



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Vicerrectoría de Posgrados e Investigación

Posgrados en Ingeniería y Negocios

Maestría en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro

Aplicación diagrama hombre-máquina para una línea de producción en una procesadora de alimentos

Tesis para obtener el grado de Maestría en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro

Presenta

Andrea Paola Rodríguez Navarro

Director de Tesis

Dra. Patricia Cano Olivos

Puebla, México

Septiembre 2018



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyla**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla



Vicerrectoría de Posgrados e Investigación

Posgrados en Ingeniería y Negocios

Maestría en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro

Se aprueba la Tesis

*Aplicación diagrama hombre-máquina para una línea de
producción en un procesadora de alimentos*

Andrea Paola Rodríguez Navarro

Comité de Revisión.

Dra. Patricia Cano Olivos

Directora

Dra. Diana Sánchez Parida

Asesora

Dr. Santiago Omar Caballero Morales

Asesor

Puebla, México.

Septiembre 2018

INDICE

1. DEDICATORIA	4
2. AGRADECIMIENTOS.....	4
3. GENERALIDADES.....	4
4. PARTICIPACIÓN EN CONGRESO: III CONGRESO INTERNACIONAL EN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT EN UNA ECONOMÍA GLOBAL (BOGOTÁ, COLOMBIA, 30-31 OCTUBRE 2018	6
5. CONCLUSIONES	14
6. BIBLIOGRAFÍA	15
8. ANEXOS	16
Carta de aceptación Congreso: III CONGRESO INTERNACIONAL EN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT EN UNA ECONOMÍA GLOBAL (Bogotá, Colombia 30-31 OCTUBRE 2018) ..	17

1. DEDICATORIA

A mi madre por ofrecerme su apoyo incondicional y a mi padre que aunque no se encuentre en esta vida, sé que estaría muy orgulloso de mí como lo está mi madre. A la Sra. Leticia por acogerme como una hija y estar ahí en cada momento. Y a todas y cada una de las personas que estuvieron acompañándome e hicieron parte de mi formación académica y me han permitido crecer como persona.

2. AGRADECIMIENTOS

A Conacyt por la beca otorgada, mis sinceros agradecimientos por apoyar a cada persona con el sueño de seguir superándose profesionalmente.

Al Dr. José Luis Martínez Flores, coordinador del programa de maestría y a mi directora de tesis, Dra. Patricia Cano Olivos, gracias por su orientación y recomendaciones dadas a lo largo de la maestría.

A la Sra. Leticia, Sr. Dorilian, Berenice, y Dorilian, por abrirme la puerta de su casa y haberme acogido como parte de su familia. Infinitas gracias por su apoyo incondicional no hubiese sido posible sin ustedes.

A todos y cada uno de los docentes de la UPAEP por colaborar en el desarrollo académico y profesionales de cada estudiante.

3. GENERALIDADES

En las últimas décadas la eficiencia productiva juega un papel importante en el crecimiento de las empresas por lo que deben procurar el buen uso de los recursos en el proceso de producción de tal manera que las empresas deben preocuparse por conocer, estudiar y mejorar el comportamiento de las diferentes variables involucradas al interior de su sistema de manufactura, específicamente, la línea de producción, ya que es aquí en donde se presentan diferentes problemas: minimizar estaciones, minimizar tiempo ocioso, maximizar flujo de producción, minimizar tiempos de ciclo; lo cual genera en la empresa una disminución en los costos de operación y en consecuencia, aumento en la competitividad (Restrepo, Medina& Cruz, 2008).

La escuela de la administración científica fue iniciada a comienzos del siglo xx por el ingeniero estadounidense Frederick W. Taylor, a quien se considera fundador de la moderna TGA. Al comienzo esta escuela se propuso eliminar el desperdicio y las pérdidas sufridas por las empresas y elevar los niveles de productividad mediante la aplicación de métodos y técnicas de ingeniería industrial. Su primera publicación fue en 1903 en su libro Shop Management, sobre técnicas de racionalización del trabajo del operario mediante el estudio de tiempos y movimientos. (Chiavenato, 1981)

El matrimonio Gilbreth (Frank. B y su esposa Lillian E. Moller), quien se interesaron al igual que Taylor en aumentar la productividad por medio de la actividad humana, concluyo que todo trabajo manual se puede subdividir en 17 movimientos elementales a los cuales llamo Therblings (anagrama de su apellido) para estudiarlos independientemente, así como en conjunto, buscando eliminar aquellos que fueran innecesarios o antieconómicos. (Chiavenato, 1981.)

