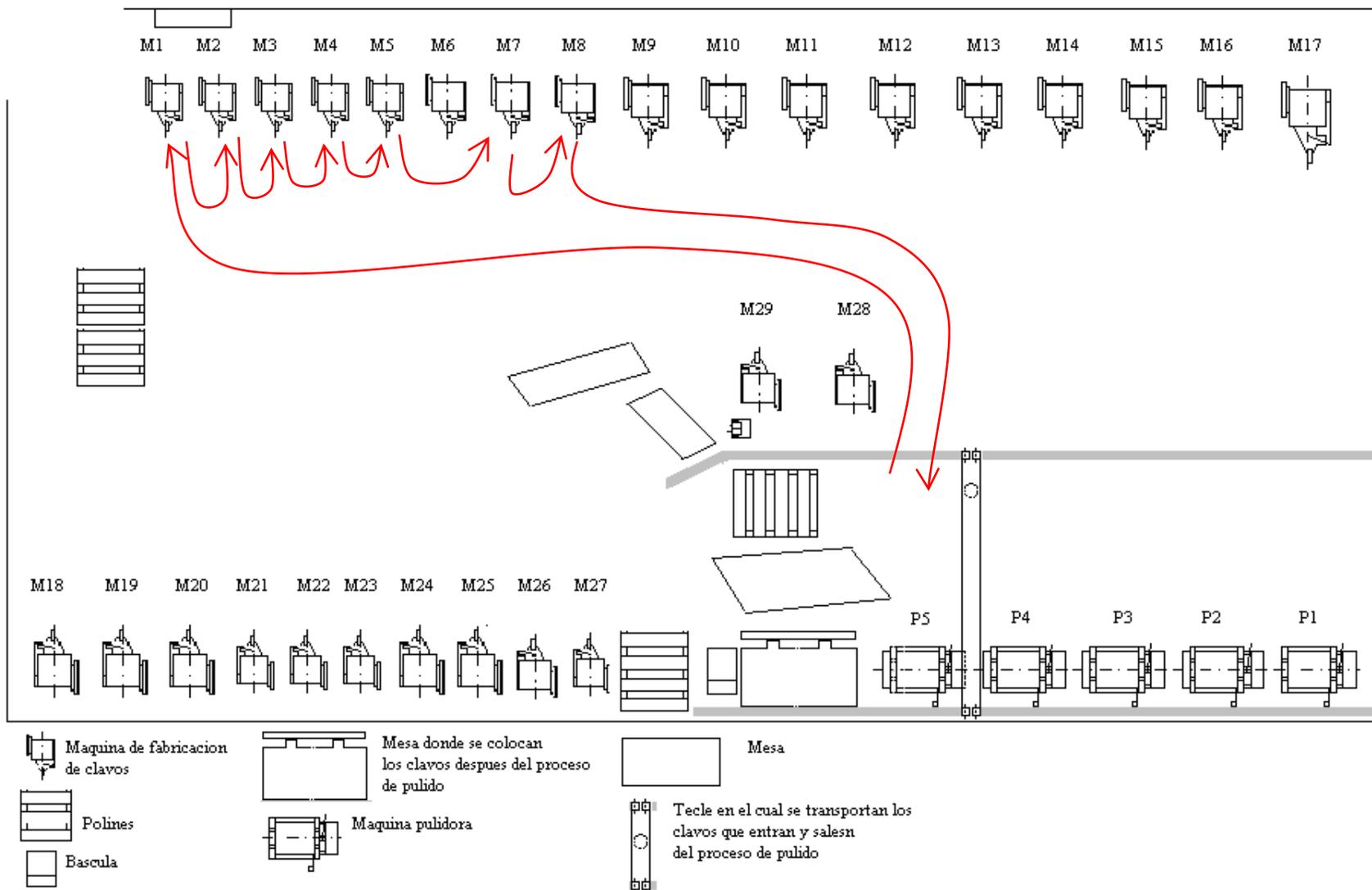
Anexo No. 27 Recorrido de los operadores de pulido para colectar los clavos talla 4 x 6 y 5 x 5





