

NOMBRE DE EMPRESA
TCO GROUP S DE RL | MÉRIDA

“NOMBRE DEL PROYECTO”
Optimización de la capacidad de producción en la estación de
Tolvas mediante estudio de tiempos y movimientos: Caso de la
empresa TCO GROUP S de RL en Mérida, Yucatán.

TESIS PARA TITULACION INTEGRAL

CARRERA
INGENIERÍA INDUSTRIAL

EGRESADO
6804_HÉCTOR MAGAÑA HERNÁNDEZ

DIRECTOR
ING. JOSÉ MANUEL GONZALEZ PÉREZ

CO-DIRECTOR
DR. JOSE ALFONSO CUEVAS BACAB

Calkiní, Campeche, México

2024

NOMRE DE EMPRESA
TCO GROUP S DE RL | MÉRIDA

“NOMBRE DEL PROYECTO”
Optimización de la capacidad de producción en la estación de
Tolvas mediante estudio de tiempos y movimientos: Caso de la
empresa TCO GROUP S de RL en Mérida, Yucatán.

TESIS PARA TITULACION INTEGRAL

CARRERA
INGENIERÍA INDUSTRIAL

EGRESADO
6804_HÉCTOR MAGAÑA HERNÁNDEZ

DIRECTOR
ING. JOSÉ MANUEL GONZALEZ PÉREZ

CO-DIRECTOR
DR. JOSE ALFONSO CUEVAS BACAB

Calkiní, Campeche, México

2024



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



INSTITUTO TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico Superior
de Calkiní
Subdirección de Planeación y Desarrollo

Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Departamento de Administración y
Apoyo al Estudiante

Calkiní, Campeche 23453
P/06/24/537

INGENIERÍA INDUSTRIAL

CONSTANCIA DE NO INCONVENIENCIA

MODALIDAD: TESIS

C. HÉCTOR MAGAÑA HERNANDEZ 6804
PASANTE DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL.
PRESENTE

Con relación a lo establecido en el Reglamento de Estudios de Licenciatura, capítulo VII, fracción I, vigente en este Instituto, y una vez emitido el fallo favorable por el director MC. JOSÉ MANUEL GONZALEZ PÉREZ, y el co-director DR. JOSÉ ALFONSO CUEVAS BACAB, respectivamente, este Instituto consta de no tener inconveniencia para la realización del acto protocolario de titulación integral de su trabajo profesional titulado: **"OPTIMIZACIÓN DE LA CAPACITACIÓN DE PRODUCCIÓN EN LA ESTACIÓN DE TOLVAS MEDIANTE ESTUDIOS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS: CASO DE LA EMPRESA TCO GROUP S D RL N MÉRIDA YUCATÁN"**.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Sabiduría, Fortaleza de Nuestra Cultura®

Dr. Jorge Alfonso Hau Puc.
Departamento de Administración y
Apoyo al Estudiante.

ITESCAM
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE CALKINÍ
"DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN
ESCOLAR Y APOYO A
ESTUDIANTES"
CLAVE: 04MSU0013P
CALKINÍ, CAMPECHE, MÉXICO.

C.c.p. Archivo



Av. Ah Canul S/N por Carretera Federal, Calkiní, Campeche, C.P. 24900 Tel. 996-8134870,
e-mail: XXXXX. tecnm.mx | itescam.edu.mx



Dedicatoria

"A mis queridos padres, Lucía y Sebastián,

cuyos valores, amor y apoyo incondicional han sido mi fuente de inspiración y fortaleza en este viaje académico. Su sacrificio y dedicación han allanado el camino hacia la realización de este logro. A través de sus enseñanzas, han sembrado en mí el deseo constante de aprender y crecer. Esta tesis es un tributo a su amor y guía, y les dedico con profundo agradecimiento cada página y cada logro alcanzado. ¡Gracias por ser mis pilares en este viaje!"

Agradecimientos

Quiero comenzar expresando mi más sincero agradecimiento a Dios, quien me ha guiado y brindado la fortaleza necesaria para seguir adelante en este camino. Agradezco profundamente por darme la paciencia requerida para desarrollar este proyecto y por ser mi roca y fuente de inspiración en los momentos más difíciles.

A mi amada familia, les debo un inmenso reconocimiento por su comprensión y estímulo constantes a lo largo de mi formación personal y profesional. Dedico este logro con todo mi amor, ya que ustedes son mi mayor inspiración. A mis queridos padres, les agradezco infinitamente por su amor y orientación incondicionales; han sido mi impulso detrás de cada paso que he dado.

Quiero expresar mi profunda gratitud al *Ing. José Manuel Gonzales Pérez*, mi asesor, por su invaluable apoyo durante esta etapa crucial de mi vida. Gracias por compartir tus conocimientos y consejos; has sido un mentor ejemplar y un modelo a seguir. Reconozco que este proyecto ha sido posible gracias a tu guía y apoyo incondicional.

También deseo agradecer al *Ing. Aarón Sánchez* por su apoyo incondicional, paciencia y excelente orientación. Gracias por compartir tus conocimientos y experiencias fundamentales para mi desarrollo profesional. Tus aportaciones siempre serán recordadas como un impacto muy positivo en mi carrera. Tu habilidad para explicar conceptos de manera clara y concisa ha sido esencial para mi aprendizaje.

A la *Ing. Yanett del Rocío Kumul Chi*, quiero expresar mi más profundo agradecimiento por tu generosidad y amabilidad durante nuestra colaboración. Tu ayuda para facilitar mi integración al equipo y tu disposición constante para asistirme en el trabajo han marcado una diferencia significativa en mi experiencia laboral.

Resumen

La empresa TCO Group S de RL, con sede en Mérida, Yucatán, se enfrenta a un desafío crucial en su proceso de producción de cloruro de calcio: una baja capacidad de producción en la estación de Tolvas de su línea de empaque. Esta situación ha resultado en dificultades para cumplir con la demanda del mercado, lo que afecta negativamente la competitividad y la rentabilidad de la empresa. Para abordar este problema, se propone llevar a cabo una investigación exhaustiva que se centre en la identificación y eliminación de las causas subyacentes de la baja capacidad de producción en la estación de Tolvas.

El objetivo principal de esta investigación es realizar un estudio de tiempos y movimientos para analizar en detalle las actividades realizadas en la estación de Tolvas, así como los procesos asociados y los posibles cuellos de botella que pueden estar limitando la capacidad de producción. Se espera que este análisis proporcione una comprensión clara de los problemas específicos que afectan la eficiencia operativa en la estación de Tolvas, permitiendo así la formulación de estrategias efectivas para mejorar la capacidad de producción. El estudio se llevará a cabo mediante la recopilación de datos sobre los tiempos requeridos para cada actividad en la estación de Tolvas, así como la observación directa del proceso de producción para identificar posibles áreas de mejora. Se utilizarán técnicas de análisis de datos y modelado para identificar patrones y tendencias en los datos recopilados, lo que permitirá identificar áreas específicas donde se pueden implementar mejoras para aumentar la capacidad de producción.

Además, se realizará una revisión exhaustiva de la literatura relevante para contextualizar el problema y proporcionar una base teórica sólida para la investigación. Se analizarán investigaciones previas relacionadas con la optimización de la capacidad de producción en entornos de manufactura, así como técnicas y metodologías utilizadas en estudios similares. Al finalizar la investigación, se espera que los resultados obtenidos proporcionen una serie de recomendaciones prácticas y viables para mejorar la capacidad de producción en la estación de Tolvas de TCO Group S de RL. Estas recomendaciones podrán ser utilizadas por la empresa para implementar cambios efectivos en su proceso de producción, lo que se traducirá en un aumento significativo en la eficiencia operativa y la capacidad de satisfacer la demanda del mercado. En última instancia, se espera que esta investigación contribuya a fortalecer la posición competitiva de TCO Group S de RL en la industria y a impulsar su crecimiento y desarrollo a largo plazo.

Contenido

Capítulo 1	6
Introducción	6
1.1. Contexto y justificación	6
1.1.1. Descripción general de la empresa.....	6
1.1.2. Planteamiento del problema.	15
1.1.3. Justificación de la investigación.	16
1.2. Objetivos de la investigación.	17
1.3. Limitaciones y alcances.	17
1.3.1 Alcance.....	17
1.3.2 Limitaciones.....	18
Capítulo 2	19
Marco teórico	19
2.1 Introducción al estudio de tiempos y movimientos:.....	19
2.1.1 Definición y conceptos básicos.	19
2.1.2 Importancia del estudio de tiempos y movimientos en la ingeniería industrial. .	22
2.1.3 Objetivos y beneficios del estudio de tiempos y movimientos en la optimización de procesos.	23
2.2 Fundamentos del estudio de tiempos:	26
2.2.1 Métodos y técnicas de medición del tiempo en el trabajo.....	26
2.2.2 Tipos de tiempos (tiempo normal, tiempo estándar, tiempo permitido).	30
2.2.3 Herramientas y equipos utilizados en el estudio de tiempos.	33
2.3 Fundamentos del estudio de movimientos:.....	34
2.3.1 Principios básicos del estudio de movimientos.	34
2.3.2 Análisis de movimientos y ergonomía en el diseño de puestos de trabajo.	38
2.3.3 Herramientas y técnicas para el estudio de movimientos (por ejemplo, los 7 principios de Gilbreth).	39
2.4 Optimización de procesos industriales:	41
2.4.1 Métodos y técnicas para la mejora continua de procesos (Lean Manufacturing, Seis Sigma).	41
2.4.2 Estrategias de eliminación de desperdicios y reducción de tiempos improductivos.	53
2.4.3 Relación entre la optimización de procesos y la productividad en la industria. .	55
2.5 Estudios de caso y aplicaciones prácticas:.....	58
2.5.1 Casos de éxito en la optimización de procesos mediante estudio de tiempos y movimientos.	58
2.5.2 Aplicación de técnicas y metodologías en entornos industriales reales.....	60

Optimización de la capacidad de producción en la estación de Tolvas mediante estudio de tiempos y movimientos: Caso de la empresa TCO Group S de RL en Mérida, Yucatán.

2.6	Tecnologías y herramientas para la optimización de procesos:	63
2.6.1	Software de gestión del tiempo y del trabajo.....	63
2.6.2	Herramientas de simulación de procesos.....	65
2.6.3	Tecnologías de automatización y control en la producción.	67
2.7	Normativas y estándares relacionados:	69
2.7.1	Normativas de seguridad e higiene en el trabajo.....	69
2.7.2	Estándares de calidad y eficiencia en la producción.	70
2.7.3	Legislación laboral relacionada con el estudio de tiempos y movimientos.....	71
Capítulo 3		73
Materiales y Métodos		73
3.1	Sujeto.....	73
3.2	Materiales.....	73
3.3	Hipótesis	73
3.6.1	Descripción de la población.	74
3.6.2	Selección de la muestra.....	75
3.6.3	Presupuesto del análisis.	79
3.6.4	Actividades del análisis.....	79
3.6.5	Diagrama de Gantt.....	80
Capítulo 4		81
Resultados y Discusión		81
4.1.	Selección de muestra:	81
4.2	Selección del área a estudiar:	83
4.3.	Registro de las actividades del método actual:	84
4.4.	Examinar de forma crítica las actividades:.....	84
4.5.	Establecimiento del nuevo método:	85
4.6.	Estandarización de tiempos:.....	86
4.7.	Definición del nuevo método:	89
4.8.	Implementación del método:.....	90
4.9.	Control del nuevo método:	97
Capítulo 5		98
Conclusiones y Recomendaciones		98
5.1.	Conclusiones.....	98

Optimización de la capacidad de producción en la estación de Tolvas mediante estudio de tiempos y movimientos: Caso de la empresa TCO Group S de RL en Mérida, Yucatán.

5.2. Recomendaciones.....	99
Bibliografía.....	100
Anexos.....	102
Anexo 1. Formato para la medición de tiempo.	102
Anexo 2. Calificación de la actuación.	102
Anexo 3. Suplementos constantes y variables.	103
Anexo 4: Plantilla para los tiempos observados.	104
Anexo 5. Manual de operaciones del nuevo Método.	105
Anexo 6: Check List de monitoreo.	106

Índice de figuras

Ilustración 1: Estaciones de trabajo de la línea de producción TCO Group.....	7
Ilustración 2: Ubicación de TCO Group.....	7
Ilustración 3: Organigrama de la empresa.	14
Ilustración 4: Diagrama de Causa y Efecto de la problemática en la línea de TCO Group...	15
Ilustración 5: Estudio de Trabajo.....	23
Ilustración 6: Suplementos fijos y variables.....	33
Ilustración 7: Jidoka. Automatización.....	45
Ilustración 8: Heijunka. Producción nivelada.....	45
Ilustración 9: Los Cinco pasos de las 5 S.....	47
Ilustración 10: Tarjeta kanban de producción.....	48
Ilustración 11: Fases de la metodología de DMAIC.	51
Ilustración 12: Diagrama de flujo de la Metodología.....	78
Ilustración 13: Población total de TCO Group.	81
Ilustración 14: Muestreo de la población.....	82
Ilustración 15: Croquis de la línea de producción.....	83
Ilustración 16: Bolsas producidas por minuto.....	96

Índice de tablas

Tabla 1: Therbligs eficientes.	34
Tabla 2: Therbligs ineficientes.	35
Tabla 3: Actividades del análisis.	79
Tabla 4: Diagrama de Gantt.	80
Tabla 5: Tolva dosificadora y productos manufacturados.	83
Tabla 6: Clasificación de actividades.	85
Tabla 7: Actividades del nuevo método.	86
Tabla 8: Tiempo observado de las actividades del nuevo método.	87
Tabla 9: Aspectos de valoración.	87
Tabla 10: Suplementos variables y constantes.	88
Tabla 11: Tiempo estándar del nuevo método propuesto.	89
Tabla 12: Capacidad de producción por operario.	90
Tabla 13: Producción de la primera quincena del mes Agosto.	91
Tabla 14: Producción de la segunda quincena del mes de agosto.	92
Tabla 15: Producción de la primera quincena del mes de septiembre.	92
Tabla 16: Producción de la segunda quincena del mes de septiembre.	93
Tabla 17: Producción de la primera quincena del mes de octubre.	93
Tabla 18: Producción de la segunda quincena del mes de octubre.	94
Tabla 19: Producción de la segunda quincena del mes de noviembre.	95
Tabla 20: Producción de la segunda quincena del mes de noviembre.	95
Tabla 21: Producción de la segunda quincena del mes de noviembre.	96
Tabla 22: Estimación de producción.	97
Tabla 23: Producción antes y después del proyecto.	99

Capítulo 1

Introducción

1.1. Contexto y justificación

1.1.1. Descripción general de la empresa.

TCO Group es una empresa mexicana con más de 20 años de experiencia en la logística, consultoría, diseño de vías y estaciones férreas, sistemas de carga y descarga, bodegas y operación de terminales férreas y bodegas de distribución.

Fue creada hace 18 años por el Ing. Edward Palmer de nacionalidad americana y el Ing. Sergio Aguilar de nacionalidad mexicana, iniciando con trabajos de construcción y remodelación. Contando con una amplia experiencia de más de 30 años en ferrocarriles, maquinaria pesada, construcción Cross dock y rescates ferroviarios.