La empresa, para ser productiva, necesita conocer los tiempos que permitan resolver problemas relacionados con los procesos de fabricación. Herramientas como el estudio de métodos, la medición del trabajo y el estudio de los movimientos en las áreas de producción han generado excelentes resultados en el mejoramiento de la productividad con base en la competitividad, es lo que han llamado Enfoque Sistémico en la evaluación de la Productividad (Mercado E., 1998). La ingeniería de métodos sigue un proceso en forma ordenada, comenzando con la selección del proyecto y finalizando con la implantación de este. En la primera etapa del análisis, seleccionar el proyecto existen herramienta como el análisis de Pareto y los diagramas de pescado surgieron a partir de los círculos de calidad japoneses a principios de los años sesenta y fueron muy exitosos en la mejora de la calidad y en la reducción de costos de los procesos de fabricación. Las gráficas de Gantt y Pert surgieron en los años cuarenta como respuesta a la necesidad de mejorar la planeación de proyectos y el control de proyectos militares complejos. Para el Registro y análisis existen la gráfica del proceso operativo, diagrama de flujo del proceso, diagrama de recorrido, diagrama de proceso hombre –máquina y diagramas de procesos de grupo. (Niegel, 1990).

Esta investigación analiza la relación entre la maquinaria y los operadores en una empresa procesadora de alimentos, y está desarrollado en una línea de producción, la cual se compone por varias máquinas que dependen de varios operadores que alimentan dichas máquinas. Se utilizó un diagrama de hombre-máquina para estudiar, analizar y mejorar cada estación de trabajo reduciendo los tiempos de ocio de las máquinas y operarios a lo largo del proceso. Cabe señalar que las actividades de la línea no se pueden comenzar o continuar sin antes terminar las tareas de precedencia. Se realizó una comparación para determinar si con la optimización de las interacciones entre los operadores de la máquina y las maquinarias mejoro la cantidad de producción sin poner en peligro la calidad, ando como resultado un ahorro del 50% de merma por hora del cual se produce 86 cajas de producto terminado cada hora.

4. PARTICIPACIÓN EN CONGRESO: III CONGRESO INTERNACIONAL EN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT EN UNA ECONOMÍA GLOBAL (BOGOTÁ, COLOMBIA, 30-31 OCTUBRE 2018)

III CISCIM 2018 *1(Rodríguez); Márquez Pérez, 2; Cano-Olivos, 3; Sánchez-Partida, 4*

Aplicación Diagrama Hombre-Máquina para una línea de producción en una procesadora de Alimentos

**Área temática: Logística y Gestión de Cadenas de Suministro
Paper N° 1**

Rodríguez Navarro, Andrea Paola¹, Márquez Pérez, Varivi², Cano Olivos, Patricia³, Sánchez Partida, Diana⁴

Facultad de Ingeniería, Posgrado en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México.

andrapaola.rodriguez@upapop.edu.mx, varivi.marquez@upapop.edu.mx, patricia.cano@upapop.mx, diana.sanchez@upapop.mx

Resumen

La automatización es útil para mejorar los márgenes de utilidad, reducir los costos y el tiempo de producción. El uso de maquinaria especializada puede ayudar a aumentar la cantidad y la calidad de la producción, sin embargo, las empresas no siempre obtienen el mejor rendimiento cuando la maquinaria aún depende en gran medida del recurso humano. Aunque las máquinas tienen la capacidad de producir grandes cantidades en menor tiempo si depende de las personas suministrar los materiales para que las máquinas trabajen a su capacidad máxima. Se debe encontrar el equilibrio y crear el entorno adecuado para que las personas operen y suministren las máquinas de manera eficiente. Es preciso señalar que, para los procesos logísticos de la empresa, la utilización de las técnicas de métodos y tiempos, ayuda alcanzar la productividad y facilita los procedimientos que hacen eficientes las operaciones a ejecutar, aportando a las operaciones logísticas beneficios visibles como la reducción de tiempos de transporte de materia prima, productos en procesos, productos terminados, entregas, cargas y descarga, picking, etc. Este trabajo analiza la relación entre la maquinaria y los operadores en una empresa procesadora de alimentos, y está desarrollado en una línea de producción, la cual se compone por varias máquinas que dependen de varios operadores que alimentan dichas máquinas. Se utilizó un diagrama de hombre-máquina para estudiar, analizar y mejorar cada estación de trabajo reduciendo los tiempos de ocio de las máquinas y operarios a lo largo del proceso. Cabe señalar que las actividades de la línea no se pueden comenzar o continuar sin antes terminar las tareas de precedencia. Se realizó una comparación para determinar si con la optimización de las interacciones entre los operadores de la máquina y las maquinarias mejoró la cantidad de producción sin poner en peligro la calidad, ardo como resultado un ahorro del 50% de memoria por hora del cual se produce 86 cajas de producto terminado cada hora.