Anexo No. 28

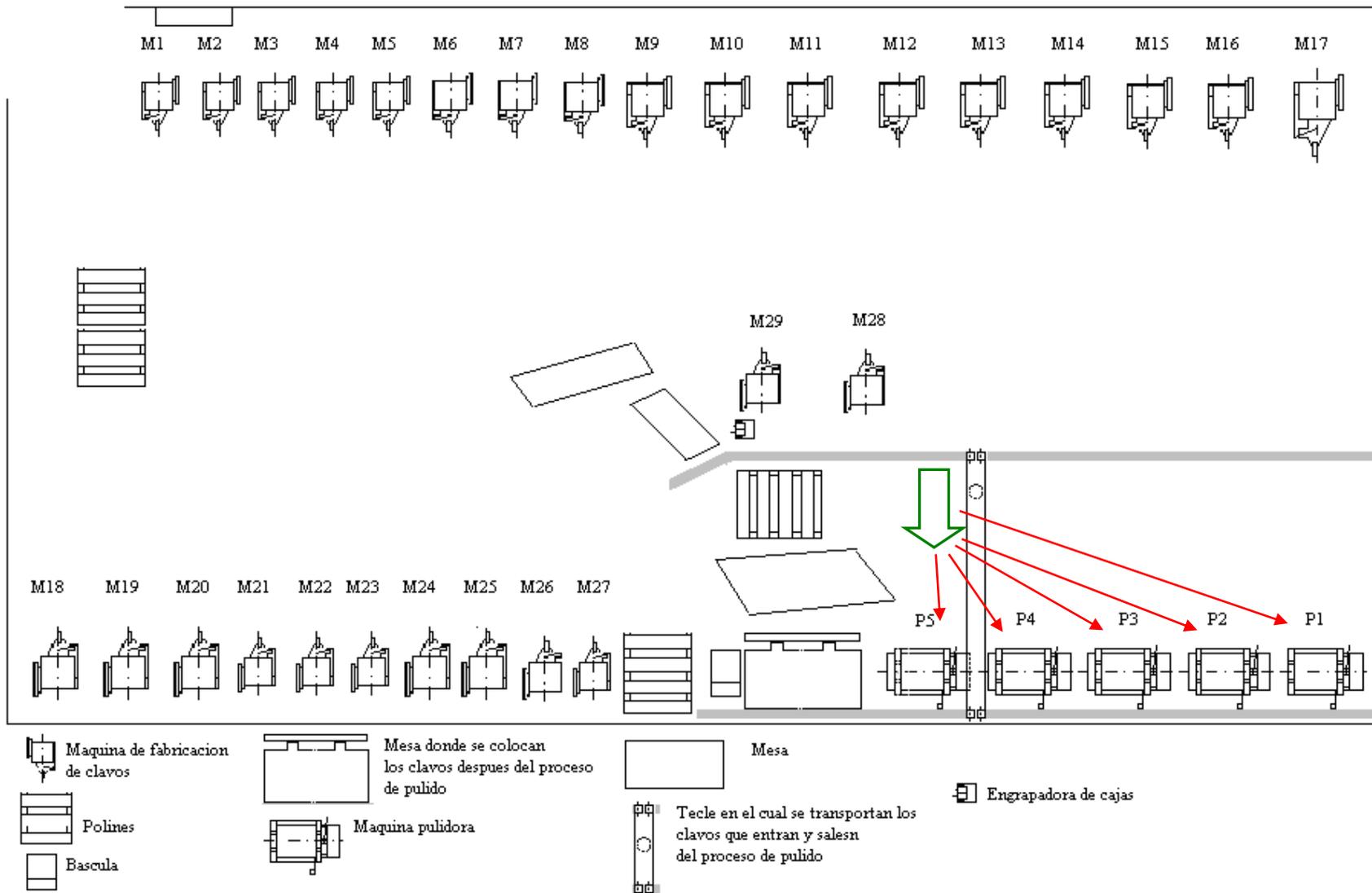
Recorrido de los operadores de pulido para coleccionar los clavos talla 1 x 17 y 3/4 x 18





Anexo No. 29

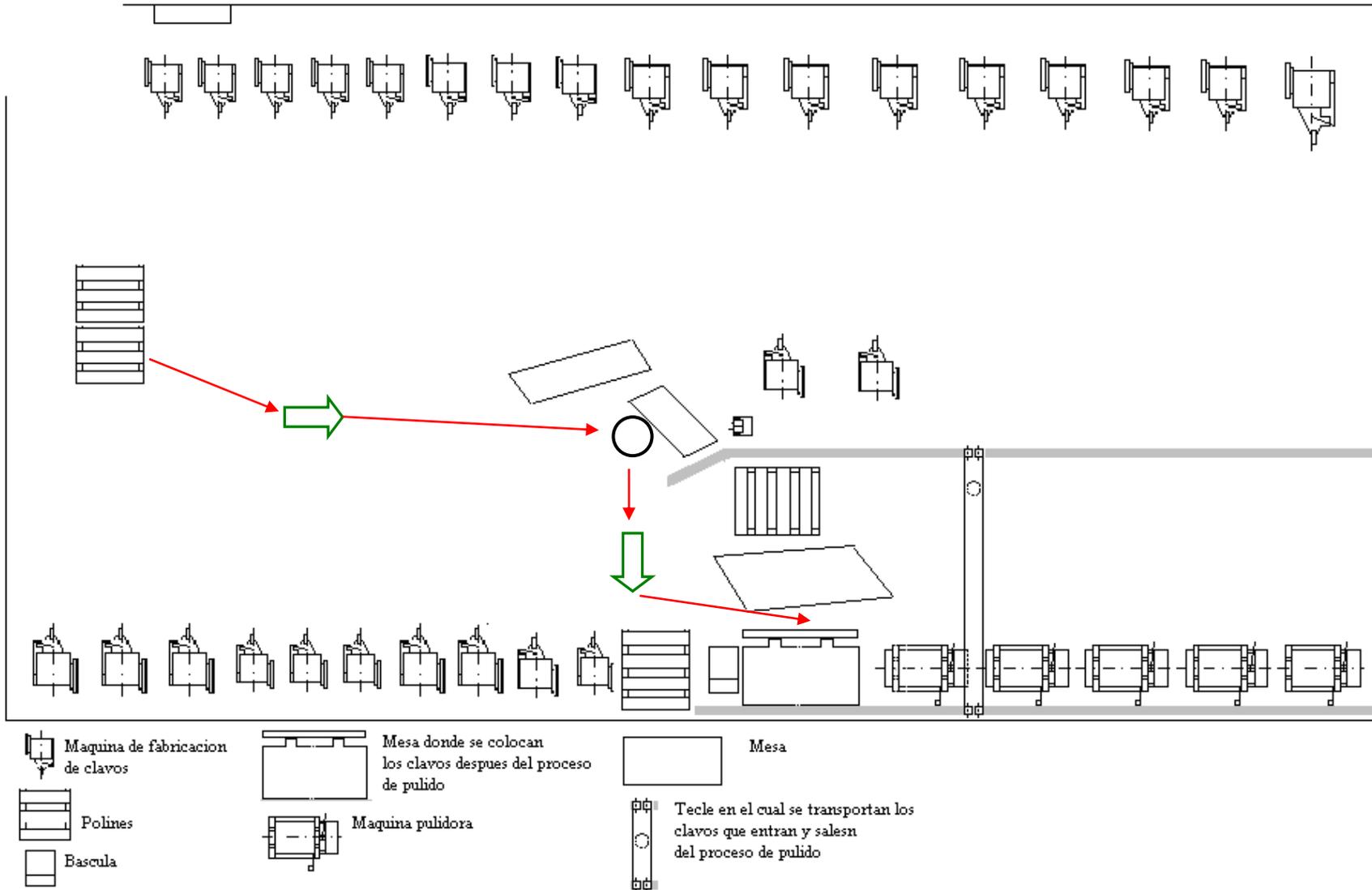
Transporte de los clavos colectados a los tambores en las tinas metálicas por medio del tecele mecánico