Desde 2019 se cuenta con una línea de producción en la planta Mérida, Yucatán, en el cual se lleva a cabo el empackado del cloruro de calcio para absorción de humedad del medio ambiente, la producción se exporta a Estados Unidos por medio de vías marítimas y terrestres; los productos salen de TCO GROUP hacia el Puerto Progreso Yucatán por medio de la vía terrestre, luego se dirigen hacia el puerto PANAMA CITY E.U. por medio de vía marítima, y finalmente llega a su destino Tennessee E.U. por medio de vía terrestre.

En dicha planta se llevan a cabo el empackado de dos diferentes productos FG83 y FG30 que se rigen por tres fragancias que se añaden a las bolsas empackadas *Fresh Scent*, *Lavanda-Vainilla* y *Pure Line*.

La línea de producción del empackado de cloruro de calcio para la absorción de humedad del medio ambiente, de la empresa TCO Group S de RL | Mérida, cuenta con siete estaciones de trabajo en las cuales se llevan a cabo diversas actividades.

Estaciones de trabajo:



Ilustración 1: Estaciones de trabajo de la línea de producción TCO Group.

Fuente: Elaboración propias.

Nombre de la empresa:

TCO Group S de RL | Mérida.

Nombre de la marca:

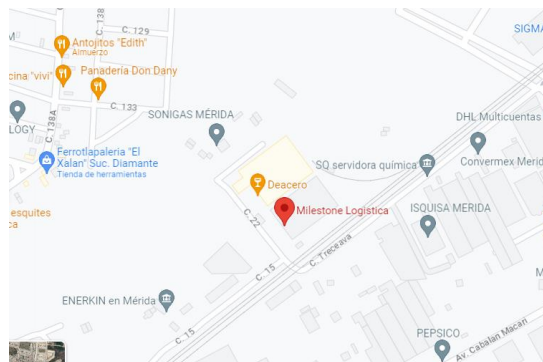
DampRid (Moisture Absorber).

Nombre del producto:

- DampRid FG83K - Amortiguador de humedad para colgar, 3 unidades de 453 g.
- DampRid FG30 - Recarga Absorbente De Humedad 44 Onzas.

Dirección:

Calle 13A Numero 341 por 20 y 22 Ciudad Industria. CP 97288 Mérida, Yucatán.



Teléfonos:

- Oficina: 9999231035
- Celular: 9991270148

Dirección de correo electrónico:

recursoshumanos@milestonelogistics.com

Giro:

Manufactura.

RFC de la empresa:

TGR140826RC1

Misión:

Proveer soluciones logísticas especializadas, innovadoras y confiables que satisfagan las necesidades de nuestros clientes en el diseño, ingeniería, construcción y operación de terminales llave en mano en los Estados Unidos y México. Crear servicios de valor agregado para la cadena de suministro de los clientes, asociados de la empresa y empleados.

Visión.

Posicionarnos como un proveedor líder de soluciones y servicios logísticos en Estados Unidos y México. Crear crecimiento a largo plazo, beneficios y valor mediante la mejora continua.

Valores.

- Integridad: Vivir con honestidad y fiabilidad nuestra vida cotidiana, y crear relaciones duraderas con nuestros clientes y colaboradores.
- Calidad: Proporcionar el mejor servicio que cumpla con las expectativas de nuestros clientes.
- Trabajo en equipo: Suma de puntos trabajando juntos hacia un objetivo común.
- Dedicación: Comprometerse a alcanzar nuestros objetivos y obligaciones, y satisfacer las necesidades de los clientes.
- Respeto: Trabajar bajo el marco legal y cultural para construir una base para la operación y su éxito.

Políticas internas:

1. Registrar la asistencia al entrar y al salir de sus labores.
2. Tolerancia de 10 minutos para poder ingresar a la Empresa.
3. Acumular tres retardos en un periodo de máximo 30 días hábiles, se procederá a la suspensión de un día de trabajo.
4. Para laborar jornada extraordinaria, es requisito contar con previa autorización por escrito de su Jefe inmediato.
5. Concluida la jornada diaria ordinaria, estando prohibido permanecer dentro de las instalaciones.
6. Permisos con anticipación de al menos 2 días al jefe inmediato. (Máximo 2 permisos cada 30 días).
7. Dar aviso dentro de los primeros treinta minutos de su horario de jornada, en caso de no poder acudir.
8. En caso de no acudir por enfermedad de un pariente de línea directa (padres, hijos, pareja) entregar justificante al día siguiente hábil.
9. Incapacidad solo emitida por el IMSS dentro de los 2 días, de no entregarlo las faltas se tomarán como injustificadas.
10. Incapacidad por RT, el IMSS emite el “ST-7 Probable Riesgo de Trabajo” será entregado a SSH; el trabajador deberá entregar las incapacidades originales y el formato “ST-2 Alta Médica” para reincorporarse a trabajar.

Políticas externas:

1. Los plazos de reabastecimiento de los productos son inamovibles a menos que se presente una situación de fuerza mayor justificada.
2. El plan de recolección con los proveedores se encuentra pactado en días y horarios fijos los cuales son acordados con los mismos.
3. Inconvenientes relacionados con los proveedores y la empresa deberá atenderse en un lapso no mayor a 24 horas.
4. Se debe tener una actitud de competencia leal con las demás empresas.
5. Debe mantenerse una colaboración con clientes y proveedores ante cualquier situación para mantener una armonía y cercanía entre ambas partes.

Políticas de calidad:

1. Elaborar productos de excelente calidad
2. Satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes
3. Trabajar en equipo con nuestros proveedores
4. Actualizar nuestro recurso humano
5. Crecer rentable y sostenidamente
6. Realizar mejora continua de los procesos
7. Generar bienestar en los colaboradores y partes interesadas
8. Dar a conocer la Disciplina de las 5s.
9. Proporcionar capacitación y adiestramiento.

Estructura organizacional:

Descripción de puestos		
Responsable	Puesto	Descripción
Ing. Ralph Edward Palmer.	Director general.	Estudiar los objetivos de la empresa para poder planificar y desarrollar una estrategia.
Ing. Sergio Aguilar Rodríguez.	Director de operaciones.	Coordinar las operaciones y optimizar los procesos de la compañía garantizando la transversalidad de las distintas áreas.
Ing. Aarón Sánchez	Gerente de producción.	Prever, organizar, integrar y controlar las operaciones de las áreas productivas para garantizar el cumplimiento de los planes de producción
CP. Santiago Capetillo Llanes.	Gerente administrativo.	Supervisar la asistencia administrativa y la gestión de los servicios de una organización.
		Responsable de organizar los procesos derivados de la

Optimización de la capacidad de producción en la estación de Tolvas mediante estudio de tiempos y movimientos: Caso de la empresa TCO Group S de RL en Mérida, Yucatán.

LCl. Isis Mas Delgado.	Coordinador de logística.	producción y movimiento de productos, organizar las entregas, coordinar los horarios y candelarios para garantizar un proceso eficiente y optimizado.
Ing. Janett Kumul.	Supervisor de Seguridad e Higiene.	Asegurar el cumplimiento de los estándares y normativas de higiene y seguridad por parte de los equipos de trabajo y las instalaciones habilitadas para el desarrollo de las actividades productivas.
Ing. Noé Ávila.	Jefe de mantenimiento	Monitorear, planificar, asignar y verificar el cumplimiento de actividades de mantenimiento, que bien pueden ser preventivas, predictivas, correctivas o mixtas.
Ing. Alan Aguilar Piñal.	Compras	Evaluar la necesidad de los bienes o servicios, identificar los posibles proveedores, negociar los precios y las condiciones, y gestionar la entrega.
LCl. Aurora Prado Pasos.	Jefe de recursos humanos	Dirigir los procesos de gestión de talento humano, administrar los recursos, el monitorear el rendimiento general de la empresa, contratar y capacitar al personal, pero también incluye motivar y retener a los

Optimización de la capacidad de producción en la estación de Tolvas mediante estudio de tiempos y movimientos: Caso de la empresa TCO Group S de RL en Mérida, Yucatán.

		empleados actuales en favor de la organización.
CP. Ariel Canul Bas.	Contador general	Calcular y preparar declaraciones de impuestos, organizar y mantener registros financieros y garantizar que las declaraciones sean precisas.
BR. Diego Sosa Aguilar.	Coordinador de producción	Coordinar las distintas áreas de producción y sus procesos para el cumplimiento del programa de producción, asegurando los estándares de calidad, optimizando los recursos materiales, tecnológicos y humanos.
PSIC. Jazmín Vera.	Asistente de recursos humanos	Brindar apoyo administrativo y de oficina a los ejecutivos de Recursos Humanos.
P en LMNI. Karen Cásares Ramayo.	Asistente administrativo	Realizar tareas de asistencia y acompañamiento a las actividades normales que desarrolla una empresa.
C. Laura Montero.	Auxiliar de almacén	Apoyar en las tareas esenciales de un almacén: recepción de mercancías, el almacenamiento y el despacho y el abastecimiento de material en las áreas operativas.
C. Fabiola Rodríguez.	Supervisor de producción	Supervisan el proceso de producción y garantizan que todas las actividades se lleven

Optimización de la capacidad de producción en la estación de Tolvas mediante estudio de tiempos y movimientos: Caso de la empresa TCO Group S de RL en Mérida, Yucatán.

		a cabo de forma segura, eficiente y puntual.
Ing. Melissa Chan Cua.	Supervisión de mantenimiento	Garantizar que los equipos funcionen correctamente y que sean seguros para su uso: Inspección, reparación y mantenimiento de las máquinas.
C. Rodrigo Velazco Gasca.	Auxiliar de compras	Responsable de aprender las políticas y procedimientos de compras de la empresa y de mantener los niveles de inventario de suministros necesarios para el funcionamiento eficaz de la empresa.
C. Arturo Kantun.	Aux. de Supervisión de producción	Sus funciones incluyen tareas generales de administración y oficina que pueden ser solicitadas por los miembros del equipo para completar los proyectos de manera eficiente y a tiempo.
Ing. Yael Ramírez.	Auxiliar de mantenimiento.	Responsables de realizar el mantenimiento general y las reparaciones en los equipos de las instalaciones y las estructuras de inmuebles.
Ing. Saúl Cohuo Huchin.		
Ing. Manuel Uc Huchin.		
		Responsable del funcionamiento seguro y

Optimización de la capacidad de producción en la estación de Tolvas mediante estudio de tiempos y movimientos: Caso de la empresa TCO Group S de RL en Mérida, Yucatán.

	Montacarguistas	eficiente de una carretilla elevadora. Deben ser capaces de cargar y descargar materiales, moverlos hacia y desde las áreas de almacenamiento, y hacia y desde los camiones.
--	-----------------	--

Organigrama de la empresa:

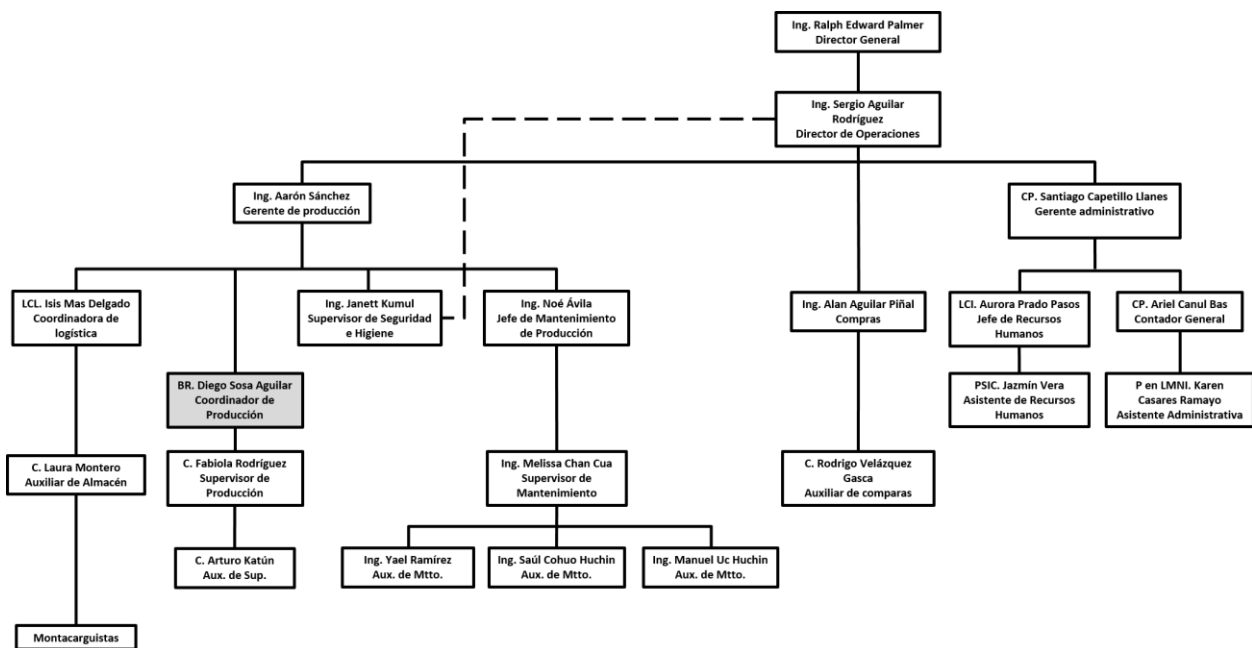


Ilustración 3: Organigrama de la empresa.

Fuente: Elaboración propia.

1.1.2. Planteamiento del problema.

Problema:

La empresa TCO Group S de RL, ubicada en Mérida, Yucatán, enfrenta una baja capacidad de producción en la estación de Tolvas de su línea de producción dedicada al empaque de cloruro de calcio para la absorción de humedad del medio ambiente.

Causa:

Esta baja capacidad de producción puede atribuirse a la presencia de actividades innecesarias, tiempos muertos y procesos ineficientes dentro de la estación de Tolvas. Estas actividades pueden estar generando retrasos en el proceso de producción y limitando la capacidad de la empresa para satisfacer la demanda del mercado.

Efecto:

Como resultado de esta baja capacidad de producción, la empresa enfrenta dificultades para mantenerse competitiva en el mercado y para cumplir con las expectativas de los clientes en términos de disponibilidad y tiempo de entrega del producto. Además, la ineficiencia en la estación de Tolvas puede estar aumentando los costos de producción y reduciendo la rentabilidad de la empresa.

Diagrama de Causa y Efecto.

El diagrama siguiente (ilustración 4) esquematiza todas las causas que generan lo poca capacidad de producción en la estación de Tolvas de la línea de producción, teniendo en cuenta que la que más influye es la falta de un Método Estandarizado.



Ilustración 4: Diagrama de Causa y Efecto de la problemática en la línea de TCO Group.

Fuente: Elaboración propia.

1.1.3. Justificación de la investigación.

La presente investigación se fundamenta en la necesidad crítica de abordar la problemática de baja capacidad de producción en la estación de Tolvas de la línea de empaque de cloruro de calcio en la empresa TCO Group S de RL, Mérida, Yucatán. Esta problemática es de suma importancia por varias razones que impactan directamente en la viabilidad y competitividad de la empresa, así como en su capacidad para satisfacer las demandas del mercado y alcanzar sus objetivos estratégicos.