Palabras Clave: Automatización, diagrama de hombre máquina, producción, logística

Abstract

Automation is helpful to improve margins and reduce costs along with production time. The use of specialized machinery can help boost production quantity and quality of production, however, companies don't always obtain the best performance when the machinery still depends to a great extent on human resources. Although the machines have the capacity to produce large quantities in less time, it depends on the people who supply the materials so that the machines work at their maximum capacity. You must find the balance and create the right environment for people to operate and supply the machines efficiently. It is necessary to point out that, for the logistic processes of the company, the use of techniques of methods and times, help productivity and facilitate the procedures that make operations efficient, provide logistical operations with visible benefits such as the reduction of time transport of raw material, products in processes, finished products, deliveries, loading and unloading, picking, etc. This paper analyzes the relationship between machinery and operators in a food processing company, and is developed in a production line, which consists of several machines that depend on several operators that feed these

machines. A man-machine diagram was drawn up to study, analyse and improve each work station, reducing the leisure time of the machines and operators throughout the process. It should be noted that the activities of the line cannot be started or continued without first completing the tasks of precedence. A comparison was made to determine the optimization of the interactions between the operators of the machine and the most important machines, the quantity of production without compromising the quality, and the result of saving 50% of the waste per hour of which produces 86 boxes of finished product per hour.

Keywords: Automation, man machine diagram, production, logistic

1. INTRODUCCIÓN

La creación de la línea de producción de ensamble, aportación realizada por Henry Ford en 1913, revolucionó la industria de la manufactura. Esta manera de producir permitió a las empresas estandarizar sus productos, reducir costos operativos y producir en grandes cantidades. Empresas de todo tipo y alrededor del mundo utilizan este sistema que permite que sus productos lleguen cada vez a más personas. Sin duda esta aportación industrial ha tenido grandes impactos económicos para las empresas y la sociedad. Desde su creación se ha adaptado a diferentes segmentos de producción como la automotriz, textil, alimentos, etc. Este trabajo se realizó en una línea de producción de una empresa dedicada a procesar alimentos frescos, listos-para-consumir. La primera etapa del trabajo consistió en realizar un estudio de movimientos, posteriormente se desarrolló un diagrama de hombre-máquina para identificar los tiempos de ocio de cada operador en cada estación del proceso de un producto de la empresa. Esto con la finalidad de optimizar la capacidad que tiene cada máquina en cada estación, y el tiempo operativo efectivo de cada operador.

La empresa cuenta con maquinaria especializada para procesar alimentos de tipo fresh-cut (recién cortado) perteneciente al sector agrícola que mantiene la inocuidad de cada producto. Estas máquinas cuentan con una capacidad de procesar las cantidades que permiten que la empresa cumpla con la demanda de su mercado o incluso sobrepasarla. Sin embargo, estas máquinas deben ser alimentadas de forma manual. A través de la línea de ensamble, en este caso una línea que incluye actividades de pre-lavado, enjuague, corte y sanitizado hay actividades que no son realizadas por las máquinas y estas dependen de un ritmo de trabajo realizado por personas. Por lo tanto, hay una combinación de actividades realizadas por personas y las máquinas, donde las máquinas tienen una capacidad mayor a la que tienen las personas a lo largo de la línea.

2. REVISIÓN LITERARIA

En las últimas décadas la eficiencia productiva juega un papel importante en el crecimiento de las empresas por lo que deben procurar el buen uso de los recursos en el proceso de producción de tal manera que las empresas deben preocuparse por conocer, estudiar y mejorar el comportamiento de las diferentes variables involucradas al interior de su sistema de manufactura, específicamente, la línea de producción, ya que es aquí en donde se presentan diferentes problemas: minimizar estaciones, minimizar tiempo ocioso, maximizar flujo de producción, minimizar tiempos de ciclo; lo cual genera en la empresa una disminución en los costos de operación y en consecuencia, aumento en la competitividad (Restrepo, Medina & Cruz, 2008).

La escuela de la administración científica fue iniciada a comienzos del siglo xx por el ingeniero estadounidense Frederick W. Taylor, a quien se considera fundador de la moderna TGA. Al comienzo esta escuela se propuso eliminar el desperdicio y las pérdidas sufridas por las empresas y elevar los niveles de productividad mediante la aplicación de métodos y técnicas de ingeniería industrial. Su primera publicación fue en 1903 en su libro Shop Management, sobre técnicas de racionalización del trabajo del operario mediante el estudio de tiempos y movimientos. (Chiavenato, 1981)

El matrimonio Gilbreth (Frank. B y su esposa Lillian E. Moller), quien se interesaron al igual que Taylor en aumentar la productividad por medio de la actividad humana, concluyeron que todo trabajo manual se puede subdividir en 17 movimientos elementales a los cuales llamo Therblings (anagrama de su apellido) para estudiarlos independientemente, así como en conjunto, buscando eliminar aquellos que fueran innecesarios o anticorónicos. (Chiavenato, 1981.)