Anexo No. 30

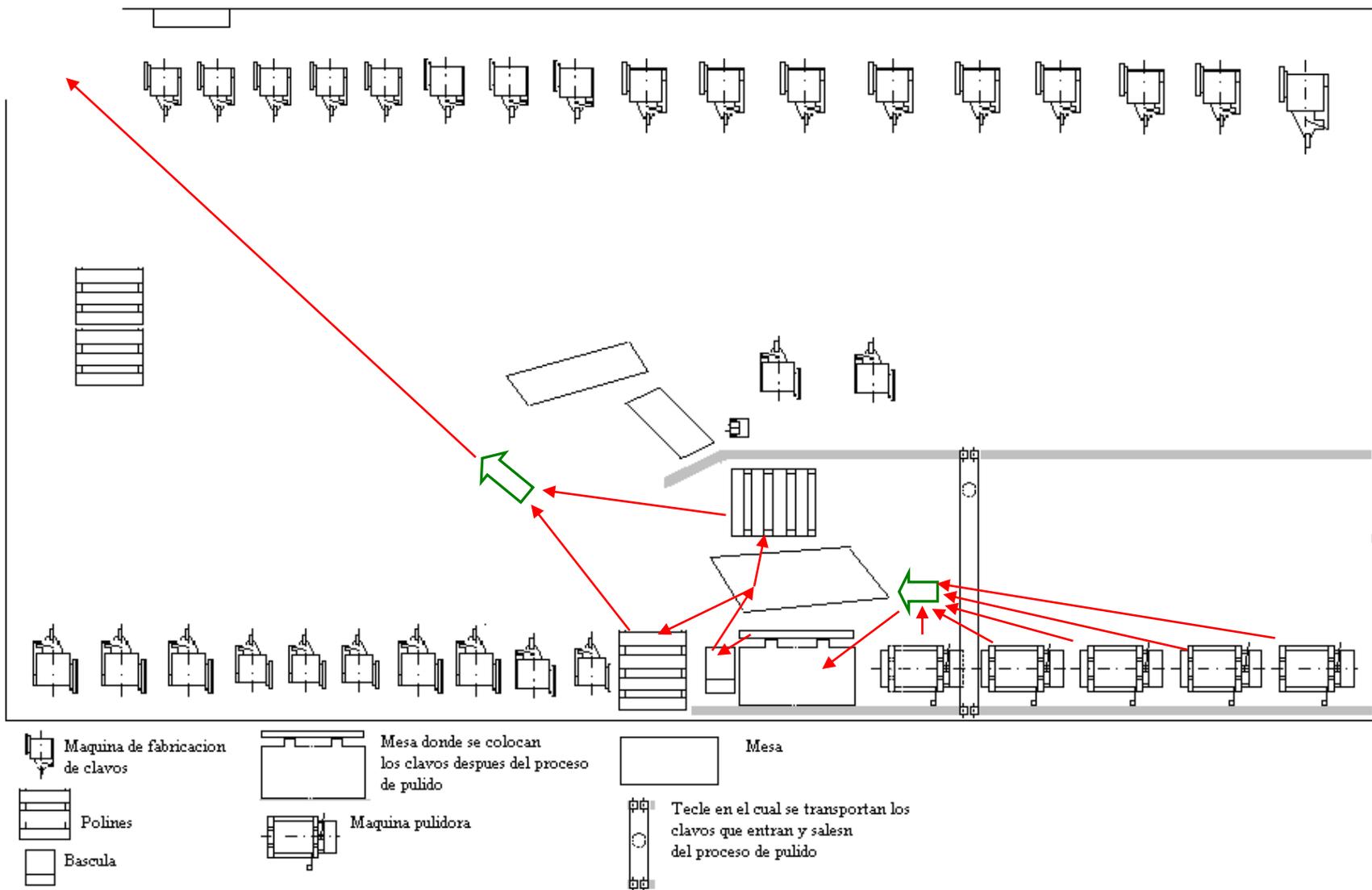
Recorrido de las cajas de cartón vacías a la mesa de armado y luego a la mesa de empaque.





Anexo No. 31

Transporte de los clavos pulidos hacia la mesa de empaque y luego hacia el almacén de productos terminados.





Anexo No. 32

Tiempos medidos en que los operadores de las máquinas cortadoras de clavos cambian rollos de alambre nuevos.

Tiempos expresados en minutos

M 17	M 12	M 9,10,28	M 14	M 1,2,3,4,5,7,8	M 11	M 16,18,20	M 15	M 13	M 19
3.66 6	6.35	8	5	9	5.33 3	8.516	4.03 3	5.31 6	5.5
4.68 3	4.25	5.133	3.8	13.85	7.35	4.716	5.3	7	
3.0	5.51 6		6.58 3	6	4	7.2	4.7		
3.36 6	8.41 6			5.43	6.11 6	9	5.75		
5.45	7.0					9.083	4.5		
4.78 3									
4.15 8									

M 17	M 12	M 9,10,28	M 14	M 1,2,3,4,5,7,8	M 11	M 16,18,20	M 15	M 13	M 19
Promedio en minutos									
4.0	6	6	5	8	5	7	4	6	5
Segundos									
10	18	34	7.66	34	42	42	51	9	30



Anexo No. 33

Velocidad de corte de las máquinas cortadoras de clavos.

▪ **Máquina numero 17:**

Esta máquina es la que se encarga de cortar los clavos de mayor calibre como son 4 x 6 y 5 x 5, se realizó una toma de tiempo según la fecha y los resultados se muestran a continuación:

Fecha: 06-05-09

Talla de clavo: 4 x 6

Hora de inicio del rollo calibre 6: 07:50 a.m.