En primer lugar, la optimización de la capacidad de producción es fundamental para la eficiencia operativa de la empresa. La capacidad de producir en cantidades suficientes y en tiempos adecuados es esencial para garantizar la rentabilidad del negocio y mantener costos competitivos. Al abordar las limitaciones de capacidad en la estación de Tolvas, la empresa puede reducir los tiempos muertos, optimizar el uso de recursos y mejorar la productividad general de su proceso de producción.

Además, la capacidad de producción está estrechamente vinculada a la capacidad de la empresa para satisfacer la demanda del mercado y cumplir con las expectativas de los clientes. En un entorno empresarial cada vez más competitivo y dinámico, es crucial que TCO Group S de RL pueda responder de manera ágil y eficiente a las necesidades del mercado. La mejora en la capacidad de producción en la estación de Tolvas no solo permitirá a la empresa satisfacer la demanda actual de sus productos, sino también estar preparada para enfrentar futuros aumentos en la demanda y aprovechar oportunidades de crecimiento. Además, la optimización de la capacidad de producción puede tener importantes implicaciones en términos de rentabilidad y competitividad. Al reducir los costos asociados con la producción y mejorar la eficiencia operativa, la empresa puede aumentar su rentabilidad y posicionarse de manera más favorable en el mercado. Esto no solo beneficiará a la empresa en términos financieros, sino que también fortalecerá su posición competitiva a largo plazo.

En resumen, la investigación sobre la optimización de la capacidad de producción en la estación de Tolvas de TCO Group S de RL es de vital importancia para garantizar la eficiencia operativa, satisfacer las demandas del mercado y mantener la competitividad de la empresa. Al abordar esta problemática de manera integral, la empresa estará mejor posicionada para enfrentar los desafíos del mercado y aprovechar las oportunidades de crecimiento a futuro.

1.2. Objetivos de la investigación.

Objetivo General:

Evaluar y proponer mejoras en la capacidad de producción de la estación de Tolvas en la línea de empaque de cloruro de calcio en TCO Group S de RL, Mérida, Yucatán, a través de un estudio de tiempos y movimientos.

Objetivos Específicos:

- Identificar las actividades y procesos involucrados en la estación de Tolvas dentro del proceso de producción de cloruro de calcio.
- Realizar un análisis detallado de los tiempos requeridos para cada actividad en la estación de Tolvas, incluyendo tiempos de carga, descarga y procesamiento.
- Identificar y documentar los posibles cuellos de botella y tiempos muertos en el proceso de producción de cloruro de calcio en la estación de Tolvas.
- Analizar los datos recopilados para identificar actividades innecesarias, redundantes o que puedan ser optimizadas en la estación de Tolvas.
- Proponer recomendaciones específicas para mejorar la eficiencia y la capacidad de producción en la estación de Tolvas, basadas en los hallazgos del estudio de tiempos y movimientos.

1.3. Limitaciones y alcances.

1.3.1 Alcance.

- Análisis de la estación de Tolvas: El estudio se centrará en la estación de Tolvas dentro del proceso de producción de cloruro de calcio en TCO Group S de RL, abordando específicamente las actividades relacionadas con esta área.
- Estudio de tiempos y movimientos: Se llevará a cabo un análisis exhaustivo de los tiempos requeridos para cada actividad en la estación de Tolvas, así como de los movimientos necesarios para completar dichas actividades.
- Identificación de oportunidades de mejora: El objetivo principal es identificar actividades innecesarias, tiempos muertos y posibles cuellos de botella en la estación de Tolvas, con el fin de proponer recomendaciones específicas para mejorar la eficiencia y la capacidad de producción.

- Propuestas de mejora: Se propondrán recomendaciones concretas y viables para optimizar el proceso de producción en la estación de Tolvas, basadas en los hallazgos del estudio de tiempos y movimientos.

1.3.2 Limitaciones.

- Alcance temporal: La investigación estará limitada por el tiempo disponible para llevar a cabo el estudio de tiempos y movimientos, así como para implementar las recomendaciones de mejora.
- Recursos disponibles: La disponibilidad de recursos humanos, financieros y tecnológicos puede limitar la profundidad y el alcance del estudio.
- Acceso a la información: Es posible que la disponibilidad de datos históricos y la colaboración de los empleados en la recopilación de información puedan ser limitadas.
- Contexto específico: Las recomendaciones propuestas estarán diseñadas específicamente para la situación y las condiciones de producción en TCO Group S de RL en Mérida, Yucatán, y pueden no ser directamente aplicables a otras empresas o contextos.

Capítulo 2

Marco teórico

2.1 Introducción al estudio de tiempos y movimientos:

2.1.1 Definición y conceptos básicos.

Tiempo estándar: En el estudio de tiempos y movimientos, el tiempo estándar se refiere a la cantidad de tiempo que se espera que tome a un trabajador calificado realizar una tarea específica utilizando métodos definidos, herramientas y equipos adecuados bajo condiciones normales de trabajo y sin apuros (Orozco, 2018).

Tiempo ciclo: El tiempo ciclo es el tiempo requerido para completar una unidad de producción, es decir, el tiempo que toma para que un producto pase por todas las etapas de producción, desde el inicio hasta la finalización. Este concepto es esencial para la planificación de la capacidad y la producción (Orozco, 2018).

Tiempo de ciclo takt: Este concepto se refiere al tiempo disponible para producir una unidad de producto para satisfacer la demanda del cliente. Se calcula dividiendo el tiempo disponible de trabajo entre la demanda del cliente durante un período específico (Orozco, 2018).

Cronometraje: El cronometraje es la técnica utilizada para medir el tiempo que lleva completar una tarea o actividad. Implica el uso de cronómetros u otros dispositivos de medición de tiempo para registrar con precisión la duración de cada tarea (Herrera, 2020).

Cronometraje continuo: Esta es una técnica de cronometraje en la que se mide el tiempo de trabajo de manera continua, sin interrupciones, desde el inicio hasta la finalización de una tarea. Se utiliza para capturar con precisión la duración total de una actividad (Herrera, 2020).

Cronometraje discontinuo: A diferencia del cronometraje continuo, el cronometraje discontinuo implica medir el tiempo de trabajo con interrupciones o pausas entre las actividades. Se utiliza cuando las tareas no pueden realizarse de manera ininterrumpida (Herrera, 2020).

Observación directa: Este es un método de estudio de tiempos que implica observar directamente a los trabajadores mientras realizan sus tareas y registrar cada movimiento realizado. Se utiliza para identificar y analizar los movimientos individuales y mejorar la eficiencia (Unda, 2019).

Movimiento elemental: Los movimientos elementales son acciones básicas e individuales que componen una tarea o actividad. Estos movimientos pueden incluir levantar, transportar, sostener, alcanzar, entre otros, y son la unidad básica de análisis en el estudio de tiempos y movimientos (Unda, 2019).

Diagrama de proceso de flujo: Un diagrama de proceso de flujo es una representación visual de los pasos y movimientos involucrados en un proceso de producción o actividad. Se utiliza para identificar y visualizar el flujo de trabajo y las interacciones entre las diferentes etapas del proceso (Unda, 2019).

Diagrama de recorrido: Este diagrama muestra la secuencia de movimiento de una persona, material o producto a través de un área de trabajo o proceso. Ayuda a identificar ineficiencias, cuellos de botella y oportunidades de mejora en la disposición y diseño del área de trabajo (Unda, 2019).

Análisis de movimientos: El análisis de movimientos es el proceso de estudiar y evaluar los movimientos individuales realizados por los trabajadores durante la realización de una tarea. Su objetivo es identificar movimientos innecesarios o ineficientes y desarrollar métodos de trabajo más efectivos (Smith, 2019).

Desperdicio de movimiento: Se refiere a los movimientos innecesarios o ineficientes realizados por los trabajadores durante la ejecución de una tarea. Estos movimientos no agregan valor al proceso y pueden aumentar la fatiga y el riesgo de lesiones (Neto, 2021).

Tiempo de espera: Este es el tiempo durante el cual un trabajador está inactivo debido a la falta de materiales, herramientas, instrucciones u otras razones. El tiempo de espera puede ser una fuente importante de pérdida de tiempo y productividad en un proceso de trabajo (Herrera, 2020).

Tiempo de ciclo real: El tiempo de ciclo real es el tiempo total que lleva completar una tarea, incluyendo todas las interrupciones, retrasos y actividades no productivas. Es importante medir el tiempo de ciclo real para identificar oportunidades de mejora en la eficiencia del proceso (Herrera, 2020).

Estudio de tiempos predeterminados: Este es un método de estudio de tiempos que utiliza tiempos preestablecidos para calcular la duración de una tarea en lugar de medir cada movimiento individual. Se basa en una biblioteca de tiempos estándar para diferentes movimientos y actividades (Herrera, 2020).

Mejora continua: La mejora continua es el proceso de identificar y eliminar gradualmente las inefficiencias y desperdicios en los procesos de trabajo para aumentar la productividad, la calidad y la satisfacción del cliente. Se basa en el compromiso constante con la excelencia y la innovación (Neto, 2021).

Ergonomía: La ergonomía es el estudio del diseño de lugares de trabajo, productos y sistemas para que coincidan con las capacidades y limitaciones humanas. Su objetivo es optimizar la seguridad, la comodidad y la eficiencia de los trabajadores (Cuesta, 2019).

Balanceo de líneas: El balanceo de líneas es el proceso de distribuir el trabajo de manera uniforme entre las estaciones de trabajo y los trabajadores en un proceso de producción. Su objetivo es minimizar los tiempos de espera y maximizar la eficiencia del proceso (Groover, 2018).

Método de trabajo estándar (SWP): Un método de trabajo estándar es un conjunto de instrucciones detalladas que describe cómo realizar una tarea de manera eficiente y segura. Se utiliza para estandarizar los métodos de trabajo y garantizar la consistencia y la calidad del producto (Orozco, 2018).

OEE (Overall Equipment Effectiveness): El OEE es un indicador de rendimiento que mide la eficiencia global de un equipo o proceso de producción. Se calcula multiplicando la disponibilidad, el rendimiento y la calidad del equipo y proporciona una medida integral del rendimiento operativo (Neto, 2021).

Productividad: La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. Tradicionalmente la productividad se mide por el cociente entre la salida o resultado total y las entradas (o recursos) totales que se requirieron para producir dichas salidas. Mejorar la productividad implica el perfeccionamiento continuo del actual sistema para alcanzar mayores resultados (Herrera, 2020)

Eficiencia: Es la relación con los recursos o cumplimiento de actividades, como la relación entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de recursos estimados o programados y el grado en el que se aprovechan los recursos utilizados transformándose en productos (Herrera, 2020).

Efectividad: Es la relación entre los resultados logrados y los resultados propuestos, permite medir el grado de cumplimiento de los objetivos planificados. La efectividad se vincula con la productividad a través de impactar en el logro de mayores y mejores productos (Herrera, 2020).

2.1.2 Importancia del estudio de tiempos y movimientos en la ingeniería industrial.

El estudio de tiempos y movimientos desempeña un papel crucial en la ingeniería industrial al proporcionar una metodología estructurada para analizar, comprender y mejorar los procesos de trabajo en cualquier entorno industrial. Esta disciplina se centra en la medición y análisis detallado de cómo se llevan a cabo las tareas dentro de un proceso, con el objetivo de identificar oportunidades para aumentar la eficiencia, mejorar la productividad y reducir los costos (Groover, 2018).

Una de las principales razones por las que el estudio de tiempos y movimientos es tan importante en la ingeniería industrial es su capacidad para proporcionar una base objetiva y cuantificable para la toma de decisiones. Al medir con precisión el tiempo requerido para realizar cada tarea en un proceso, los ingenieros industriales pueden identificar áreas de ineficiencia y establecer estándares de trabajo realistas. Estos estándares sirven como una referencia objetiva para evaluar el desempeño de los trabajadores, programar las operaciones y planificar la producción de manera efectiva (Groover, 2018).

Además, el estudio de tiempos y movimientos ayuda a optimizar la asignación de recursos al identificar cómo se utilizan los recursos disponibles, como el tiempo, la mano de obra y los materiales, en un proceso específico. Al eliminar movimientos innecesarios, reducir los tiempos de espera y optimizar el flujo de trabajo, los ingenieros industriales pueden aumentar la productividad en el lugar de trabajo y reducir los costos operativos (Groover, 2018).

Otro aspecto importante de la importancia del estudio de tiempos y movimientos en la ingeniería industrial es su contribución a la mejora continua de los procesos. Al analizar detenidamente cada paso del proceso, los ingenieros industriales pueden identificar

oportunidades para mejorar la eficiencia y la calidad, reducir los defectos y aumentar la satisfacción del cliente. Esta mejora continua es esencial para mantener la competitividad en un mercado globalizado y en constante cambio (Groover, 2018).

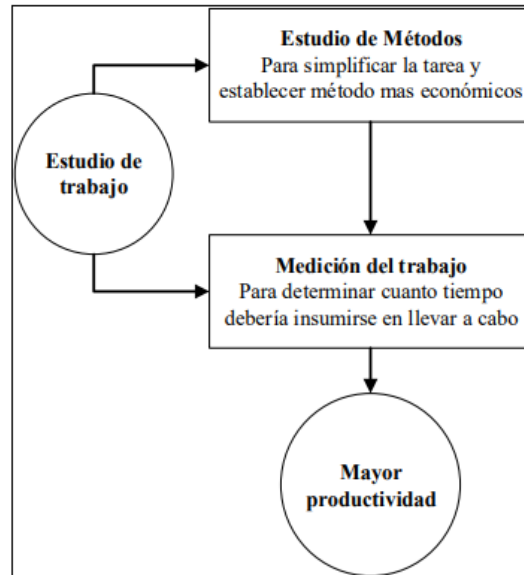


Ilustración 5: Estudio de Trabajo.

Fuente: (Groover, 2018)

2.1.3 Objetivos y beneficios del estudio de tiempos y movimientos en la optimización de procesos.

La optimización de procesos ayuda a mejorar la eficacia de los departamentos de recursos humanos de una empresa. Al incorporar técnicas y tecnologías de optimización, se mejora la gestión del personal y la incorporación de nuevos empleados para cubrir vacantes o puestos necesarios. A continuación se presentan los objetivos y beneficios del estudio de tiempos y movimientos según (Morales, 2020)

Objetivos:

1. Medición precisa del tiempo de trabajo:

- El estudio de tiempos y movimientos tiene como objetivo principal medir con precisión el tiempo requerido para completar una tarea específica. Esto implica descomponer la tarea en sus elementos individuales y registrar el tiempo necesario para cada uno de ellos. Esta información es crucial para planificar y programar las operaciones de manera eficiente, asignar recursos adecuadamente y establecer estándares de trabajo realistas.

2. Identificación de ineficiencias:

- Otra meta importante del estudio de tiempos y movimientos es identificar y eliminar las actividades que consumen tiempo innecesario o que no agregan valor al proceso. Al analizar detenidamente cada paso del proceso, es posible identificar movimientos redundantes, esperas, transportes innecesarios y otras formas de desperdicio. Al eliminar o reducir estas ineficiencias, se puede mejorar significativamente la productividad y la eficiencia del proceso.

3. Establecimiento de estándares de trabajo:

- El estudio de tiempos y movimientos también busca establecer estándares de tiempo para realizar tareas específicas. Estos estándares proporcionan una referencia objetiva para evaluar el desempeño de los trabajadores, programar las operaciones y calcular los costos de producción. Los estándares de tiempo también son fundamentales para el diseño de sistemas de incentivos basados en el rendimiento y la mejora continua de procesos.