La empresa, para ser productiva, necesita conocer los tiempos que permiten resolver problemas relacionados con los procesos de fabricación. Herramientas como el estudio de métodos, la medición del trabajo y el estudio de los movimientos en las áreas de producción han generado excelentes resultados en el mejoramiento de la productividad con base en la competitividad, es lo que han llamado Enfoque Sistemático en la evaluación de la Productividad (Mercado E., 1998). La ingeniería de métodos sigue un proceso en forma ordenada, comenzando con la selección del proyecto y finalizando con la implementación de este. En

la primera etapa del análisis, seleccionar el proyecto existen herramientas como el análisis de Pareto y los diagramas de pescado surgieron a partir de los círculos de calidad japoneses a principios de los años sesenta y fueron muy exitosos en la mejora de la calidad y en la reducción de costos de los procesos de fabricación. Las gráficas de Gantt y Pert surgieron en los años cuarenta como respuesta a la necesidad de mejorar la planeación de proyectos y el control de proyectos militares complejos. Para el Registro y análisis existen la gráfica del proceso operativo, diagrama de flujo del proceso, diagrama de recorrido, diagrama de proceso hombre –máquina y diagramas de procesos de grupo. (Niebel, 1990).

Además, los tiempos calculados han de ser justos, porque de su duración depende lo que va a cobrar el operario, y lo que ha de pagar la empresa. Es por eso que emplear el procedimiento científico para el cálculo de tiempo se hace indispensable en la realización de los diagramas de proceso de hombre y máquina sirven para determinar el grado de aprovechamiento de trabajo justificado, con el objeto de asegurar un “día justo de trabajo por un día justo de pago” (Niebel, 1990).

Las oportunidades de mejora de los procesos están principalmente orientados a reducir los tiempos de inactividad, de preparación y mejorando los tiempos productivos; de manera de redistribuir cargas de trabajo, coordinando de manera sincronizada las actividades de los recursos utilizados en el proceso (Barríos & Sira, 2007).

3.1 Diagrama de Pescado.

El diagrama de pescado también conocido como diagrama de causa-efecto, fue desarrollado por Ishikawa a principios de los años cincuenta. Este método consiste en definir la ocurrencia de un evento o problema no deseable que en el diagrama es el efecto e identificado como la “cabeza del pescado”. Posteriormente se busca identificar los factores que contribuyen a su conformación o bien las causas, identificadas como las “espinas del pescado”. (Niebel & Freivalds, 2009). Adicionalmente cada causa se puede desglosar con grado mayor de detalle en sub-causas. Esto último resulta útil al momento de tomar acciones correctivas dado que se deberá actuar con precisión sobre el fenómeno que explica el comportamiento no deseado.

El diagrama causa-efecto bien organizado sirve como vehículo para ayudar a los equipos a tener una concepción común de un problema complejo, con todos sus elementos y relaciones claramente visibles a cualquier nivel de detalle requerido (Zagata y Villares, 2006).

Las aplicaciones del diagrama Ishikawa son muy variadas:

- Identificar las causas verdaderas, y no solamente sus síntomas, de una determinada situación y agruparlas por categorías.
- Resumir todas aquellas relaciones entre las causas y efectos de un proceso.
- Promover la mejora de los procesos.
- Consolidar aquellas ideas de los miembros del equipo sobre determinadas actividades relacionadas con la calidad.
- Favorecer también el pensamiento del equipo, lo que conllevará a una mayor aportación de ideas.
- Obtener una visión más global y estructurada de una determinada situación ya que se ha realizado una identificación de un conjunto de factores básicos. (Pérez, 2015)