Hora de finalización del rollo calibre 6: 09:30 a.m.

Velocidad de corte de la máquina 17 = 1 hora 40 minutos= 1.6666667 horas por rollo calibre 6, es decir 283.14 kg de clavos cortados calibre 4 x 6, y 169.8836kg/hora.

Fecha: 11-05-09

Talla del clavo: 5 x 5

Hora de inicio del rollo calibre 5: 09:37 a.m.

Hora de finalización del rollo calibre 5: 10:30 a.m.

Velocidad de corte de la máquina 17= 53 minutos = 0.88333333 horas por rollo calibre 5, es decir 292.5 kg de clavos cortados calibre 5 x 5, y 331.1320 kg/hora.

Tiempo promedio que tarda el operador en introducir el extremo del nuevo rollo y echar a andar la máquina es **4 minutos 10 segundos.**

Si los paros de máquina fueran únicamente para cambiar rollos entonces se puede estimar la producción diaria de clavos, ya sea 4 x 6 ó 5 x 5, sabiendo que se trabaja 10 horas diarias.

Producción de clavos 4 x 6

Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	08:40:00	08:44:10	283.14



08:44:10	10:24:10	10:28:20	283.14
10:28:20	12:08:20 p.m.	12:12:30 p.m.	283.14
12:12:30 p.m.	01:52:30 p.m.	01:56:40 p.m.	283.14
01:56:40 p.m.	03:36:40 p.m.	03:40:50 p.m.	283.14
03:40:50 p.m.	05:20:50 p.m.	05:25:00 p.m.	283.14

Vemos que el último rollo no terminara por completo por lo que el tiempo laborable es hasta las cinco, entonces, el último rollo dilata 01:18:10, es decir 1.302777778 horas, haciendo una regla de tres para conocer la producción en este tiempo tenemos:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{1.6666667\text{horas}}\right)(1.302777778\text{horas})\left(\frac{283.14\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 221.3211 \text{ Kg}$$

Producción total aproximada= **1637.0211 kg** de clavos 4 x 6

Al calcular la producción aproximada, también determinamos que se requieren 6 rollos calibre 6 al inicio del día para evitar así los paros por la falta de materia prima.

Producción de clavos 5 x 5

Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	07:53:00	07:57:10	292.5
07:57:10	08:50:10	08:54:20	292.5
08:54:20	09:47:20	09:51:30	292.5
09:51:30	10:44:30	10:48:40	292.5
10:48:40	11:41:40	11:45:50	292.5
11:45:50	12:38:50 p.m.	12:43:00 p.m.	292.5
12:43:00 p.m.	01:36:00 p.m.	01:40:10 p.m.	292.5
01:40:10 p.m.	02:33:10 p.m.	02:37:20 p.m.	292.5
02:37:20 p.m.	03:30:20 p.m.	03:34:30 p.m.	292.5
03:34:30 p.m.	04:27:30 p.m.	04:31:40 p.m.	292.5
04:31:40 p.m.	05:24:40 p.m.	05:28:50 p.m.	292.5

El último rollo solo permanece trabajando 28 minutos 20 segundos equivalente a 0.472222 horas.

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{0.8833333\text{horas}}\right)(0.47222222\text{horas})\left(\frac{292.5\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 156.3679 \text{ Kg}$$

Producción total aproximada= **3081.3979 kg** de clavos 5 x 5



El total de rollos a suplir por día es de 11 para que la producción no se interrumpa.

▪ **Máquinas número 16, 18 Y 20**

Estas máquinas cortan los clavos talla 3 x 9, se realizó un experimento para conocer la velocidad de corte de estas tres máquinas, en el cual colocó un recipiente durante un tiempo de 5 minutos y luego se peso en la báscula de empaque, los resultados se proyectaron para determinar la velocidad de corte y la producción estimada al final del día.

Resultados del experimento realizado

Máquina	Producción en 5 minutos	Producción por hora	Producción por día (10horas)
16	7.63 kg	91.62 kg	916.204 kg
18	8 kg	96 kg	960 kg
20	8.9 kg	106.8 kg	1068 kg

Máquina 16

El tiempo promedio en cambiar un rollo es 7 minutos 42 segundos y un rollo de 209.2kg lo corta la máquina en:

$$\left(\frac{1\text{Hora}}{104.3532\text{kg}}\right) 209.2 \text{ Kg} = 2.283333333\text{horas} \approx \mathbf{2 \text{ horas } 17 \text{ minutos.}}$$

Tomando en cuenta el tiempo en que se cambia un rollo, tenemos la producción del día:

Producción de clavos talla 3 x 9.

Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	09:17:00	09:24:42	209.2
09:24:42	11:41:42	11:49:24	209.2
11:49:24	02:06:24 p.m.	02:14:06 p.m.	209.2
02:14:06 p.m.	04:31:06 p.m.	04:38:48 p.m.	209.2
04:38:48 p.m.	06:55:48 p.m.	07:03:30 p.m.	209.2



El último rollo es cortado durante 21 minutos 12 segundos ≈ 0.3533333333 horas y alcanza a producir:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{2.283333333\text{horas}}\right) (0.353333333\text{horas}) \left(\frac{209.2\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 32.37 \text{ Kg}$$

La cantidad de rollos a suplir para la máquina 16 es 5 diarios.
Producción total aproximada= **869.17 kg.**

Máquina 18.

El tiempo promedio en cambiar un rollo es 7 minutos 42 segundos y un rollo de 209.2kg lo corta la máquina en:

$$\left(\frac{1\text{Hora}}{96\text{kg}}\right) 209.2 \text{ Kg} = 2.17916 \text{ horas} \approx \mathbf{2 \text{ horas } 10 \text{ minutos y } 45 \text{ segundos.}}$$

Producción de clavos 3 x 9.

Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	09:10:45	09:18:27	209.2
09:18:27	11:29:12	11:36:54	209.2
11:36:54	01:47:39 p.m.	01:55:21 p.m.	209.2
01:55:21 p.m.	04:06:06 p.m.	04:13:48 p.m.	209.2
04:13:48 p.m.	06:24:33 p.m.	06:32:15 p.m.	209.2

El último rollo se corta durante 46 minutos 12 segundos ≈ 0.77 horas y alcanza a producir:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{2.17916\text{horas}}\right) (0.77\text{horas}) \left(\frac{209.2\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 73.92 \text{ Kg}$$

La cantidad de rollos a suplir para la máquina 18 es 5 diario.

Producción total aproximada= **910.12 Kg.**

Máquina 20.

El tiempo promedio en cambiar un rollo es 7 minutos 42 segundos y un rollo de 209.2kg lo corta la máquina en:

$$\left(\frac{1\text{Hora}}{106.8\text{kg}}\right) 209.2 \text{ Kg} = 1.9588 \text{ horas} \approx \mathbf{1 \text{ horas } 57 \text{ minutos y } 31 \text{ segundos.}}$$



Producción de clavos 3 x 9.

Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	08:57:31	09:05:13	209.2
09:05:13	11:02:44	11:10:26	209.2
11:10:26	01:07:57 p.m.	01:15:39 p.m.	209.2
01:15:39 p.m.	03:13:10 p.m.	03:20:52 p.m.	209.2
03:20:52 p.m.	05:18:23 p.m.	05:26:05 p.m.	209.2

El último rollo es cortado durante 1 hora 39 minutos 8 segundos ≈ 1.6522222 horas y alcanza a cortar:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{1.9588\text{horas}}\right)(1.6522222\text{horas})\left(\frac{209.2\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 176.45 \text{ Kg}$$

La cantidad de rollos a suplir para la máquina 20 es 5 diarios.

Producción total aproximada= **1013.25 kg**

En total para la talla 3 x 9 se requiere diario 18 rollos de alambre calibre 9.

Producción total de las tres máquinas al final del día= 2792.54 kg

▪ **Máquinas numero 13, 15 Y 19**

Estas máquinas son las encargadas de cortar clavos talla 2 x 12, se realizó el mismo experimento para conocer la velocidad de corte de estas tres máquinas.

Resultados del experimento.

Máquina	Producción en 5 minutos	Producción por hora	Producción por día (10horas)
13	5.6 kg	67.2 kg	672 kg
15	4.9 kg	58.8 kg	588 kg
19	5.3 kg	63.6 kg	636 kg

Máquina 13.

El tiempo promedio en cambiar un rollo es 6 minutos 9 segundos y un rollo de 228.66kg lo corta la máquina en:

$$\left(\frac{1\text{Hora}}{67.2\text{kg}}\right) 228.66 \text{ Kg} = 3.4026 \text{ horas} \approx \mathbf{3 \text{ horas } 24 \text{ minutos y } 9 \text{ segundos.}}$$

Producción de clavos talla 2 x 12.



Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	10:24:09	10:30:18	228.66
10:30:18	01:54:27 p.m.	02:00:36 p.m.	228.66
02:00:36 p.m.	05:24:45 p.m.	05:30:54 p.m.	228.66

El último rollo se corta durante 2 horas 59 minutos 24 segundos ≈ 2.99 horas y alcanza a producir:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{3.4026\text{horas}}\right) (2.99\text{horas}) \left(\frac{228.66\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 200.9326 \text{ Kg}$$

La cantidad de rollos a suplir para la máquina 13 es 3 diario.

Producción total aproximada= **658.25 kg**

Máquina 15.

El tiempo promedio en cambiar un rollo es 4 minutos 51 segundos y un rollo de 228.66kg lo corta la máquina en:

$$\left(\frac{1\text{Hora}}{58.8\text{kg}}\right) 228.66 \text{ Kg} = 3.8887 \text{ horas} \approx \mathbf{3 \text{ horas } 53 \text{ minutos y } 19 \text{ segundos.}}$$

Producción de clavos talla 2 x 12.

Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	10:53:19	10:58:10	228.66
10:58:10	02:51:29 p.m.	02:56:20 p.m.	228.66
02:56:20 p.m.	06:49:39 p.m.	06:54:30 p.m.	228.66

El último es trabajado durante 2 horas 3 minutos 40 segundos ≈ 2.0611 horas y alcanza a producir:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{3.8887\text{horas}}\right) (2.0611\text{horas}) \left(\frac{228.66\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 121.19 \text{ Kg}$$

La cantidad de rollos a suplir para la máquina 15 es 3 diario.

Producción total aproximada= **578.51 kg**



Máquina 19.

El tiempo promedio en cambiar un rollo es 5 minutos 30 segundos y un rollo de 228.66kg lo corta la máquina en:

$$\left(\frac{1\text{Hora}}{63.6\text{kg}}\right) 228.66 \text{ Kg} = 3.5952 \text{ horas} \approx \mathbf{3 \text{ horas } 35 \text{ minutos y } 43 \text{ segundos.}}$$

Producción de clavos talla 2 x 12.

Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	10:35:43	10:41:13	228.66
10:41:13	02:16:56 p.m.	02:22:26 p.m.	228.66
02:22:26 p.m.	05:58:09 p.m.	06:03:39 p.m.	228.66

El último rollo se máquina durante 2 horas 37 minutos 34 segundos ≈ 2.6291 horas y alcanza a producir:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{3.5952\text{horas}}\right) (2.6291\text{horas}) \left(\frac{228.66\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 167.21 \text{ Kg}$$

La cantidad de rollos a suplir para la máquina 19 es 3 diario.

Producción total aproximada= **624.53 kg**

Producción total de las tres máquinas al final del día= 1861.29 kg

▪ Máquinas número 11, 12 Y 14

Estas máquinas son las encargadas de cortar clavos talla 2 ½ x 10, se realizó el mismo experimento, dando las estimaciones de la tabla.

Resultados del experimento.