4. Optimización de la distribución del trabajo:

- Una vez que se ha realizado el estudio de tiempos y movimientos, es posible diseñar y distribuir las tareas de manera más efectiva entre los trabajadores. Esto implica asignar las tareas adecuadas a las personas adecuadas, teniendo en cuenta sus habilidades y capacidades individuales. Una distribución óptima del trabajo ayuda a evitar la sobrecarga o subutilización de recursos, maximizando así la eficiencia y la productividad del proceso.

5. Mejora de la calidad:

- El estudio de tiempos y movimientos también puede contribuir a mejorar la calidad de los productos o servicios entregados. Al identificar y corregir movimientos ineficientes o errores en el proceso, se pueden reducir los defectos, minimizar el re-trabajo y mejorar la satisfacción del cliente. Esto es especialmente importante en entornos de producción donde la calidad es un factor crítico para el éxito del negocio.

Beneficios:

1. Aumento de la productividad:

- Al eliminar actividades improductivas y optimizar el flujo de trabajo, el estudio de tiempos y movimientos puede aumentar la producción o la prestación de servicios con los mismos recursos disponibles. Esto se traduce en una mayor

eficiencia operativa y una mejor utilización de los recursos de la organización.

2. Reducción de costos:

- Al mejorar la eficiencia en el uso del tiempo y los recursos, se pueden reducir los costos operativos asociados con el proceso. Esto incluye la reducción de costos laborales, la optimización de inventarios, la disminución de los tiempos de ciclo y la minimización de los costos de transporte y almacenamiento.

3. Mejora del ambiente laboral:

- Al eliminar tareas repetitivas o excesivamente demandantes, el estudio de tiempos y movimientos puede mejorar las condiciones de trabajo y reducir la fatiga y el estrés entre los trabajadores. Esto puede conducir a un aumento de la satisfacción laboral, una disminución del ausentismo y una mayor retención de talento en la organización.

4. Mayor flexibilidad y capacidad de respuesta:

- Al tener una comprensión clara de los tiempos y movimientos involucrados en el proceso, las organizaciones pueden adaptarse más fácilmente a cambios en la demanda del mercado o en las condiciones operativas. Esto les permite responder rápidamente a las fluctuaciones en la demanda, aprovechar nuevas oportunidades y mantenerse competitivas en un entorno empresarial dinámico.

5. Incremento de la competitividad:

- Al mejorar la eficiencia y la calidad, las organizaciones pueden ofrecer productos o servicios de mayor valor a un costo más bajo. Esto les permite competir de manera más efectiva en el mercado, ganar cuota de mercado y mantener una ventaja competitiva sostenible a largo plazo.

En otras palabras, el estudio de tiempos y movimientos es una herramienta fundamental para la optimización de procesos en la ingeniería industrial. Al establecer estándares de trabajo, identificar inefficiencias, mejorar la calidad y aumentar la productividad, el estudio de tiempos y movimientos contribuye a la eficiencia operativa, la reducción de costos y la mejora del ambiente laboral, lo que permite a las organizaciones mantenerse competitivas en un mercado cada vez más exigente.

2.2 Fundamentos del estudio de tiempos:

2.2.1 Métodos y técnicas de medición del tiempo en el trabajo.

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmo de trabajo correspondiente a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida (Unda, 2019).

Puede definirse también como el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado, quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea dada conforme a un método especificado.

A continuación, se mencionan las características de las metodologías utilizadas para el estudio de tiempos y movimientos que existen, con sus ventajas y desventajas de su aplicación.

Los especialistas se basan en un conjunto de técnicas para poder realizar un buen estudio de tiempos como los que se mencionan a continuación:

- 1) Sistemas estándares de tiempo predeterminado.
- 2) Estudio de tiempos con cronómetro.
- 3) Muestreo de trabajo.
- 4) Datos estándares.
- 5) Estándares de tiempo de opinión experta y de datos históricos.

Las técnicas para estudio de tiempos han evolucionado rápidamente debido al avance tecnológico que ha permitido facilitar la labor del analista, apoyándolo a obtener mayor precisión, velocidad de aplicación y unos resultados más confiables, comprensibles y rápidos. En los siguientes párrafos podremos analizar las diferentes técnicas utilizadas para el análisis de tareas y el estudio de tiempos según (Unda, 2019).

1) Tiempos predeterminados.

Los tiempos predeterminados, es el conjunto de tiempos estándares asignados a una serie de movimientos fundamentales y grupos de movimientos los cuales no pueden ser evaluados de una manera precisa con las operaciones ordinarias para estudio de tiempos con cronómetro. Éstos son el resultado de realizar la investigación de una gran muestra de operaciones diversas con un dispositivo de medición de tiempo, como una cámara de video

capaz de medir lapsos muy cortos de tiempo. Entre los más comunes están: MTM (Methods Time Measurement), MOST (Maynard Operation Sequence Technique), WORK FACTOR entre otros.

MTM (Methods Time Measurement). Es una técnica para analizar cualquier trabajo u operación manual la cual descompone los movimientos básicos requeridos para su realización. A cada uno se le asigna un tiempo predeterminado basado en su naturaleza y el entorno en el cual está siendo ejecutado.

MOST (Técnica de Operaciones Secuenciales de Maynard). Consiste en hacer determinar un valor a todos los movimientos realizados durante una maniobra dentro de un proceso de producción y con esto determinar el tiempo estándar de la acción y así obtener el desempeño de un trabajador durante una jornada de trabajo.

Work Factor. Esta técnica se basa en que existen 4 variables que afectan el tiempo para la ejecución de cualquier movimiento manual y los cuales se mencionan a continuación:

- El miembro del cuerpo usado.
- La distancia recorrida.
- El control manual necesario (dado por unos factores determinados).
- El peso o resistencia que lleva consigo (convertidos a factores ya determinados).

1. Estudio de tiempos con cronometro.

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, con base en 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 de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea; cuando se presentan quejas de los colaboradores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación; cuando se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones: cuando se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos y cuando se encuentren bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

De acuerdo a (Herrera, 2020) existen dos procedimientos básicos para medir el tiempo medido de los elementos de un ciclo de trabajo:

a) Lectura continúa

Consiste en accionar el cronómetro y leerlo en el punto de terminación de cada elemento sin desactivar el cronómetro mientras dura el estudio. Se considera recomendable para cronometrar elementos cortos.

Ventajas de lectura continúa:

1. Se obtiene un registro completo en un período de observación.
2. No se deja tiempo sin anotar.
3. Se obtienen valores exactos en elementos cortos.
4. Hay menos distracción en el analista.

Desventajas:

1. Su cálculo numérico requiere de más tiempo.
2. Requiere mayor concentración del analista.

b) Vuelta a cero o lectura repetitiva

Consiste en accionar el cronómetro desde cero al inicio de cada elemento y desactivarlo cuando termina el elemento y se regresa a cero, esto se hace sucesivamente hasta concluir el estudio. Se considera recomendable para cronometrar elementos largos.

Ventajas de vuelta a cero o lectura repetitiva:

1. El cálculo por elemento requiere de menos tiempo.
2. Los elementos fuera de orden se registran fácilmente.
3. Se obtienen valores exactos en elementos cortos.
4. Hay menos distracción en el analista.

Desventajas:

1. Su cálculo numérico requiere de más tiempo.
2. Requiere mayor concentración del analista.
3. No se obtiene el registro completo al no considerar retrasos y elementos extraños.
4. Propicia distracción en el analista.

2. Muestreo de Trabajo.

El muestreo de trabajo es el mismo método científico que se sigue en las encuestas y en las estadísticas que hace el gobierno. Se observa a los empleados durante su jornada laboral y se llega a las conclusiones. Cualquier persona que haya trabajado con otra persona ha realizado un muestreo del trabajo: se realiza una opinión de cuanto se empeña la otra persona:

1. Todas las veces que lo veo está trabajando; o
2. Nunca está trabajando; o bien
3. Algo intermedio.

Por lo general se llega a tener un margen de error del 10%. Los consultores de ingeniería industrial preparan iniciar su propuesta con este tipo de estadísticos. Esperan hallar un desempeño aproximado del 60% en las compañías que no tienen estándares.

3. Datos estándar.

Los datos estándar son la manera más rápida y barata para implantar estándares de tiempo y son más precisos que cualquier otra técnica de estudio de tiempos. A partir de los estándares de tiempos anteriores, el encargado del proyecto trata de indagar que hace que el tiempo en el que se traslada es directamente proporcional a la cantidad de metros recorridos.

Existen diferentes maneras de comunicar el estándar de tiempo a las nuevas generaciones de trabajadores, supervisores e ingenieros:

- Gráfica.
- Tabla.
- Hoja de trabajo.
- Formula.

4. Estándares de tiempo de opinión experta y datos históricos.

Un estándar de tiempo de opinión experta se basa en la experiencia de una persona la cual ha realizado la actividad por mucho tiempo. Debido a que la naturaleza de este método se basa en los trabajadores de planta y de servicio, hace que establecer estándares de tiempo mediante las técnicas más tradicionales sea poco redituable.

En las compañías que tienen un buen control, los proyectos de mantenimiento no se aprueban mientras no se haya contemplado el costo del trabajo.

La persona que funge como perito en un sistema de estándares de tiempo de opinión experta es por lo general un supervisor.

Resguardar los datos a través del tiempo es un procedimiento de los sistemas estándares de tiempo de opinión experta. Consiste tener un registro de cuánto tiempo necesitó cada trabajo. Cuando surge un nuevo trabajo se compara con el estándar del trabajo anterior.

2.2.2 Tipos de tiempos (*tiempo normal, tiempo estándar, tiempo permitido*).

La gestión del tiempo es fundamental en cualquier contexto, desde la vida cotidiana hasta entornos laborales y de producción. En este sentido, es importante comprender diferentes términos relacionados con el tiempo para una mejor planificación y eficiencia. Entre estos términos se encuentran el tiempo normal, el tiempo estándar y el tiempo permitido. Cada uno de estos conceptos tiene su propia definición y aplicaciones específicas en diversas áreas, desde la gestión del rendimiento hasta la producción industrial. Ahora, vamos a profundizar en cada uno de estos términos.

Tiempo normal:

El tiempo normal o básico se define como el tiempo mínimo irreducible que se calcula a partir de los tiempos elementales de una tarea de trabajo (Orozco, 2018).

Una tarea de trabajo es un conjunto de actividades necesarias para completar la ejecución de un proceso o producto. Cada tarea está compuesta de varios movimientos elementales. A continuación, la ecuación 2 nos muestra el tiempo normal que es el que se tarda en efectuar un elemento de trabajo al ritmo tipo:

$$TN = TOP * ID$$

Donde:

TN= Tiempo Normal

TOP= Tiempo Observado Promedio

ID= Índice de Desempeño

Conversión es el cálculo del tiempo básico a partir del tiempo observado.

Tiempo estándar:

Es el valor de una unidad de tiempo para la realización de una tarea, como lo determina la aplicación apropiada de las técnicas de medición de trabajo efectuada por personal calificado. Por lo general se establece aplicando las tolerancias apropiadas al tiempo normal (Orozco, 2018).

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

Un estándar de tiempo o tiempo estándar es “el tiempo requerido para elaborar un producto en una estación de trabajo con las tres condiciones siguientes: (1) un operador calificado y bien capacitado, (2) que trabaja a una velocidad o ritmo normal, y (3) hace una tarea específica”

1. Operador calificado y bien capacitado. La experiencia es lo que hace que un operador sea calificado y esté bien capacitado, el error más grande que comete el personal que se inicia en el estudio de tiempos es medir demasiado pronto los tiempos de alguien. Una buena regla práctica es comenzar con una persona calificada, totalmente capacitada, y darle dos semanas en el trabajo antes del estudio de tiempos.
2. Ritmo normal. Solo se puede aplicar un estándar de tiempo para cada trabajo aun cuando las diferencias de los operadores produzcan resultados distintos. Un ritmo normal es cómodo para casi todos.
3. Una tarea específica. Es una descripción detallada de lo que debe ejecutarse. La descripción de la tarea deberá incluir:
 - El método prescrito de trabajo.
 - La especificación del material.
 - Las herramientas y equipos que se utilizarán.
 - Las posiciones de entrada y de salida del material.
 - Otros requisitos como seguridad, calidad, limpieza y mantenimiento

A continuación, la ecuación muestra el tiempo estándar:

$$TS = \frac{TN}{\left(1 - \frac{\sum \text{suplementos}}{100}\right)}$$

Donde:

TS= Tiempo Estándar

TN= Tiempo Normal

Determinar los suplementos.

La energía que necesite gastar el trabajador para ejecutar una determinada operación debe reducirse al mínimo, perfeccionando los métodos y procedimientos. Sin embargo, incluso cuando se ha ideado el método más práctico, económico y eficaz, la tarea continuará exigiendo un esfuerzo humano, por lo que hay que prever ciertos suplementos para compensar la fatiga y descansar. Debe preverse asimismo un suplemento de tiempo para que el trabajador pueda ocuparse de sus necesidades personales, y quizá haya que añadir al tiempo básico otros suplementos más (por ejemplo, por contingencias) para establecer el contenido de trabajo.

Tiempos suplementarios.

Es el tiempo que se concede al trabajador con el objeto de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes que se presentan en la tarea. Los suplementos por descanso son la única parte esencial del tiempo que se añade al tiempo básico en el caso que se requiera determinar el tiempo estándar de la operación. Dentro de los suplementos por descanso se subdividen en: Suplementos fijos y variables.

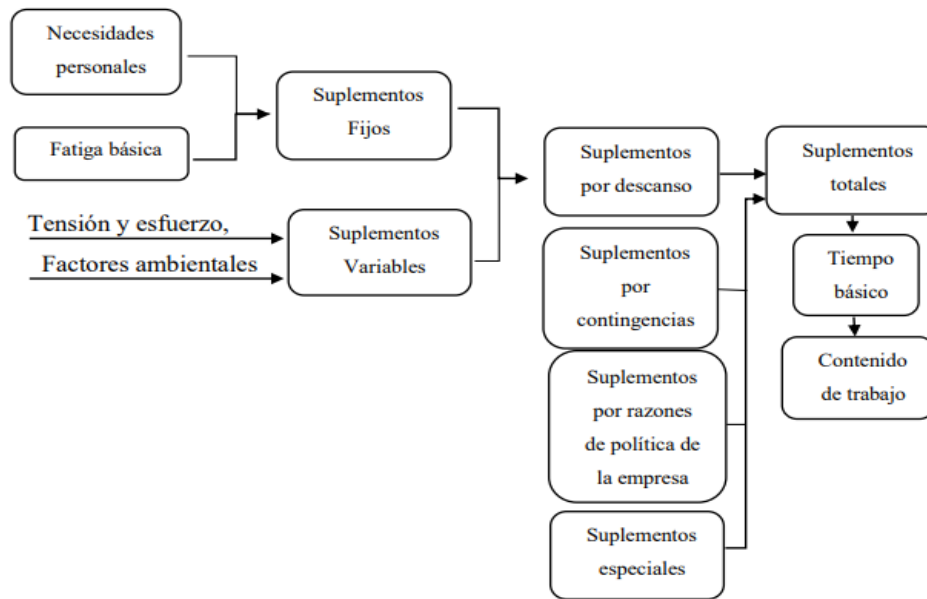


Ilustración 6: Suplementos fijos y variables.