3.3 Diagrama de Hombre-Máquina.

El Diagrama hombre-máquina se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una estación de trabajo a la vez. El diagrama muestra la relación de tiempo exacto entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de la máquina. Todo esto puede conducir a una utilización más completa del tiempo del trabajador y de la máquina, así como a obtener un mejor balance del ciclo de trabajo. (Niebel & Freivalds, 2009). Las oportunidades de mejora de los procesos están principalmente orientados a reducir los tiempos de inactividad, de preparación y mejorando los tiempos productivos; de manera de redistribuir cargas de trabajo, coordinando de manera sincronizada las actividades de los recursos utilizados en el proceso. Adicionalmente, a nivel ecológico, la correcta aplicación de herramientas como el diagrama hombre máquinas, reduce el desperdicio de material y optimiza el uso de las máquinas. Otros beneficios de la utilización del diagrama hombre-máquina como herramienta para el mejoramiento de la productividad de los procesos, es la observación cuidadosa de los movimientos realizados por el operario, con el fin de respetar los principios ergonómicos del puesto de trabajo.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La empresa en estudio procesa diferentes tipos de hortalizas en una línea de producción, denominada línea de hojas. Las hortalizas de esta línea de hojas se usan para diferentes productos finales en diversas presentaciones, pero los procesos de las mismas son muy similares y en algunos casos idénticos. Este trabajo evalúa el proceso de dos hortalizas que se usan para la generación de dos productos finales, pero en la misma presentación en cuanto al peso del producto final.

La empresa opera utilizando el 70% de la capacidad de la maquinaria utilizada en esta línea de hojas. Se busca aumentar esta capacidad identificando la relación de los operarios y la máquina. Por esto se utiliza como herramienta principal el diagrama de hombre-máquina. Se busca identificar los tiempos de ocio de cada operador, ya sea causado por los tiempos de espera al siguiente proceso o atraso del proceso anterior. Dado que esta línea opera de forma lineal no se puede continuar los procesos siguientes sin que acabe el que le precede. Es importante identificar cómo mejorar los tiempos de cada tarea asignada por estación para aumentar la capacidad utilizada de la maquinaria. De igual forma se busca oportunidades para reducir tiempos a lo largo de la línea y así aumentar la producción y capacidad de la procesadora.

4. METODOLOGÍA

Como primer punto se selecciona la herramienta de exploración diagrama de pescado, para identificar el área de oportunidad y seleccionar el proyecto a realizar. En la mayoría de los casos los proyectos son seleccionados por razones económicas, humanas o técnicas. Para este caso las causas de los tiempos de ocio repercuten en las tres consideraciones anteriores. (Kuma, 2002)



Figura 1: Diagrama de Pescado.

En la figura 2 se observan las ubicaciones de cada tarea realizada en la operación del procesamiento de la mezcla de lechuga de la procesadora de vegetales y hortalizas. Una vez que se identificó el número de estaciones, tareas, maquinaria y personas en las instalaciones, se hizo el estudio de tiempos y movimientos de cada persona y máquina para determinar el tiempo de duración de cada tarea.

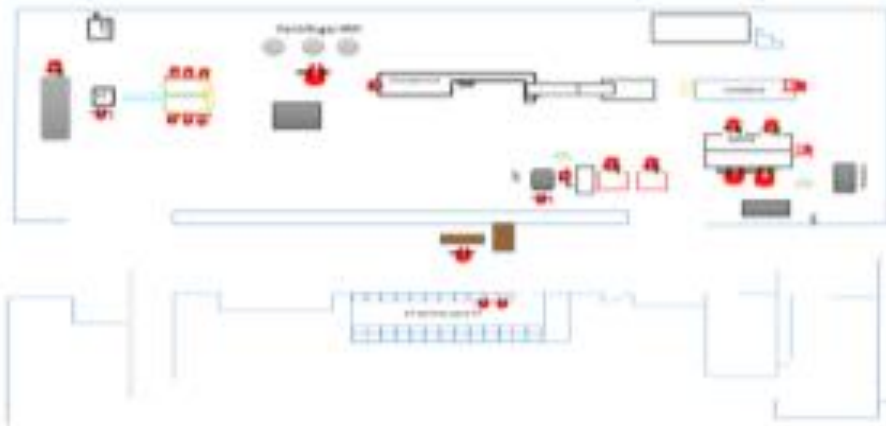


Figura 2: Recorrido de la MP para el procesamiento del mismo.

A continuación, se muestra el reporte del estudio de tiempos, el cual fue la base para determinar el tiempo estándar para cada actividad.

Tiempo de Operación.

Operación									
Operación	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
16. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
17. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
19. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
22. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
23. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
25. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
26. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
27. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
28. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
29. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
30. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
31. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
32. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
33. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
34. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
35. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
36. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
37. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
38. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
39. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
40. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
41. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
42. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
43. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
44. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
45. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
46. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
47. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
48. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
49. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
50. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
51. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
52. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
53. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
54. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
55. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
56. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
57. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
58. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
59. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
60. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
61. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
62. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
63. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
64. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
65. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
66. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
67. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
68. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
69. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
70. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
71. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
72. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
73. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
74. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
75. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
76. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
77. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
78. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
79. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
80. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
81. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
82. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
83. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
84. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
85. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
86. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
87. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
88. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
89. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
90. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
91. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
92. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
93. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
94. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
95. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
96. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
97. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
98. LAVAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
99. ENJUAGAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
100. CORTAR	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Figura 3: Estudio de Tiempos.