Máquina	Producción en 5 minutos	Producción por hora	Producción por día (10horas)
11	9.6 kg	115.2 kg	1152 kg



12	8.5 kg	102 kg	1020 kg
14	9.7 kg	116.4 kg	1164 kg

Máquina 11.

El tiempo promedio en cambiar un rollo es 5 minutos 42 segundos y un rollo de 187.33kg lo corta la máquina en:

$$\left(\frac{1\text{Hora}}{115.2\text{kg}}\right) 187.33 \text{ Kg} = 1.6261 \text{ horas} \approx \mathbf{1 \text{ horas } 37 \text{ minutos y } 34 \text{ segundos.}}$$

Producción de clavos talla 2 ½ x 10.

Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	08:37:34	08:43:16	187.33
08:43:16	10:20:50	10:26:32	187.33
10:26:32	12:04:06	12:09:48	187.33
12:09:48	01:47:22 p.m.	01:53:04 p.m.	187.33
01:53:04 p.m.	03:30:38 p.m.	03:36:20 p.m.	187.33
03:36:20 p.m.	05:13:54 p.m.	05:19:36 p.m.	187.33

El último rollo se corta durante 1 hora 23 minutos 40 segundos ≈ 1.394444 horas y alcanza a producir:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{1.6261\text{horas}}\right) (1.394444\text{horas}) \left(\frac{187.33\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 160.64 \text{ Kg}$$

La cantidad de rollos a suplir para la máquina 11 es 6 diario.

Producción total aproximada= **1,097.29 kg**

Máquina 12.

El tiempo promedio en cambiar un rollo es 6 minutos 18 segundos y un rollo de 187.33kg lo corta la máquina en:

$$\left(\frac{1\text{Hora}}{102\text{kg}}\right) 187.33 \text{ Kg} = 1.8365 \text{ horas} \approx \mathbf{1 \text{ horas } 50 \text{ minutos y } 11 \text{ segundos.}}$$



Producción de clavos talla 2 ½ x 10.

Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	08:50:11	08:56:29	187.33
08:56:29	10:46:40	10:52:58	187.33
10:52:58	12:43:09	12:49:27	187.33
12:49:27	02:39:38 p.m.	02:45:56 p.m.	187.33
02:45:56 p.m.	04:36:07 p.m.	04:42:25 p.m.	187.33
04:42:25 p.m.	06:32:36 p.m.	06:38:54 p.m.	187.33

El último rollo se corta durante 17 minutos 35 segundos ≈ 0.293055 y alcanza a producir:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{1.8365\text{horas}}\right)(0.293055\text{horas})\left(\frac{187.33\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 29.89 \text{ Kg}$$

La cantidad de rollos a suplir para la máquina 11 es 6 diario.

Producción total aproximada= **966.54 kg**

Máquina 14.

El tiempo promedio en cambiar un rollo es 5 minutos 8 segundos y un rollo de 187.33kg lo corta la máquina en:

$$\left(\frac{1\text{Hora}}{116.4\text{kg}}\right) 187.33 \text{ Kg} = 1.6093 \text{ horas} \approx \mathbf{1 \text{ hora } 36 \text{ minutos y } 33 \text{ segundos.}}$$

Producción de clavos talla 2 ½ x 10.

Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	08:36:33	08:41:41	187.33
08:41:41	10:18:14	10:23:22	187.33
10:23:22	11:59:55	12:05:03	187.33
12:05:03	01:41:36 p.m.	01:46:44 p.m.	187.33
01:46:44 p.m.	03:23:17 p.m.	03:28:25 p.m.	187.33
03:28:25 p.m.	05:04:58 p.m.	05:10:06 p.m.	187.33

El último rollo se corta durante 1 hora 31 minutos 35 segundos ≈ 1.5263 horas y alcanza a producir:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{1.6093\text{horas}}\right)(1.5263\text{horas})\left(\frac{187.33\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 177.66 \text{ Kg}$$

La cantidad de rollos a suplir para la máquina 14 es 6 diario.



Producción total aproximada= **1,114.31 kg**

Producción total de las tres máquinas al final del día= 3178.15 kg

▪ **Máquinas número 9, 10 Y 28**

Estas máquinas son las encargadas de cortar clavos talla 1 ½ x 14, se realizó el mismo experimento brindando los datos de la tabla.

Resultados del experimento.

Máquina	Producción en 5 minutos	Producción por hora	Producción por día (10horas)
9	2.8 kg	33.6 kg	336 kg
10	2.9 kg	34.8 kg	348 kg
28	3 kg	36 kg	360 kg

Máquina 9.

El tiempo promedio en cambiar un rollo es 6 minutos 34 segundos y un rollo de 251.71kg lo corta la máquina en:

$$\left(\frac{1\text{Hora}}{33.6\text{kg}}\right) 251.71 \text{ Kg} = 7.4913 \text{ horas} \approx \mathbf{7 \text{ horas } 29 \text{ minutos y } 28 \text{ segundos.}}$$

Producción de clavos talla 1 ½ x 14.

Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	02:29:28 p.m.	02:36:02 p.m.	251.71
02:36:02 p.m.	10:05:30 p.m.	10:12:04 p.m.	251.71

El último rollo lo corta la máquina durante 2 hora 23 minutos 58 segundos ≈ 2.3994 horas y alcanza a producir:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{7.4913\text{horas}}\right) (2.3994\text{horas}) \left(\frac{251.71\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 80.6205 \text{ Kg}$$

La cantidad de rollos a suplir para la máquina 9 es 2 diario.



Producción total aproximada= **332.33 kg**

Máquina 10.

El tiempo promedio en cambiar un rollo es 6 minutos 34 segundos y un rollo de 251.71kg lo corta la máquina en:

$$\left(\frac{1\text{Hora}}{34.8\text{kg}}\right) 251.71 \text{ Kg} = 7.233 \text{ horas} \approx \mathbf{7 \text{ horas } 13 \text{ minutos y } 58 \text{ segundos.}}$$

Producción de clavos talla 1 ½ x 14.

Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	02:13:58 p.m.	02:20:32 p.m.	251.71
02:20:32 p.m.	09:50:00 p.m.	09:56:34 p.m.	251.71

El último rollo lo corta la máquina durante 2 hora 39 minutos 28 segundos ≈ 2.6577 horas y alcanza a producir:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{7.233\text{horas}}\right) (2.6577\text{horas}) \left(\frac{251.71\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 92.48 \text{ Kg}$$

La cantidad de rollos a suplir para la máquina 10 es de 2 diario.

Producción total aproximada= **344.19 kg**

Máquina 28.

El tiempo promedio en cambiar un rollo es 6 minutos 34 segundos y un rollo de 251.71kg lo corta la máquina en:

$$\left(\frac{1\text{Hora}}{36\text{kg}}\right) 251.71 \text{ Kg} = 6.9919 \text{ horas} \approx \mathbf{6 \text{ horas } 59 \text{ minutos y } 31 \text{ segundos.}}$$

Producción de clavos talla 1 ½ x 14.



Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	01:59:31 p.m.	02:06:05 p.m.	251.71
02:06:05 p.m.	09:05:36 p.m.	09:12:10 p.m.	251.71

El último rollo lo corta la máquina durante 2 horas 53 minutos 55 segundos \approx 2.8986 horas y alcanza a producir:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{6.9919\text{horas}}\right) (2.8986\text{horas}) \left(\frac{251.71\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 104.35 \text{ Kg}$$

La cantidad de rollos a suplir para la máquina 28 es 2 diario.

Producción total aproximada= **356.06 kg**

Producción total de las tres máquinas al final del día= 1032.58 kg

▪ **Máquinas número 1,2,3,4,5,7 Y 8**

Estas máquinas son las encargadas de cortar clavos talla 1 x 17, se el mismo experimento pero con un tiempo de 10 minutos porque la talla del clavo es pequeña.

Resultados del experimento.

Máquina	Producción en 10 minutos	Producción por hora	Producción por día (10horas)
1	2.1 kg	12.6 kg	126 kg
2	2.2 kg	13.2 kg	132 kg
3	2 kg	12 kg	120 kg
4	1.9 kg	11.4 kg	114 kg
5	2 kg	12 kg	120 kg
7	2.1 kg	12.6 kg	126 kg
8	2.2 kg	13.2 kg	132 kg

Máquina 1.

El tiempo promedio en cambiar un rollo es 8 minutos 34 segundos y un rollo de 94.78kg lo corta la máquina en:



$$\left(\frac{1\text{Hora}}{12.6\text{kg}}\right) 94.78 \text{ Kg} = 7.522222 \text{ horas} \approx \mathbf{7 \text{ horas } 31 \text{ minutos y } 20 \text{ segundos.}}$$

Producción de clavos talla 1 x 17.

Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	02:31:20 p.m.	02:39:54 p.m.	94.78
02:39:54 p.m.	10:11:14 p.m.	10:11:14 p.m.	94.78

El último es trabajado durante 2 hora 20 minutos 6 segundos \approx 2.335 horas y alcanza a producir:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{7.52222\text{horas}}\right) (2.335\text{horas}) \left(\frac{94.78\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 29.42 \text{ Kg}$$

La cantidad de rollos a suplir para la máquina 1 es 2 diario.

Producción total aproximada= **124.2 kg**

Máquina 2.

El tiempo promedio en cambiar un rollo es 8 minutos 34 segundos y un rollo de 94.78kg lo corta la máquina en:

$$\left(\frac{1\text{Hora}}{13.2\text{kg}}\right) 94.78 \text{ Kg} = 7.1803 \text{ horas} \approx \mathbf{7 \text{ horas } 10 \text{ minutos y } 49 \text{ segundos.}}$$

Producción de clavos talla 1 x 17.

Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	02:10:49 p.m.	02:19:23 p.m.	94.78
02:19:23 p.m.	09:30:12 p.m.	09:38:46 p.m.	94.78



El último rollo se corta durante 2 hora 40 minutos 37 segundos ≈ 2.6769 horas y alcanza a producir:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{7.1803\text{horas}}\right)(2.6769\text{horas})\left(\frac{94.78\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 35.33 \text{ Kg}$$

La cantidad de rollos a suplir para la máquina 2 es 2 diario.

Producción total aproximada= **130.11 kg**

Máquina 3.

El tiempo promedio en cambiar un rollo es 8 minutos 34 segundos y un rollo de 94.78kg lo corta la máquina en:

$$\left(\frac{1\text{Hora}}{12\text{kg}}\right)94.78 \text{ Kg} = 7.8983 \text{ horas} \approx \mathbf{7 \text{ horas } 53 \text{ minutos y } 54 \text{ segundos.}}$$

Producción de clavos talla 1 x 17.:

Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	02:53:54 p.m.	03:02:28 p.m.	94.78
03:02:28 p.m.	10:01:59 p.m.	10:08:33 p.m.	94.78

El último rollo se corta durante 1 hora 57 minutos 32 segundos ≈ 1.9588 horas y alcanza a producir:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{7.8983\text{horas}}\right)(1.9588\text{horas})\left(\frac{94.78\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 23.50 \text{ Kg}$$

La cantidad de rollos a suplir para la máquina 3 es 2 diario.

Producción total aproximada= **118.28 kg**

Máquina 4.

El tiempo promedio en cambiar un rollo es 8 minutos 34 segundos y un rollo de 94.78kg lo corta la máquina en:

$$\left(\frac{1\text{Hora}}{11.4\text{kg}}\right)94.78 \text{ Kg} = 8.31403 \text{ horas} \approx \mathbf{8 \text{ horas } 18 \text{ minutos y } 50 \text{ segundos.}}$$



Producción de clavos talla 1 x 17.

Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	03:18:50 p.m.	03:27:24 p.m.	94.78
03:27:24 p.m.	10:26:55 p.m.	10:33:29 p.m.	94.78

El último rollo se corta durante 1 hora 32 minutos 36 segundos ≈ 1.5433 horas y alcanza a cortar:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{8.31403\text{horas}}\right)(1.5433\text{horas})\left(\frac{94.78\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 17.59 \text{ Kg}$$

La cantidad de rollos a suplir para la máquina 4 es 2 diario.

Producción total aproximada= **112.37 kg**

Máquina 5.

El tiempo promedio en cambiar un rollo es 8 minutos 34 segundos y un rollo de 94.78kg lo corta la máquina en:

$$\left(\frac{1\text{Hora}}{12\text{kg}}\right) 94.78 \text{ Kg} = 7.8983 \text{ horas} \approx \mathbf{7 \text{ horas } 53 \text{ minutos y } 54 \text{ segundos.}}$$

Producción de clavos talla 1 x 17.

Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	02:53:54 p.m.	03:02:28 p.m.	94.78
03:02:28 p.m.	10:01:59 p.m.	10:08:33 p.m.	94.78

El último rollo corta durante 1 hora 57 minutos 32 segundos ≈ 1.9588 horas y alcanza a producir:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{7.8983\text{horas}}\right)(1.9588\text{horas})\left(\frac{94.78\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 23.50 \text{ Kg}$$

La cantidad de rollos a suplir para la máquina 5 es 2 diario.

Producción total aproximada= **118.28 kg**



Máquina 7.

El tiempo promedio en cambiar un rollo es 8 minutos 34 segundos y un rollo de 94.78kg lo corta la máquina en:

$$\left(\frac{1\text{Hora}}{12.6\text{kg}}\right) 94.78 \text{ Kg} = 7.522222 \text{ horas} \approx \mathbf{7 \text{ horas } 31 \text{ minutos y } 20 \text{ segundos.}}$$

Producción de clavos talla 1 x 17.

Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	02:31:20 p.m.	02:39:54 p.m.	94.78
02:39:54 p.m.	10:11:14 p.m.	10:11:14 p.m.	94.78

El último rollo se corta durante 2 hora 20 minutos 6 segundos ≈ 2.335 horas y alcanza a producir:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{7.52222\text{horas}}\right) (2.335\text{horas}) \left(\frac{94.78\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 29.42 \text{ Kg}$$

La cantidad de rollos a suplir para la máquina 7 es 2 diario.

Producción total aproximada= **124.2 kg**

Máquina 8.

El tiempo promedio en cambiar un rollo es 8 minutos 34 segundos y un rollo de 94.78kg lo corta la máquina en:

$$\left(\frac{1\text{Hora}}{13.2\text{kg}}\right) 94.78 \text{ Kg} = 7.1803 \text{ horas} \approx \mathbf{7 \text{ horas } 10 \text{ minutos y } 49 \text{ segundos.}}$$

Producción de clavos talla 1 x 17.

Hora de inicio del rollo	Hora de fin del rollo	Tiempo de cambio del rollo	Producción en kg
07:00:00	02:10:49 p.m.	02:19:23 p.m.	94.78
02:19:23 p.m.	09:30:12 p.m.	09:38:46 p.m.	94.78



--	--	--	--

El último rollo se corta durante 2 hora 40 minutos 37 segundos ≈ 2.6769 horas y alcanza a producir:

$$\left(\frac{1\text{Rollo}}{7.1803\text{horas}}\right)(2.6769\text{horas})\left(\frac{94.78\text{Kg}}{1\text{Rollo}}\right) = 35.33 \text{ Kg}$$

La cantidad de rollos a suplir para la máquina 8 es 2 diario.

Producción total aproximada= **130.11 kg**

Producción total de las siete máquinas al final del día= 857.55 kg

Anexo No. 34

Formato utilizado para la anotación de los ciclos en el estudio de tiempos con cronometro realizado.

Hoja de observación del estudio de tiempos																	
Identificación de la operación: Empacado de clavos																Fecha:	
Hora de inicio:		Operador/Máquina:								Aprobación:				Observador:			
Hora de la terminación:																	
Descripción del elemento:		Ciclos															
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
Observaciones:																	



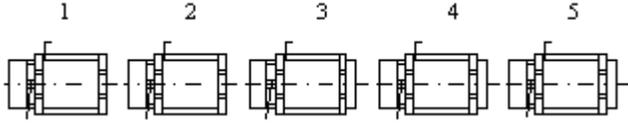
Anexo No. 35
Formato utilizado para la anotación de los tiempos por pulido de clavos.

Hoja de observación de estudio de tiempos																							
Identificación de la operación: Tiempo de pulido de clavos										Observador:													
Operador/ Máquina: Pulidora numero					Aprobación:																		
										Resumen													
Fecha de las tomas																							
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> </tr> </table>																							
Descripción del elemento:	Hora inicio	Hora fin	$\sum T$	\bar{T}																			
Pulido con la tapa selladora																							
	Talla:		Talla:		Talla:		Talla:		Talla:														
Eliminar aserrín sucio																							
	Talla:		Talla:		Talla:		Talla:		Talla:														
Pulido con la tapa selladora																							
	Talla:		Talla:		Talla:		Talla:		Talla:														
Eliminar aserrín sucio																							
	Talla:		Talla:		Talla:		Talla:		Talla:														
Observaciones:																							



Anexo No. 36

Formato utilizado para la obtención de los tiempos de pulido promedios.

Hoja de observación de estudio de tiempos								
Identificación de la operación: Tiempo de pulido de clavos						Fecha:		
Operador/ Máquina: Pulidoras			Observador:					
						Resumen		
		Pulidora 1	Pulidora 2	Pulidora 3	Pulidora 4	Pulidora 5	$\sum T$	\bar{T}
1	Talla:							
2	Talla:							
3	Talla:							
4	Talla:							
5	Talla:							
6	Talla:							
Observaciones:								