Fuente: (Orozco, 2018)

2.2.3 Herramientas y equipos utilizados en el estudio de tiempos.

Para llevar a cabo un óptimo estudio de tiempos se utiliza implementos indispensables para poder medir y documentar los datos recolectados (Orozco, 2018), como los mostrados a continuación:

IMPLEMENTO	DETALLE
<i>Cronómetro</i>	Se emplea para la medición de los tiempos de las operaciones normalizadas en la fabricación de una pieza.
<i>Hoja de Proceso</i>	Evidencia pasó a paso el proceso de fabricación de la pieza. Documentando tipos de elementos, descripción del elemento, herramientas, dispositivos de sujeción, maquinas, velocidades de corte, avance y revoluciones por minuto.
<i>Hoja de observaciones</i>	Documenta el muestreo de la toma de tiempos de cada una de los elementos que se establecieron en el método mejorado de trabajo.
<i>Tablero o paleta</i>	Tablero donde se fijan los formularios para anotar las Observaciones.
<i>Calculadora de bolsillo</i>	Se realiza cálculos básicos en la toma de tiempos y cálculos de suplementos.

2.3 Fundamentos del estudio de movimientos:

2.3.1 Principios básicos del estudio de movimientos.

Implica el análisis de los movimientos corporales que se emplean para realizar una tarea. Su propósito es eliminar o reducir movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los movimientos eficientes. A través del estudio de los movimientos en conjunto con los principios e la economía de movimientos, el trabajo puede rediseñarse para que incremente su eficacia y genere un elevado índice de producción (Unda, 2019).

Movimientos básicos

Como parte del análisis de movimientos, los Gilbreth concluyeron que todo trabajo, ya sea productivo o no, se realiza mediante el uso de combinaciones de 17 movimientos básicos a los que ellos llamaron Therbligs los cuales pueden ser eficientes o ineficientes.

En la siguiente tabla se muestran los movimientos eficientes los cuales avanzan el progreso del trabajo directamente. Puede reducirse, pero es difícil eliminarlo completamente.

Tabla 1: THERBLIGS EFICIENTES.

THERBLIGS EFICIENTES

<i>Alcanzar</i>	RE	“Mover” la mano vacía hacia o desde el objeto; el tiempo depende de la distancia recorrida; por lo general es precedido por “Liberar” y seguido por “Sujetar”.
<i>Mover</i>	M	“Mover” la mano cargada; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; por lo general es precedido por “sujetar” y seguido por “liberar” o “posicionar”.
<i>Sujetar o tomar</i>	G	“Cerrar” los dedos alrededor de un objeto; comienza a medida que los dedos tocan el objeto y termina cuando se ha ganado el control; depende del tipo de sujeción; por lo general, es precedido por “Alcanzar” y seguido por “Mover”.
<i>Liberar</i>	RL	“Soltar” el control de un objeto, típicamente el más corto de los therbligs.
<i>Pre-posicionar</i>	PP	“Posicionar” un objeto en una ubicación predeterminada para su uso posterior; por lo general ocurre en conjunto con “Mover”, como cuando se orienta una pluma para escribir.

<i>Utilizar</i>	U	“Manipular” una herramienta para el uso para el que fue diseñada; fácilmente detectable, a medida que avanza el progreso del trabajo.
<i>Ensamblar</i>	A	“Unir” dos partes que embonan; por lo general es precedido por “Posicionar” o “Mover” y seguido por “Liberar”.
<i>Desensamblar</i>	DA	Es lo opuesto a “Ensamblar”, pues separa partes que embonan; por lo general es precedido por “Sujetar” y seguido por “Liberar”.

Fuente: (Unda, 2019)

En la siguiente tabla 2 se muestran los movimientos ineficientes los cuales no avanzan el progreso del trabajo. Si es posible, debe eliminarse.

Tabla 2: THERBLIGS INEFICIENTES.

THERBLIGS INEFICIENTES

<i>Buscar</i>	S	Ojos o manos buscan un objeto; comienza a medida que los ojos se mueven para localizar un objeto.
<i>Seleccionar</i>	SE	“Seleccionar” un artículo de varios; por lo general es seguido por “Buscar”.
<i>Posicionar</i>	P	“Orientar” un objeto durante el trabajo, por lo general precedido por “Mover” y seguido por “Liberar” (en oposición a durante en Pre-posicionar).
<i>Inspeccionar</i>	I	“Comparar” un objeto con el estándar, típicamente a la vista, pero podría ser también con los demás sentidos.
<i>Planear</i>	PL	“Pausar” para determinar la acción siguiente; por lo general se lo detecta como un titubeo que precede a “Mover”.
<i>Retraso inevitable</i>	UD	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación, por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina una búsqueda prolongada.

<i>Retraso evitable</i>	AD	El operario es el único responsable del tiempo ocioso, por ejemplo, toser.
<i>Descanso para contrarrestar fatiga</i>	R	Aparece periódicamente, no en cada ciclo; depende de la carga de trabajo físico.
<i>Parar</i>	H	Una mano soporta el objeto mientras la otra realiza trabajo útil.

Fuente: (Unda, 2019)

Diagrama de procesos de bimanual

Conocido como diagrama de procesos del operario es una herramienta para el estudio del movimiento, ya que muestra todos los movimientos y retrasos atribuibles a las manos derecha e izquierda y las relaciones que existe entre ellos (Unda, 2019).

Su propósito es identificar los patrones de movimiento ineficientes y observar las violaciones a los principios de la economía de movimientos. Este diagrama facilita la modificación de un método, de tal manera que se pueda lograr una operación equilibrada de las dos manos, así como un ciclo parejo más rítmico que mantenga los retrasos y la fatiga del operario a niveles mínimos.

Principios de economía de movimientos

Los principios de economía de movimientos son un conjunto de reglas o pautas diseñadas para minimizar el esfuerzo y el tiempo requerido para llevar a cabo una tarea específica. Estos principios son importantes en el diseño de procesos y sistemas para mejorar la eficiencia y la productividad. Se puede clasificar en tres grupos según (Unda, 2019):

- Utilización del cuerpo humano
- Distribución del lugar de trabajo
- Modelo de máquinas y herramientas

Estos principios se aplican en diversos campos, desde la manufactura y la logística hasta el diseño de oficinas y la organización del espacio en el hogar, con el objetivo de mejorar la eficiencia y la calidad de vida.

Utilización del cuerpo humano:

Siempre que sea posible:

1. Las dos manos deben comenzar y completar sus movimientos a la vez.
2. Nunca deben estar inactivas las dos manos a la vez, excepto durante los períodos de descanso.
3. Los movimientos de los brazos deben realizarse simultáneamente y en direcciones opuestas y simétricas.
4. Los movimientos de las manos y del cuerpo deben caer dentro de la clase más baja con que sea posible ejecutar satisfactoriamente el trabajo.
5. Debe aprovecharse el impulso cuando favorece al obrero, pero debe reducirse a un mínimo si hay que contrarrestarlo con un esfuerzo muscular.
6. Son preferibles los movimientos continuos y curvos a los movimientos rectos en los que hay cambios de dirección repentinos y bruscos.
7. Los movimientos de oscilación libre son más rápidos, más fáciles y más exactos que los restringidos o controlados.
8. El ritmo es esencial para la ejecución suave y automática de las operaciones repetitivas, y el trabajo debe disponerse de modo que se pueda hacer con un ritmo fácil y natural siempre que sea posible.
9. El trabajo debe disponerse de modo que los ojos se muevan dentro de límites cómodos y no sea necesario cambiar de foco a menudo.

Distribución del lugar de trabajo:

1. Debe haber un sitio definido y fijo para todas las herramientas y materiales.
2. Las herramientas y materiales deben colocarse de antemano donde se necesitarán, para no tener que buscarlos.
3. Debe utilizarse depósitos y medios de “abastecimiento por gravedad” para que el material llegue tan cerca como sea posible del punto de utilización.
4. Los materiales, herramientas y mandos deben situarse dentro del área máxima de trabajo y tan cerca del trabajador como sea posible.
5. Los materiales y las herramientas deben situarse en la forma que dé a los gestos el mejor orden posible.
6. Deben utilizarse siempre que sea posible, eyectores y dispositivos que permitan al operario “dejar caer” el trabajo terminado sin necesidad de utilizar las manos para despacharlo.

7. Deben preverse medios para que la luz sea buena y facilitarse al obrero una silla del tipo y altura adecuados para que se sienten en buena postura.
8. El color de la superficie de trabajo deberá contrastar con el de la tarea que realiza para reducir así la fatiga de la vista.

Modelo de máquinas y herramientas:

1. Debe evitarse que las manos estén ocupadas “sosteniendo” la pieza cuando esta pueda sujetarse con una plantilla, brazo o dispositivo accionado por el aire.
2. Siempre que sea posible deben combinarse dos o más herramientas.
3. Siempre que cada dedo realice un movimiento específico, como para escribir a máquina, debe distribuirse la carga de acuerdo con la capacidad inherente a cada dedo.
4. Los mangos, como los utilizados en las manivelas y destornilladores grandes, deben diseñarse para que la mayor cantidad posible de superficie este en contacto con la mano.
5. Las palancas, barras cruzadas y volantes de mano deben situarse en posiciones que permitan al operario manipularlos con un mínimo de cambio de posición del cuerpo y un máximo de “ventajas mecánicas”.

2.3.2 Análisis de movimientos y ergonomía en el diseño de puestos de trabajo.

El análisis de movimientos y la ergonomía son aspectos fundamentales en el diseño de puestos de trabajo para garantizar la salud, seguridad y eficiencia de los trabajadores (Smith, 2019). A continuación, se presentan algunos puntos más relevantes:

Análisis de movimientos: Esta práctica implica estudiar y optimizar los movimientos realizados por los trabajadores durante la realización de sus tareas. El objetivo es identificar movimientos innecesarios, repetitivos o que puedan causar fatiga o lesiones. El análisis de movimientos puede incluir la observación directa de los trabajadores, el uso de cronometrajes y herramientas como el diagrama de flujo de proceso.

Ergonomía: La ergonomía se enfoca en diseñar los lugares de trabajo y las herramientas para que se adapten mejor a las capacidades y limitaciones del ser humano. Esto implica considerar factores como la postura, el alcance, la fuerza requerida, la iluminación, la temperatura y el diseño del mobiliario y los equipos. Un diseño ergonómico puede reducir la fatiga, prevenir lesiones musculoesqueléticas y mejorar la productividad.

Principios ergonómicos: Algunos principios básicos de ergonomía incluyen:

- *Postura neutral:* Promover posturas corporales que minimicen la tensión en los músculos y articulaciones.
- *Alcance y accesibilidad:* Organizar los elementos de trabajo de manera que estén al alcance fácil y cómodo del trabajador.
- *Variabilidad:* Permitir la adaptación del puesto de trabajo a las diferentes necesidades y preferencias de los trabajadores.
- *Feedback y control:* Proporcionar retroalimentación clara y oportunidades para que los trabajadores tengan control sobre su entorno laboral.

Beneficios del diseño ergonómico: Un diseño de puesto de trabajo ergonómico puede conducir a una mayor comodidad y satisfacción del trabajador, una reducción en la fatiga y el estrés, una disminución en el ausentismo laboral debido a lesiones y una mejora en la eficiencia y calidad del trabajo.

Tecnología y ergonomía: La tecnología juega un papel importante en el diseño de puestos de trabajo ergonómicos. Se pueden utilizar herramientas como software de diseño asistido por computadora (CAD) para crear estaciones de trabajo personalizadas, y dispositivos ergonómicos como sillas ajustables, teclados ergonómicos y soportes para monitor para mejorar la comodidad y la eficiencia del trabajador.

2.3.3 Herramientas y técnicas para el estudio de movimientos (por ejemplo, los 7 principios de Gilbreth).

En el campo de la gestión y la ingeniería industrial, los principios desarrollados por Frank Bunker Gilbreth han dejado una marca indeleble. Junto con su esposa, Lillian Gilbreth, Frank revolucionó la forma en que se entiende y se aborda el estudio de tiempos y movimientos en el lugar de trabajo. Su enfoque científico y su dedicación a la mejora de los métodos de trabajo han influido en gran medida en la forma en que se gestionan y organizan las operaciones industriales hasta el día de hoy (Cuesta, 2019).

Uno de los aspectos más destacados de la contribución de Gilbreth es la formulación de los "Principios de Administración Científica", una serie de directrices fundamentales que se centran en la eficiencia, la colaboración y la armonización de intereses en el lugar de trabajo. Estos principios no solo han sido aplicados en la ingeniería industrial, sino que

también han dejado su huella en la gestión de recursos humanos y la administración empresarial en general (Cuesta, 2019).

A continuación, exploraremos en detalle los siete principios fundamentales de Gilbreth, destacando su relevancia en el contexto actual de la gestión y la organización del trabajo. Estos principios continúan siendo una guía valiosa para los gerentes y líderes empresariales que buscan mejorar la eficiencia y la productividad en sus organizaciones, al tiempo que promueven un ambiente de trabajo colaborativo y motivador para sus empleados según (Cuesta, 2019).

1. *Uso de la ciencia, no de la regla de pulgar:* Gilbreth creía que los métodos de trabajo deberían basarse en principios científicos, en lugar de reglas de pulgar o métodos tradicionales. Esto implica utilizar el conocimiento científico para mejorar la eficiencia en el trabajo.
2. *Armonización de los intereses del trabajador y la empresa:* Gilbreth abogaba por la armonización de los objetivos del trabajador con los de la empresa. Creía que el trabajo eficiente y bien organizado no solo beneficia a la empresa, sino también al trabajador al mejorar las condiciones de trabajo y la satisfacción laboral.
3. *Colaboración entre gerentes y trabajadores:* Gilbreth enfatizaba la importancia de una estrecha colaboración entre gerentes y trabajadores. Creía que ambos grupos deben trabajar juntos para desarrollar y mejorar los métodos de trabajo, fomentando así un ambiente de confianza y cooperación.
4. *División equitativa del trabajo:* Gilbreth abogaba por una división equitativa del trabajo entre la gerencia y los trabajadores. Creía que los gerentes deben asumir la responsabilidad de la planificación y organización del trabajo, mientras que los trabajadores deben ejecutar las tareas de acuerdo con los métodos establecidos.
5. Capacitación y desarrollo de los trabajadores: Gilbreth creía en la importancia de capacitar y desarrollar a los trabajadores para que realicen su trabajo de manera eficiente. Esto incluye proporcionar capacitación en nuevas técnicas y métodos de trabajo, así como oportunidades de desarrollo profesional y personal.
6. Cooperación y cooperación entre los departamentos: Gilbreth enfatizaba la importancia de la cooperación y la colaboración entre los diferentes departamentos dentro de una organización. Creía que los departamentos deben trabajar juntos hacia objetivos comunes, compartiendo información y recursos para lograr una mayor eficiencia y productividad.

7. Uso de incentivos para motivar a los trabajadores: Gilbreth abogaba por el uso de incentivos para motivar a los trabajadores y promover un mayor rendimiento. Creía que los incentivos, como bonificaciones por rendimiento o reconocimiento por el trabajo bien hecho, pueden ayudar a mejorar la moral y la productividad de los trabajadores.