Se aplicó el diagrama de procesos hombre-máquina para estudiar, analizar y realizar las propuestas de mejora para este producto. Ya que este diagrama muestra la relación de tiempo exacto entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de trabajo de la máquina. Estos hechos pueden conducir a una utilización más completa del tiempo del trabajador y de la máquina, así como a obtener un mejor balance del ciclo del trabajo (Niebel & Freivalds, 2009). En la figura 4 se muestra el diagrama hombre-máquina de la empresa procesadora de vegetales y hortalizas.

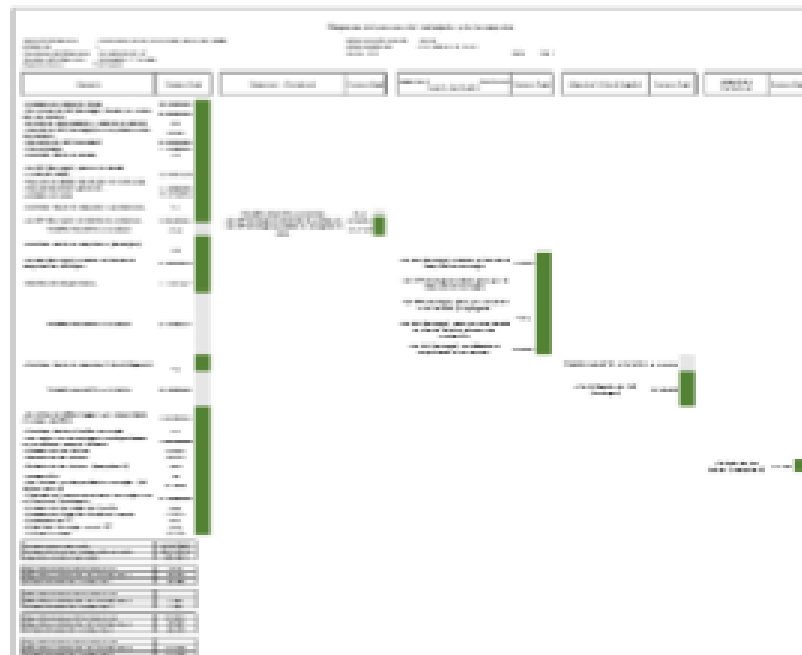


Figura 4: Diagrama Hombre-Máquina actual.

En la figura 5 se muestra el rediseño del proceso de manufactura de la mezcla de lechuga y en la figura 6 se presenta el diagrama hombre- máquina propuesto.

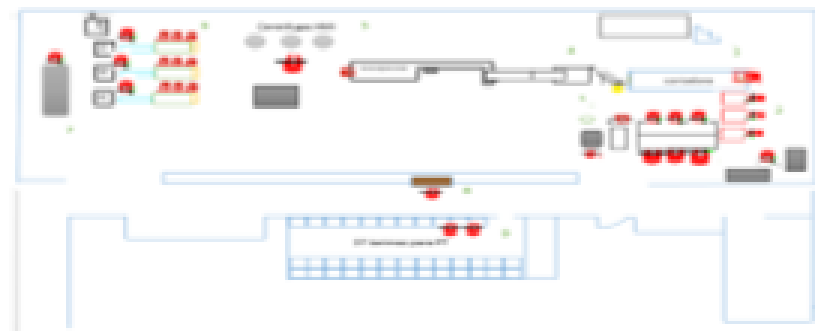


Figura 5. Propuesta - Recorrido de la MP para el procesamiento del mismo.



Figura 6. Diagrama Hombre-Máquina Propuesta.

5. RESULTADOS

Las 34 actividades que se ejecutan en la línea de producción son dependientes una con la otra, sin embargo, el estudio permitió determinar que el cambio de secuencia, sin afectar el proceso, puede eliminar movimientos innecesarios, lo cual economiza el tiempo y esfuerzo en las actividades a realizar. Así pues, los cambios quedan de la siguiente manera:

1. Se coloca la materia prima en la banda transportadora para el corte del tallo y el deshoje.
2. Pasa al área de pre-lavado y pre-enjuague.
3. La materia prima es trasladada a la máquina cortadora.
4. Por medio de una banda transportadora pasa a una máquina donde se realiza todo el proceso de burbujeo, lavado y sanitizado de la materia prima.
5. Un operario se encarga de medir la temperatura del agua y de recoger los desperdicios.
6. La materia prima es llevada por un operario a la máquina del centrifugado.
7. La materia prima pasa al proceso de empaque del producto final.

Con el cambio de ubicación, la recomendación de realizarle mantenimiento de la banda transportadora, para ponerla en funcionamiento, la colocación de un tercer cubo, asignar a un operario el trabajo de desperdicios se redujeron varias actividades de los operarios y se redujo los tiempos ociosos del mismo. Este cambio de secuencia disminuyó el 50% de la meta por hora a lo largo de la línea de producción aumentando la capacidad de producir 86 cajas de producto terminado por hora.

Es importante reconocer que el reacomodo de las máquinas dentro de la procesadora puede liberar espacios para facilitar mayor movilidad de los operadores y además disminuyen los riesgos de accidentes a los operadores.

De igual forma, el mantenimiento preventivo de las máquinas debe realizarse continuamente para no poner en riesgo la capacidad de la procesadora, para evitar que el personal realice la actividad de forma manual, pues alarga el proceso de producción y reduce el tiempo efectivo de producción.

Por último y no menos importante, es la falta de incentivos y de equidad en remuneración no solo económica de los operadores, sino que también en otros beneficios. Esta desigualdad ha causado una alta rotación de personal y la empresa se ha visto obligada a contratar personas con falta de experiencia en la industria y han invertido tiempo y recursos económicos para capacitar a personal nuevo. Se recomienda a la empresa que implemente estrategias de incentivos como bonos de productividad, tiempos de recreación, etc.

6. CONCLUSIONES

Es importante que las empresas estén a la vanguardia, para esto deben realizar inversiones inteligentes que generen beneficios. Para lograr los objetivos y contar los recursos necesarios para el crecimiento, los colaboradores deben trabajar de manera eficiente. Y tener claro las actividades que desempeñarán y para seguir las acciones bajo las buenas prácticas. De la misma forma las empresas deben estar siempre trabajando sobre la mejora continua y hacer diagnósticos de manera periódica para encontrar áreas de oportunidad.

7. AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo desean agradecer a Dios por darnos la oportunidad de realizar y culminar este proyecto. A la familia López Mago por el apoyo incondicional. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT) por concederme la oportunidad de culminar esta investigación. A la Universidad Autónoma del Estado de Puebla y a la Pontificia Universidad Javeriana por promover día a día la formación integral de sus estudiantes y colaboradores.

8. REFERENCIAS

- Argote, F.E. (2007). Estudio de métodos y tiempos para obtención de carne de cuy (cavin porcellus) empacada a vacío. <http://revistabiotecnologia.unicausa.edu.co/revista/index.php/bioteecnologia/article/view/65>
- Barrios, M., & Sira, S. (2007). Diagramas de Actividades Múltiples. Cuadernos de Ingeniería Industrial.
- Fordahl, J. (1962). A non-computer approach to the critical path method for the construction industry. Stanford University, Department of Civil Engineering. Stanford: Bureau of Yards and Docks.
- Karne, H. (2002). Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad. Editorial Norma.
- Mercado E., D. (1998). Productividad. Base de la competitividad. México: Grupo Nariega Editoriales.
- Milena Villegas, S., & Carlos Mario, Z. (2006). Reglas de consistencia entre modelos de registros de un método. Universidad EAFIT. Medellín: U.EAFIT.
- Nihei, B. (1990). Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos (3ª ed.). México: Ediciones Alfa omega.
- Nihei, B., & Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: McGraw-Hill.
- Pérez, A. (5 de Marzo de 2015). ¿Qué es el diagrama Ishikawa y para qué sirve? Recuperado el 5 de Diciembre de 2017, de CEOLEVEL: <http://www.ceolevel.com/que-es-el-diagrama-ishikawa-y-para-que-sirve>
- Petit, M., & Brito, F. (2014). Planificación de Proyectos. Cabinas: Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño.
- Rostropo, J., Medina, P., & Cruz, E. (Diciembre de 2008). Assembly balancing line problem SALBP-1 and SALBP-2: a case of study. *Scientia et Technica*, 105-110.
- Sira, S. (2011). Aplicación tecnológica del Diagrama Hombre-Máquinas. *Revista Ingeniería UC*, 18(18), 17-28.