2.4 Optimización de procesos industriales:

2.4.1 Métodos y técnicas para la mejora continua de procesos (*Lean Manufacturing, Seis Sigma*).

La mejora continua de procesos es un enfoque sistemático para identificar, analizar y mejorar los procesos existentes en una organización con el fin de aumentar la eficiencia, la calidad y la satisfacción del cliente (Neto, 2021). Entre los métodos y herramientas más utilizadas para la mejora continua se encuentran las siguientes:

LEAN MANUFACTURING.

El concepto de Lean Manufacturing se originó en Japón, especialmente en Toyota, después de la Segunda Guerra Mundial. Toyota desarrolló el Sistema de Producción Toyota (TPS), que se convirtió en la base del enfoque Lean. El TPS se centraba en la eliminación de desperdicios, la mejora continua y la optimización del flujo de trabajo. Con el tiempo, el enfoque se extendió a otras industrias y países, convirtiéndose en un enfoque global para mejorar la eficiencia y la calidad en la fabricación y más allá (Neto, 2021).

Lean Manufacturing, también conocido como Lean Production o simplemente Lean, es un enfoque de gestión de procesos que se originó en la industria automotriz japonesa, especialmente en Toyota, y ha sido adoptado en una amplia variedad de industrias en todo el mundo. Su objetivo principal es maximizar el valor para el cliente mientras se minimizan los desperdicios y se optimizan los procesos.

En el corazón del Lean Manufacturing se encuentra el concepto de agregar valor. Todo proceso de producción se divide en dos tipos de actividades: aquellas que agregan valor desde la perspectiva del cliente y aquellas que no agregan valor y se consideran desperdicio. Estos desperdicios, a menudo llamados "Muda" en japonés, pueden incluir sobreproducción, tiempo de espera, transporte innecesario, inventario excesivo, movimientos innecesarios, procesamiento defectuoso y subutilización de talento humano. El objetivo es identificar y eliminar estos desperdicios para optimizar la eficiencia y la calidad del proceso.

Lean Manufacturing se basa en varios principios fundamentales, incluidos según (Neto, 2021):

1. **Valor para el cliente:** Este principio es fundamental en Lean Manufacturing. Se trata de comprender profundamente qué es lo que realmente valora el cliente en un producto o servicio. Identificar el valor desde la perspectiva del cliente es crucial para eliminar cualquier actividad que no contribuya directamente a ese valor. Esto implica no solo satisfacer las necesidades explícitas del cliente, sino también anticipar y superar sus expectativas.
2. **Proceso de flujo continuo:** El objetivo del flujo continuo es minimizar el tiempo de ciclo y eliminar cualquier interrupción en el proceso de producción. Esto se logra optimizando el diseño del proceso para que las actividades fluyan de manera suave y continua, sin demoras ni esperas entre ellas. El flujo continuo reduce el tiempo de producción total, mejora la eficiencia y permite una respuesta más rápida a las demandas del cliente.
3. **Producción justo a tiempo (Just-in-Time):** JIT es un principio clave en Lean Manufacturing que se centra en la eliminación del desperdicio asociado con el inventario excesivo. El objetivo es producir los productos o componentes justo en el momento en que se necesitan, ni antes ni después. Esto ayuda a minimizar los costos de almacenamiento, reduce el riesgo de obsolescencia y mejora la flexibilidad para adaptarse a cambios en la demanda.
4. **Mejora continua (Kaizen):** Kaizen es una filosofía que impulsa la mejora constante en todos los aspectos del proceso. Se trata de involucrar a todos los empleados en la identificación y eliminación de desperdicios, la resolución de problemas y la implementación de mejoras incrementales. La mejora continua es un proceso iterativo que nunca termina, ya que siempre hay oportunidades para hacer las cosas de manera más eficiente y efectiva.
5. **Respeto por las personas:** En Lean Manufacturing, se reconoce que los empleados son el recurso más valioso de una organización. Fomentar un ambiente de trabajo donde se valoren las habilidades, el conocimiento y la experiencia de los empleados es esencial para el éxito a largo plazo. Esto implica brindar oportunidades de desarrollo y empoderamiento, así como fomentar una cultura de colaboración y trabajo en equipo.
6. **Eliminación de desperdicios (Muda):** Identificar y eliminar los desperdicios es uno de los objetivos principales de Lean Manufacturing. Los siete tipos de desperdicios

identificados por Lean son: sobreproducción, tiempo de espera, transporte innecesario, inventario excesivo, movimientos innecesarios, procesamiento defectuoso y subutilización de talento humano. Al eliminar estos desperdicios, se mejora la eficiencia, se reduce el tiempo de ciclo y se aumenta la calidad del producto o servicio.

7. **Enfoque en la calidad:** La calidad es un aspecto fundamental en Lean Manufacturing. Se busca no solo cumplir con los estándares de calidad, sino también superar las expectativas del cliente. Esto se logra mediante la prevención de defectos en lugar de la detección y corrección posterior. El enfoque en la calidad implica la implementación de controles de calidad en cada etapa del proceso y la búsqueda continua de oportunidades para mejorar la calidad y eliminar los defectos.
8. **Gestión visual:** La gestión visual es una técnica utilizada en Lean Manufacturing para comunicar información de manera clara y visualmente atractiva. Esto puede incluir el uso de tableros de control, indicadores visuales, señalización y etiquetado para proporcionar información en tiempo real sobre el estado y el rendimiento del proceso. La gestión visual ayuda a mejorar la comunicación, la transparencia y la toma de decisiones en todos los niveles de la organización.

Principios Clave:

Además de los principios mencionados anteriormente, hay otros principios clave en Lean Manufacturing que merecen atención según (Neto, 2021):

Poka-Yoke: Significa "a prueba de errores" en japonés. Consiste en diseñar los procesos de manera que sea difícil cometer errores o que los errores sean detectados de inmediato para evitar defectos en el producto final.

En los procesos productivos, los errores humanos son inevitables; no obstante, los defectos causados por dichos errores sí se pueden eliminar. Shigeo Shingo denominó «poka-yoke» («anti-error») a los métodos de inspección 100 %, realizados mediante sencillos dispositivos integrados en los propios procesos, que evitan que los errores humanos se conviertan en defectos o que estos se transmitan a los procesos siguientes.

Los poka-yoke se caracterizan por:

- La inspección se efectúa al 100 % de los productos.
- El feedback es inmediato: parada y señal de alarma.

- La inspección 100 % no incrementa el tiempo manual del proceso.

Según el tipo y lugar de la inspección, los poka-yoke se clasifican en tres categorías:

1. El poka-yoke detecta el error en el propio proceso, impide el inicio de la acción que añade valor y, por lo tanto, evita el defecto.
2. El poka-yoke no impide el defecto, lo detecta en el propio proceso donde se ha producido y evita su envío al proceso siguiente.
3. El poka-yoke no impide el defecto, lo detecta en el siguiente proceso, antes de la acción que añade valor.

Con frecuencia, los poka-yoke se implantan como reacción a las reclamaciones de los clientes que han recibido productos defectuosos. Para prevenir tales situaciones es conveniente elaborar un AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos) antes de la industrialización de un producto e integrar en los procesos los dispositivos poka-yoke necesarios (Neto, 2021).

Jidoka: También conocido como "automatización con un toque humano", se refiere a la capacidad de detener la línea de producción automáticamente cuando se detecta un problema o anomalía. Esto permite corregir el problema en su origen y evitar la producción de productos defectuosos.

El jidoka resalta las anomalías, hace visibles los defectos y permite fabricar calidad en cada uno de los procesos de la corriente de valor. Una máquina automática realiza un proceso sin la intervención de la persona, sin embargo, necesita vigilancia para detectar cualquier situación anómala (Neto, 2021). El operario no añade valor mientras vigila la máquina; su actividad es muda (espera del operario). Por el contrario, una máquina autónoma no requiere la vigilancia permanente de la persona; cuando se produce una anomalía, la máquina la detecta, se detiene y avisa.

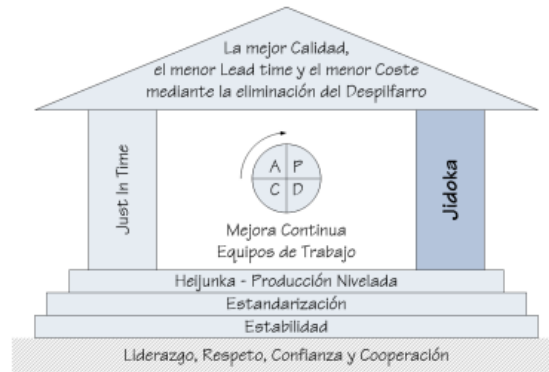


Ilustración 7: Jidoka. Automatización.

Fuente: (Neto, 2021)

Jidoka trata sobre cómo sustituir el trabajo manual por el trabajo de máquinas autónomas. Es el resultado de la unión de dos conceptos:

1. **Automatización:** sustitución parcial o total del trabajo manual por el trabajo de una máquina (separación de la persona de la máquina).
2. **Máquina autónoma:** máquina capaz de detectar situaciones anómalas, parar automáticamente y avisar, con el fin de:
 - Evitar la fabricación de productos defectuosos y su envío al proceso siguiente.
 - Evitar daños en la propia máquina y en el utillaje.

Heijunka: Es la nivelación de la producción para minimizar las fluctuaciones en la demanda y lograr un flujo de trabajo más uniforme. Esto se logra ajustando la programación de producción para igualar la demanda real a lo largo del tiempo.

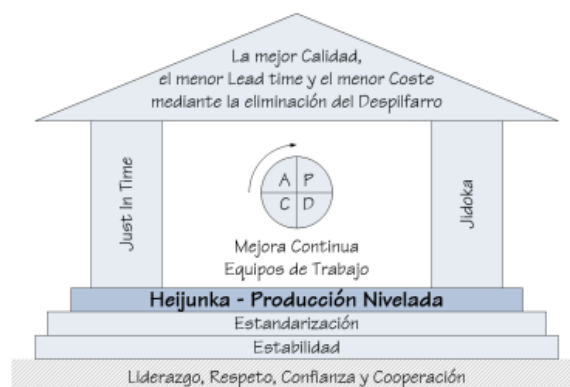


Ilustración 8: Heijunka. Producción nivelada.

Fuente: (Neto, 2021)

Pasos para nivelar la producción:

Para nivelar la producción se seguirán gradualmente los siguientes pasos:

1. *Nivelar el volumen:* Este paso implica ajustar la producción para que sea más uniforme en el tiempo. En lugar de tener picos y valles en la producción, se busca estabilizarla para que la demanda se pueda satisfacer de manera más consistente. Esto puede implicar redistribuir las tareas a lo largo del tiempo o ajustar la capacidad de producción para que coincida mejor con la demanda esperada.
2. *Nivelar la proporción:* Una vez que se ha nivelado el volumen, el siguiente paso es asegurarse de que la producción de cada producto o variante sea proporcional a su demanda. Esto implica ajustar la programación y la capacidad de producción para garantizar que se produzca la cantidad correcta de cada artículo en función de su demanda relativa. Evita la sobreproducción de algunos productos mientras se sub-produce otros.
3. *Mezclar:* Este paso implica integrar los productos y procesos de producción de manera que se maximice la eficiencia y se minimicen los cuellos de botella. Al mezclar las diferentes tareas y productos en la línea de producción de manera efectiva, se puede lograr una operación más fluida y eficiente.

Herramientas y Técnicas:

Además de los principios, Lean Manufacturing utiliza una variedad de herramientas y técnicas para identificar y eliminar desperdicios, mejorar la eficiencia y optimizar los procesos. Algunas de estas herramientas incluyen:

Value Stream Mapping (VSM): Es una técnica que mapea visualmente el flujo de materiales y la información a lo largo de todo el proceso, identificando áreas de desperdicio y oportunidades de mejora.

Las 5 S: Las cinco S son una metodología enfocada a mejorar las condiciones del puesto de trabajo (Neto, 2021). Esta técnica se centra en la organización y limpieza del lugar de trabajo, y se compone de cinco pasos: Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Mantener; que propicia:

- Mejorar la seguridad y calidad.
- Reducir las averías.

- Reducir los tiempos de cambio (muda) y su variación (mura) al eliminar las búsquedas y minimizar desplazamientos a la hora de manipular los utillajes y herramientas necesarios para el cambio.
- Reducir el tiempo de ciclo del operario y su variación (mura) al disponer de forma adecuada las herramientas y útiles necesarios para realizar el ciclo de trabajo.

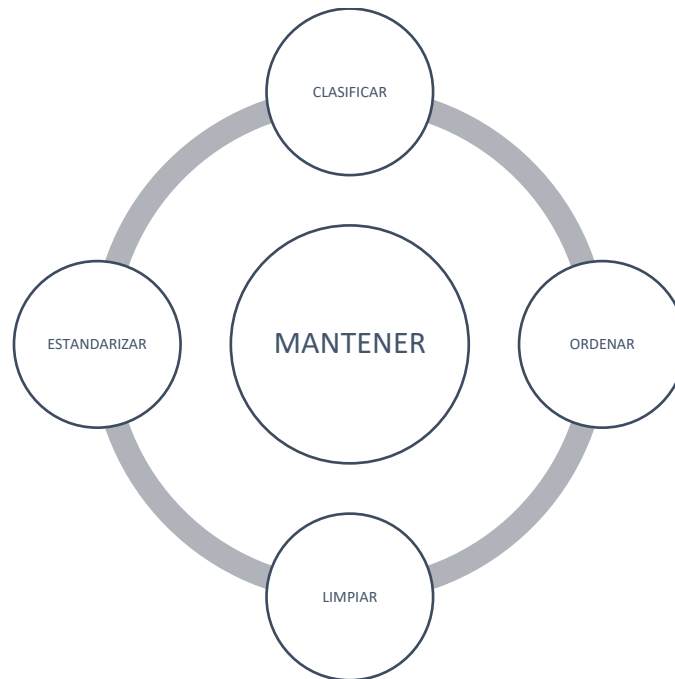


Ilustración 9: Los Cinco pasos de las 5 S.

Fuente: (Neto, 2021)

Las cinco S no son zafarranchos de limpieza ni una cuestión estética. Las cinco S son una metodología muy sencilla que requiere, como el resto de metodologías del Lean Manufacturing, rigor y constancia. Las cinco S son el paso previo a la implantación del TPM (Mantenimiento Productivo Total).

Kanban: Es un sistema de control de inventario que utiliza tarjetas o señales visuales para indicar cuándo se debe producir o reponer un producto. Ayuda a reducir el inventario excesivo y a optimizar el flujo de trabajo. En otras palabras, un kanban es una señal, frecuentemente una tarjeta de cartulina, que autoriza a producir o transportar una determinada cantidad de un determinado producto. Con carácter general, en una tarjeta kanban figuran: la referencia y denominación del producto, el tipo de caja, la cantidad por caja, el proceso proveedor, el supermercado y las coordenadas donde se ubica el producto.

Opcionalmente, puede figurar el número de kanban en circulación de la citada referencia junto con el número del propio kanban: n 1 de 8, n 2 de 8... n 8 de 8.

En el supermercado, cada caja de producto está identificada con su tarjeta kanban correspondiente. Normalmente, la tarjeta se coloca dentro de una funda plástica o en un tarjetero dispuesto en la cara frontal de la caja.



Ilustración 10: Tarjeta kanban de producción.

Fuente: (Neto, 2021)

Andon: Un andon es un tablero eléctrico/electrónico (*display*) mediante el cual los operarios de las células o de las estaciones de una línea de montaje hacen visibles las anomalías detectadas. Éstas pueden ser defectos, problemas para seguir la hoja de trabajo estándar, falta de materiales, averías, etc (Neto, 2021).

Implementación y Desafíos:

Implementar Lean Manufacturing puede ser un proceso complejo que requiere un compromiso a largo plazo y cambios significativos en la cultura organizacional. Algunos de los desafíos comunes incluyen la resistencia al cambio, la falta de comprensión o apoyo de la alta dirección, y la dificultad para mantener el impulso y la disciplina necesarios para la mejora continua.

Impacto y Beneficios:

A pesar de los desafíos, Lean Manufacturing puede tener un impacto significativo en una organización. Algunos de los beneficios incluyen una mayor eficiencia operativa, una mejor calidad del producto, tiempos de entrega más rápidos, costos reducidos, mayor satisfacción del cliente y un ambiente de trabajo más seguro y colaborativo.

Aplicaciones más allá de la Fabricación:

Aunque Lean Manufacturing se originó en la industria manufacturera, sus principios y técnicas también se aplican con éxito en otros sectores, como los servicios, la salud, la construcción y la administración. El enfoque Lean puede adaptarse para eliminar desperdicios y mejorar la eficiencia en una amplia variedad de procesos y entornos.

SEIS SIGMA.

Seis Sigma es una metodología de mejora continua que se centra en la reducción de la variabilidad en los procesos y la mejora de la calidad de los productos o servicios. El término "Seis Sigma" se refiere al objetivo de alcanzar un nivel de calidad en el que la probabilidad de tener defectos en un proceso sea extremadamente baja, equivalente a menos de 3,4 defectos por millón de oportunidades (3,4 ppm). Esta metodología se basa en un enfoque sistemático y disciplinado para identificar y eliminar las causas de los problemas y maximizar el rendimiento de los procesos.

El origen de Seis Sigma se remonta a la década de 1980, cuando Motorola, una empresa de tecnología líder en ese momento, enfrentaba desafíos significativos en términos de calidad y competitividad en el mercado. En respuesta a estas dificultades, Motorola desarrolló y adoptó una metodología innovadora de mejora de la calidad que posteriormente se denominó Seis Sigma. El término "Sigma" se refiere a la desviación estándar, una medida de la variabilidad en un proceso. La idea detrás de Seis Sigma es reducir la variabilidad del proceso a un punto en el que la gran mayoría de los productos o servicios cumplan con las especificaciones del cliente.

Uno de los primeros impulsores de la implementación de Seis Sigma fue el ingeniero Bill Smith, quien trabajaba en el departamento de control de calidad de Motorola en la década de 1980. Smith desarrolló y perfeccionó los principios y las técnicas de Seis Sigma, con el objetivo de mejorar la calidad de los productos y procesos de la empresa. Posteriormente, Seis Sigma fue adoptado y popularizado por otras empresas, como General Electric bajo el liderazgo de Jack Welch, quien impulsó la implementación de Seis Sigma en todas las divisiones de la empresa a fines de la década de 1990.

Desde entonces, Seis Sigma se ha convertido en una metodología ampliamente utilizada en diversas industrias en todo el mundo, incluyendo manufactura, servicios financieros,

salud, tecnología y más. Ha demostrado ser efectiva en la mejora de la calidad, la reducción de costos y el aumento de la eficiencia en las operaciones empresariales.

Importancia de Seis Sigma

Seis Sigma ha demostrado ser una herramienta poderosa para las organizaciones que buscan mejorar su rendimiento y competitividad en el mercado actual. Al adoptar los principios y las técnicas de Seis Sigma, las empresas pueden identificar y eliminar defectos en sus procesos, lo que conduce a una mayor satisfacción del cliente, menores costos y una mayor eficiencia operativa. Además, Seis Sigma fomenta una cultura de mejora continua en la organización, donde todos los empleados están comprometidos con la excelencia y la innovación.

Principios y Metodología de Seis Sigma

Seis Sigma utiliza una metodología estructurada conocida como DMAIC, que consiste en cinco fases, las cuales son:

- **Definir:** En esta fase se identifica el problema, se define el alcance del proyecto y se establecen los objetivos.
- **Medir:** Se recopilan datos relevantes sobre el proceso y se establecen métricas de rendimiento.
- **Analizar:** Se analizan los datos para identificar las causas raíz de los problemas y las oportunidades de mejora.
- **Mejorar:** Se implementan soluciones para corregir los problemas identificados y mejorar el proceso.
- **Controlar:** Se establecen controles para monitorear y mantener las mejoras en el tiempo.

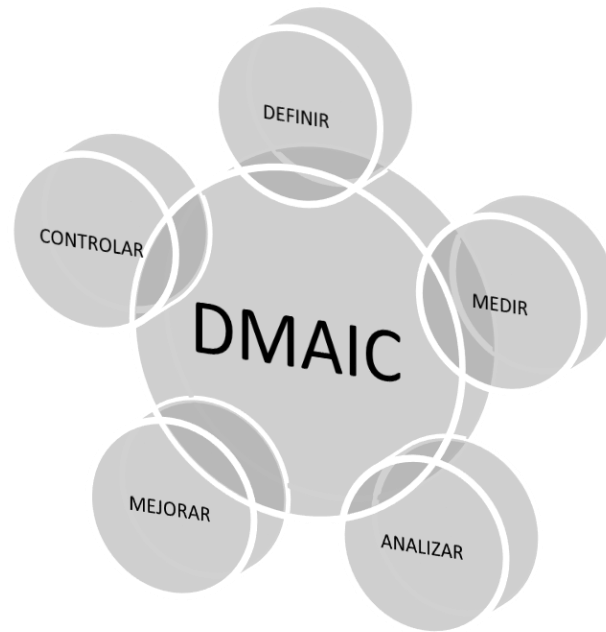


Ilustración 11: Fases de la metodología de DMAIC.

Fuente: (Neto, 2021)

En un proyecto Seis Sigma, se asignan diferentes roles:

- **Champion:** Es el líder del proyecto que proporciona el apoyo y los recursos necesarios para el éxito del proyecto.
- **Black Belt:** Es el líder del equipo de proyecto que dirige la implementación de Seis Sigma y utiliza herramientas estadísticas avanzadas.
- **Green Belt:** Es un miembro del equipo de proyecto que trabaja bajo la dirección del Black Belt y participa en actividades de mejora.
- **Yellow Belt:** Es el personal que participa en proyectos de mejora como colaboradores y pueden tener un conocimiento básico de Seis Sigma.

Herramientas y Técnicas de Seis Sigma

Histograma: Es un gráfico que muestra la distribución de los datos y ayuda a identificar patrones y tendencias en los datos.

Diagrama de Pareto: Es un gráfico que muestra las causas más comunes de un problema en orden de importancia, lo que permite priorizar las áreas de mejora.

Diagrama de Ishikawa (Espina de Pescado): Es una herramienta para identificar y visualizar las posibles causas de un problema, agrupando las causas en categorías como personas, procesos, equipos, etc.

Análisis de Regresión: Es una técnica estadística para identificar la relación entre variables y determinar qué variables tienen el mayor impacto en un resultado dado.

Análisis de Capacidad del Proceso: Es una evaluación de la capacidad de un proceso para cumplir con las especificaciones del cliente y produce resultados consistentes.

Beneficios de Seis Sigma

- **Reducción de Costos:** Seis Sigma ayuda a reducir costos operativos y de calidad al eliminar defectos y optimizar procesos.
- **Mejora de la Calidad:** Al reducir la variabilidad y eliminar defectos, Seis Sigma mejora la calidad de los productos o servicios, lo que conduce a una mayor satisfacción del cliente.
- **Aumento de la Eficiencia:** Seis Sigma aumenta la eficiencia operativa y la productividad al reducir tiempos de ciclo y minimizar la variabilidad en los procesos.
- **Toma de Decisiones Basada en Datos:** Seis Sigma utiliza datos y análisis estadístico para respaldar la toma de decisiones, lo que ayuda a identificar áreas de mejora y oportunidades de crecimiento.

Implementación Exitosa de Seis Sigma

- **Compromiso de la Alta Dirección:** La implementación exitosa de Seis Sigma requiere el compromiso y el apoyo activo de la alta dirección.

Formación y Capacitación

Es fundamental capacitar a los empleados en las herramientas y técnicas de Seis Sigma para garantizar una implementación efectiva.

Enfoque en el Cliente

Seis Sigma se centra en satisfacer las necesidades y expectativas del cliente, por lo que es importante mantener al cliente en el centro de todas las iniciativas de mejora.

Cultura de Mejora Continua

Seis Sigma promueve una cultura de mejora continua donde todos los empleados están comprometidos con la excelencia y la innovación.

2.4.2 Estrategias de eliminación de desperdicios y reducción de tiempos improductivos.

En el entorno competitivo de la industria moderna, la eficiencia operativa es crucial para el éxito empresarial. Una de las principales formas de mejorar la eficiencia es mediante la eliminación de desperdicios y la reducción de tiempos improductivos. Los desperdicios, definidos como cualquier recurso utilizado que no añade valor al producto final, y los tiempos improductivos, que son períodos durante los cuales los recursos no se utilizan de manera efectiva, pueden tener un impacto significativo en la productividad y los costos de una empresa. Para abordar estos desafíos, las empresas adoptan diversas estrategias y metodologías que les permiten optimizar sus procesos de producción y operaciones. A continuación, se presentan las principales estrategias para eliminar desperdicios y reducir tiempos improductivos, así como ejemplos de su implementación en la industria (Gupta, 2019).

Estrategias para la Eliminación de Desperdicios:

- **Implementación de Lean Manufacturing**

Principios Lean: Lean Manufacturing se centra en la eliminación de desperdicios y la creación de valor para el cliente. Identifica siete tipos de desperdicios (sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de inventario, movimiento innecesario, defectos y sobreprocesamiento).

Herramientas Lean:

- Las 5S: Seiri (clasificar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (sostener). Esta metodología ayuda a crear y mantener un entorno de trabajo organizado y eficiente.
- Kaizen: Proceso continuo de mejora, involucrando a todos los empleados para identificar áreas de mejora.
- VSM (Value Stream Mapping): Mapeo del flujo de valor para identificar y eliminar desperdicios en el proceso de producción.

- **Just-In-Time (JIT):** Producción basada en la demanda del cliente para minimizar inventarios y tiempos de espera.

Implementación de Six Sigma

- **DMAIC:** Metodología que consiste en definir, medir, analizar, mejorar y controlar los procesos para reducir la variabilidad y eliminar defectos.
- **Análisis de Causa Raíz:** Uso de herramientas como el diagrama de Ishikawa y el análisis de los cinco porqués para identificar y eliminar las causas fundamentales de los problemas de calidad y desperdicios.

Automatización y Digitalización

- **Robótica y Automatización:** Uso de robots y sistemas automatizados para realizar tareas repetitivas y peligrosas con alta precisión, reduciendo el desperdicio de materiales y tiempos improductivos.
- **Internet de las Cosas (IoT):** Sensores y dispositivos conectados que permiten el monitoreo en tiempo real de los procesos de producción para identificar y eliminar desperdicios de manera proactiva.
- **Análisis de Big Data:** Uso de datos y análisis avanzados para identificar patrones y áreas de mejora en los procesos de producción.

Estrategias para la Reducción de Tiempos Improductivos

Optimización del Flujo de Trabajo:

- **Balanceo de Línea:** Ajuste de las líneas de producción para que cada estación tenga tiempos de ciclo similares, evitando cuellos de botella y tiempos de espera.
- **Sistema Pull:** Sistema de producción basado en la demanda real del cliente en lugar de previsiones, reduciendo inventarios y tiempos de espera.

Mantenimiento Productivo Total (TPM):

- **Mantenimiento Preventivo:** Programación regular de mantenimiento para prevenir fallos y tiempos de inactividad no planificados.
- **Mantenimiento Predictivo:** Uso de tecnología para predecir cuándo una máquina está a punto de fallar y realizar el mantenimiento necesario antes de que ocurra.

Capacitación y Participación de los Empleados

- **Formación Continua:** Capacitación regular de los empleados en técnicas de mejora de procesos y uso de tecnologías avanzadas para reducir tiempos improductivos.
- **Círculos de Calidad:** Grupos de trabajo que se reúnen regularmente para discutir y proponer mejoras en los procesos de producción.

Reducción de Configuración (SMED)

- **Single-Minute Exchange of Die (SMED):** Técnica para reducir el tiempo de cambio de configuración de las máquinas a menos de 10 minutos, permitiendo una mayor flexibilidad y eficiencia en la producción.

2.4.3 Relación entre la optimización de procesos y la productividad en la industria.

En el entorno competitivo de la industria moderna, las empresas buscan constantemente formas de mejorar su eficiencia y reducir costos para mantenerse competitivas. Una estrategia clave para lograr estos objetivos es la optimización de procesos. La optimización de procesos implica la revisión y mejora continua de los procedimientos operativos para maximizar la eficiencia, la calidad y la utilización de los recursos. Esta práctica no solo mejora el desempeño de la producción, sino que también tiene un impacto directo en la productividad de la empresa (Kumar, 2018). A continuación, se explora en detalle cómo la optimización de procesos se relaciona con la productividad en la industria.

Relación entre la Optimización de Procesos y la Productividad en la Industria

1. Definición de Optimización de Procesos.

Optimización de Procesos: Se refiere a la práctica de hacer ajustes y mejoras continuas en los procesos industriales para maximizar la eficiencia, minimizar costos y mejorar la calidad del producto. Este enfoque puede incluir la reingeniería de procesos, la implementación de nuevas tecnologías, la mejora del flujo de trabajo y la eliminación de desperdicios.

2. Importancia de la Productividad en la Industria.

Productividad: Es una medida de la eficiencia de la producción y se define como la cantidad de output (productos o servicios) que se obtiene por unidad de input (recursos como tiempo,

trabajo, materiales). Una mayor productividad significa que se pueden producir más bienes o servicios con los mismos recursos, o la misma cantidad con menos recursos.

3. Cómo la Optimización de Procesos Afecta la Productividad.

Reducción de Desperdicios y Pérdidas:

- **Eliminación de Desperdicios:** La optimización de procesos se centra en identificar y eliminar desperdicios en el sistema de producción, tales como tiempos de espera, exceso de inventario, defectos y movimientos innecesarios. Herramientas como Lean Manufacturing y Six Sigma son ampliamente utilizadas para este propósito.
- **Mejora de la Eficiencia:** Al eliminar desperdicios, se mejora la eficiencia general del proceso, lo que permite producir más productos en el mismo tiempo, aumentando así la productividad.

Mejora de la Calidad del Producto:

- **Calidad Consistente:** La optimización de procesos implica establecer estándares y controles de calidad que aseguren que cada producto cumpla con las especificaciones requeridas. Esto reduce la cantidad de productos defectuosos y retrabajos, aumentando la productividad.
- **Reducción de Errores:** La implementación de sistemas de control de calidad en línea y el uso de tecnología avanzada (como sensores y sistemas de monitoreo) ayuda a detectar y corregir errores en tiempo real.