5. CONCLUSIONES

Es importante que las empresas estén a la vanguardia, para esto deben realizar inversiones inteligentes que generen beneficios. Para lograr los objetivos y contar los recursos necesarios para el crecimiento, los colaboradores deben trabajar de manera eficiente. Y tener claro las actividades que desempeñarán y para seguir las acciones bajo las buenas prácticas. De la misma forma las empresas deben estar siempre trabajando sobre la mejora continua y hacer diagnósticos de manera periódica para encontrar áreas de oportunidad.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Argote, F.E. (2207). Estudio de métodos y tiempos para obtención de carne de cuy (*cavia porcellus*) empacada a vacío
<http://revistabiotechnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotechnologia/article/view/65>
2. Barrios, M., & Sira, S. (2007). Diagramas de Actividades Múltiples. Cuadernos de Ingeniería industrial.
3. Fondahl, J. (1962). A non-computer approach to the critical path method for the construction industry. Stanford University, Department of Civil Engineering. Standford: Bureau of Yards and Docks.
4. Kume, H. (2002). Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad. Editorial Norma.
5. Mercado E., D. (1998). Productividad. Base de la competitividad. México: Grupo Noriega Editoriales.
6. Milena Villegas, S., & Carlos Mario, Z. (2006). Reglas de consistencia entre modelos de requisitos de un método. Universidad EAFIT. Medellín: U. EAFIT.
7. Niebel, B. (1990). Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos (3ª ed.). México: Ediciones Alfa omega.
8. Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: McGrawHill.
9. Pérez, A. (5 de Marzo de 2015). ¿Qué es el diagrama Ishikawa y para qué sirve? Recuperado el 5 de Diciembre de 2017, de CEOLEVEL:
<http://www.ceolevel.com/que-es-el-diagrama-ishikawa-y-para-que-sirve>
10. Petit, M., & Brito, F. (2014). Planificación de Proyectos. Cabimas: Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño.
11. Restrepo, J., Medina, P., & Cruz, E. (Diciembre de 2008). Assembly balancing line problem SALBP-1 and SALBP-2: a case of study. *Scientia et Technica*, 105-110.
12. Sira, S. (2011). Aplicación tecnológica del Diagrama Hombre-Máquinas. *Revista Ingeniería UC*, 18(18), 17-28.

1. ANEXOS

- Carta de aceptación Congreso: III CONGRESO INTERNACIONAL EN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT EN UNA ECONOMÍA GLOBAL (Bogotá, Colombia 30-31 OCTUBRE 2018)

**III Congreso Internacional en Supply Chain Management en una Economía Global:
Interdisciplinariedad en las Ciencias Económicas, Contables y de Ingeniería, un
Diálogo entre Sostenibilidad y Sustentabilidad**

Comité Científico

INFORME DE EVALUACIÓN DEL ARTÍCULO IN EXTENSO O FULL PAPER

Título del trabajo:	
Aplicación Diagrama Hombre-Máquina para una línea de producción en una procesadora de Alimentos	
Código asignado:	P-312
Área Temática asignada / recomendada por el(los) autor(es):	Logística y Gestión de la Cadena de Suministro

FORMATO PARA EVALUACIÓN DE TRABAJOS EN EXTENSO

Gracias por su colaboración en este proceso de evaluación del formato en extenso de los trabajos propuestos para participar como ponencias libres en el evento. Una vez revisado el artículo, haga doble clic sobre la tabla que se anexa, la que activará el formulario, y marque con una X en (X) cada casilla de calificación, según su apreciación sobre el trabajo. Le agradecemos no dejar ningún ítem sin responder.

En la siguiente página sustente sus calificaciones con comentarios que ayuden a los autores a mejorar su artículo final, en caso de que este sea aceptado, o de lo contrario el por qué, de su rechazo. Su evaluación es valiosa, ya que de los resultados depende la aceptación o rechazo de los mismos, y será respetada por este comité.

	1	2	3	4	5	Total
	Pobre	Regular	Aceptable	Buena	Excelente	
(1) Ajuste a las temáticas del Congreso (10%)				X		0,4
(2) Correspondencia entre título, palabras clave y contenido (10%)				X		0,4
(3) Contribución original al área disciplinar en la que investiga (10%)				X		0,4
(4) Presenta adecuadamente Objetivos, Métodos, Resultados y Conclusiones (15%)				X		0,6
(5) Valoración de la Metodología (15%)				X		0,6
Apreciación Global (40%)				X		1,6
Total General						4

Nota: El trabajo se considera **aceptado** para su presentación si las dos evaluaciones obtienen una puntuación total mayor o igual a 3,5 puntos

**Comité Científico III Congreso Internacional en Supply Chain Management en una Economía Global:
Interdisciplinariedad en las Ciencias Económicas, Contables y de Ingeniería, un Diálogo entre
Sostenibilidad y Sustentabilidad**

e-mail: tsalazar.network.com@gmail.com