Implementación de Tecnologías Avanzadas:

- **Automatización:** La adopción de tecnologías de automatización y control, como robots industriales y sistemas de control numérico (CNC), permite realizar tareas repetitivas y complejas con mayor precisión y velocidad, mejorando la productividad.
- **Digitalización y Análisis de Datos:** El uso de tecnologías de la Industria 4.0, como el Internet de las Cosas (IoT) y el análisis de big data, permite un monitoreo continuo y análisis de datos de producción, facilitando la toma de decisiones informadas y la optimización continua.

Optimización del Flujo de Trabajo:

- **Flujo de Trabajo Eficiente:** La optimización de procesos también incluye la mejora del flujo de trabajo para asegurar que cada etapa del proceso de producción se realice de manera eficiente y sin interrupciones. Esto se puede lograr mediante la implementación de sistemas de planificación y control de la producción (como ERP y MES).
- **Reducción de Tiempos de Ciclo:** Al mejorar el flujo de trabajo y eliminar cuellos de botella, se reducen los tiempos de ciclo de producción, lo que permite producir más en menos tiempo.

Capacitación y Participación de los Empleados:

- **Formación Continua:** La capacitación adecuada y continua de los empleados en las mejores prácticas y nuevas tecnologías es crucial para la optimización de procesos. Los trabajadores capacitados pueden operar equipos de manera más eficiente y detectar problemas antes de que se conviertan en grandes obstáculos.
- **Cultura de Mejora Continua:** Fomentar una cultura de mejora continua entre los empleados, donde se les anime a identificar áreas de mejora y sugerir cambios, puede llevar a innovaciones y mejoras incrementales que aumentan la productividad.

Casos de Estudio y Ejemplos Reales:

- 1) **Caso Toyota:** La implementación del Sistema de Producción Toyota (TPS), que se basa en principios de Lean Manufacturing, ha llevado a una reducción significativa de desperdicios y tiempos de producción, mejorando la productividad de manera sustancial.
- 2) **Caso General Electric (GE):** GE ha utilizado Six Sigma para optimizar sus procesos de producción, logrando mejoras en la calidad del producto y reducciones en el tiempo de ciclo, lo que ha resultado en un aumento notable de la productividad.

La optimización de procesos es una estrategia clave para mejorar la productividad en la industria. Al reducir desperdicios, mejorar la calidad del producto, implementar tecnologías avanzadas, optimizar el flujo de trabajo y capacitar a los empleados, las empresas pueden lograr una mayor eficiencia y competitividad en el mercado. La relación entre la optimización de procesos y la productividad es directa y significativa, ya que cada mejora en los procesos

se traduce en un aumento de la capacidad productiva y una mejor utilización de los recursos.

2.5 Estudios de caso y aplicaciones prácticas:

2.5.1 Casos de éxito en la optimización de procesos mediante estudio de tiempos y movimientos.

1. Toyota Motor Corporation (2019).

Toyota es conocida por su sistema de producción Lean y su enfoque en la mejora continua. En 2019, la empresa implementó un estudio de tiempos y movimientos en una de sus plantas de ensamblaje en Japón. (Toyota Motor, 2019)

Intervención: Se analizaron los movimientos de los operarios y los tiempos de ensamblaje para identificar actividades sin valor añadido.

Resultados:

- Reducción del Tiempo de Ciclo: Lograron reducir el tiempo de ensamblaje por vehículo en un 15%.
- Incremento de la Productividad: Aumento de la producción diaria en un 10%.
- Mejora de la Ergonomía: Disminución de los movimientos repetitivos y optimización de las estaciones de trabajo, lo que redujo las lesiones laborales.

2. Amazon (2018-2019).

Amazon, uno de los líderes en comercio electrónico, optimizó sus centros de distribución utilizando estudios de tiempos y movimientos (Amazon, 2019).

Intervención: Se llevaron a cabo estudios detallados para analizar los tiempos de picking, embalaje y despacho en varios centros logísticos.

Resultados:

- Reducción de Tiempos de Procesamiento: Disminución del tiempo total de procesamiento de pedidos en un 20%.
- Aumento de la Eficiencia: Implementación de robots móviles para transportar productos, lo que aumentó la eficiencia operativa en un 30%.
- Mejora en la Precisión: Reducción de errores en el picking debido a la optimización de rutas y procesos.

3. Nestlé (2020).

Nestlé implementó un proyecto de optimización de procesos en una de sus plantas de producción de alimentos en Europa (Nestlé, 2020).

Intervención: Se realizaron estudios de tiempos y movimientos en la línea de producción para identificar y eliminar cuellos de botella y movimientos innecesarios.

Resultados:

- Reducción de Tiempos de Cambio: Disminución del tiempo de cambio de producto en un 25%.
- Incremento de la Producción: Aumento de la capacidad de producción en un 15%.
- Mejoras en la Seguridad: Implementación de mejoras ergonómicas que redujeron los incidentes laborales en un 20%.

4. BMW (2021)

BMW optimizó sus procesos de ensamblaje en una planta en Alemania mediante el uso de estudios de tiempos y movimientos (Bayerische Motoren Werke AG, 2021).

Intervención: Análisis detallado de los tiempos de ensamblaje y los movimientos de los operarios para identificar áreas de mejora.

Resultados:

- Reducción del Tiempo de Ensamblaje: Disminución del tiempo de ensamblaje por vehículo en un 18%.
- Aumento de la Productividad: Mejora en la eficiencia de la línea de producción en un 12%.
- Mejoras en la Calidad: Reducción de defectos de ensamblaje debido a la estandarización y optimización de procesos.

5. General Electric (GE) Aviation (2018-2019).

GE Aviation implementó un proyecto de optimización en su planta de fabricación de motores en los Estados Unidos (General Electric, 2019).

Intervención: Estudios de tiempos y movimientos para analizar y mejorar el proceso de ensamblaje de motores aeronáuticos.

Resultados:

- Reducción de Tiempos de Producción: Disminución del tiempo total de ensamblaje de motores en un 20%.
- Incremento de la Eficiencia: Aumento de la capacidad de producción en un 15%.
- Mejoras en la Ergonomía: Reducción de movimientos innecesarios y mejora en la disposición de las herramientas y componentes, lo que disminuyó las lesiones laborales.

2.5.2 Aplicación de técnicas y metodologías en entornos industriales reales.

En el mundo industrial contemporáneo, la eficiencia, la calidad y la competitividad son esenciales para el éxito sostenible de las empresas. La globalización y la rápida evolución tecnológica han impuesto una presión significativa sobre las industrias para optimizar sus procesos de producción, reducir costos y mejorar continuamente la calidad de sus productos. En este contexto, la aplicación de técnicas y metodologías de mejora de procesos ha emergido como una estrategia crucial para alcanzar estos objetivos.

Técnicas como Lean Manufacturing, Six Sigma, Total Productive Maintenance (TPM), y la Teoría de Restricciones (TOC), entre otras, se han convertido en pilares fundamentales para la optimización de procesos en entornos industriales. Estas metodologías no solo buscan eliminar desperdicios y reducir variabilidad, sino también maximizar la efectividad de los equipos y recursos, mejorar la seguridad y ergonomía en el lugar de trabajo, y fomentar una cultura de mejora continua (Álvarez, 2018).

La implementación exitosa de estas técnicas en empresas líderes a nivel mundial, como Toyota, General Electric, Procter & Gamble, y Samsung, ha demostrado que la adopción de estas metodologías puede resultar en mejoras significativas en la productividad, la calidad y la rentabilidad. Cada una de estas técnicas aporta un conjunto único de herramientas y enfoques que permiten abordar diversos desafíos operativos, desde la reducción de tiempos de ciclo y defectos hasta la optimización del flujo de materiales y la mejora de la satisfacción del cliente. Las técnicas más comunes según (Álvarez, 2018) son:

1. LEAN MANUFACTURING

Lean Manufacturing es una metodología enfocada en la eliminación de desperdicios y la mejora continua de los procesos. Se centra en agregar valor desde la perspectiva del cliente y reducir todo lo que no aporte valor.

Aplicación Real: Toyota

- Técnicas Utilizadas: Just-In-Time (JIT), Kanban, 5S, y Value Stream Mapping (VSM).
- Resultados: Toyota ha implementado estas técnicas para reducir inventarios, mejorar la eficiencia de la producción, y reducir el tiempo de entrega al cliente.

2. SIX SIGMA

Six Sigma es una metodología basada en datos que busca eliminar defectos y reducir la variabilidad en los procesos. Utiliza herramientas estadísticas para identificar y eliminar causas de errores y defectos.

Aplicación Real: General Electric (GE)

- Técnicas Utilizadas: DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), Control de Calidad Estadístico.
- Resultados: GE ha aplicado Six Sigma para mejorar la calidad de sus productos y servicios, resultando en una significativa reducción de defectos y ahorros de costos.

3. TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)

DTPM es una metodología que busca maximizar la efectividad de los equipos y máquinas a través de un mantenimiento preventivo y predictivo, involucrando a todos los empleados en el mantenimiento.

Aplicación Real: Unilever

- Técnicas Utilizadas: Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Preventivo, Mejora Continua.
- Resultados: Unilever ha utilizado TPM para aumentar la disponibilidad de sus máquinas, reducir tiempos de parada, y mejorar la eficiencia general de sus plantas.

4. THEORY OF CONSTRAINTS (TOC)

TOC es una metodología que se centra en identificar y gestionar los cuellos de botella que limitan la capacidad de una organización para alcanzar sus objetivos.

Aplicación Real: Boeing

- Técnicas Utilizadas: Identificación de Cuellos de Botella, Elevación de la Restricción, Rebalanceo de Líneas.
- Resultados: Boeing ha aplicado TOC para mejorar sus procesos de producción, reduciendo significativamente los tiempos de ciclo y mejorando la entrega de productos.

5. KAIZEN

Kaizen es una metodología de mejora continua que se enfoca en hacer pequeños cambios incrementales en los procesos para mejorar la eficiencia y la calidad.

Aplicación Real: Honda

- Técnicas Utilizadas: Eventos Kaizen, Círculos de Calidad, Análisis de Causa Raíz.
- Resultados: Honda utiliza Kaizen para involucrar a todos los empleados en la mejora continua, resultando en constantes mejoras en la eficiencia operativa y la calidad del producto.

6. VALUE STREAM MAPPING (VSM)

VSM es una herramienta de Lean que se utiliza para mapear y analizar el flujo de materiales e información en un proceso de producción, identificando áreas de desperdicio.

Aplicación Real: Nike

- Técnicas Utilizadas: Mapeo del Estado Actual y Futuro, Análisis de Flujo de Valor.
- Resultados: Nike ha implementado VSM para optimizar sus cadenas de suministro, reducir tiempos de ciclo y mejorar la eficiencia en la entrega de productos.

7. LAS 5S

Las 5S es una metodología que se centra en organizar el lugar de trabajo para mejorar la eficiencia y reducir el desperdicio, basada en cinco principios: Seiri (Clasificar), Seiton (Ordenar), Seiso (Limpiar), Seiketsu (Estandarizar) y Shitsuke (Mantener).

Aplicación Real: Intel

- Técnicas Utilizadas: Implementación de las 5S en áreas de producción y oficinas.

- Resultados: Intel ha utilizado 5S para mejorar la organización y limpieza de sus plantas, lo que ha llevado a una mayor eficiencia y seguridad en el trabajo.

8. JUST-IN-TIME (JIT)

DJIT es una metodología que busca producir solo lo necesario, en el momento necesario, y en la cantidad necesaria, eliminando inventarios y reduciendo tiempos de espera.

Aplicación Real: Dell

- Técnicas Utilizadas: Producción bajo demanda, Minimización de Inventarios.
- Resultados: Dell ha implementado JIT en su cadena de suministro, lo que le permite responder rápidamente a las demandas del cliente y reducir costos de almacenamiento.

2.6 Tecnologías y herramientas para la optimización de procesos:

2.6.1 Software de gestión del tiempo y del trabajo.

1. TRELLO

Trello es una herramienta de gestión de proyectos basada en tableros que permite a los usuarios organizar tareas y proyectos de manera visual. Utiliza tarjetas para representar tareas individuales, que pueden ser movidas entre listas para reflejar el progreso. Cada tarjeta puede contener listas de verificación, fechas límite, adjuntos, comentarios y más. Su interfaz intuitiva y flexible lo hace adecuado para equipos de cualquier tamaño, facilitando la colaboración y la gestión del flujo de trabajo (Hoffman, 2018).

Características:

- Tableros: Representan proyectos o áreas de trabajo.
- Listas: Dentro de los tableros, las listas se utilizan para crear flujos de trabajo (como "Por hacer", "En progreso", "Hecho").
- Tarjetas: Representan tareas individuales que se pueden mover entre listas para reflejar su estado.
- Etiquetas y filtros: Permiten categorizar y priorizar tareas.
- Plazos y recordatorios: Para la gestión de tiempos y fechas límite.
- Colaboración en equipo: Comentarios, menciones y archivos adjuntos en las tarjetas.
- Integraciones: Con otras herramientas como Slack, Google Drive, y más.

Uso Ideal:

Equipos pequeños y medianos que necesitan una herramienta flexible para la gestión de tareas y proyectos.

2. ASANA

Asana es una herramienta de gestión de tareas y proyectos que ayuda a los equipos a coordinar y gestionar su trabajo. Ofrece varias vistas como listas, tableros Kanban, calendarios y cronogramas. Los usuarios pueden crear proyectos, asignar tareas a los miembros del equipo, establecer fechas de vencimiento y seguir el progreso. Además, Asana facilita la comunicación y colaboración dentro del equipo mediante comentarios y actualizaciones de estado (Martin, 2019).

Características:

- Gestión de tareas: Crear, asignar y seguir tareas fácilmente.
- Proyectos: Organizar tareas en proyectos con vistas de lista, tablero, cronograma y calendario.
- Dependencias: Identificar y gestionar las dependencias entre tareas.
- Cronogramas: Visualizar el progreso de los proyectos y ajustarlos en tiempo real.
- Colaboración en equipo: Comentarios en tareas, menciones, y espacios de trabajo compartidos.
- Informes y paneles: Herramientas para el seguimiento y análisis del progreso.
- Integraciones: Con herramientas como Slack, Google Drive, Microsoft Teams, y más.

Uso Ideal:

Equipos de cualquier tamaño que necesiten una gestión detallada de proyectos y tareas, con funcionalidades robustas para la colaboración y el seguimiento.

3. MONDAY.COM

Monday.com es una plataforma de gestión de trabajo que permite a los equipos planificar, ejecutar y rastrear proyectos y tareas. Ofrece una interfaz altamente personalizable con varias vistas (tablas, tableros Kanban, gráficos de Gantt) y permite la automatización de flujos de trabajo. Los usuarios pueden crear "pulsos" o elementos de trabajo, asignarlos, establecer plazos y comunicarse dentro de cada pulso (García L. , 2020).

Características:

- Tableros personalizables: Crear tableros para proyectos, departamentos o procesos específicos.
- Vistas múltiples: Ver datos en formatos de tabla, cronograma, calendario y más.
- Automatizaciones: Configurar flujos de trabajo automatizados para reducir tareas repetitivas.
- Colaboración en equipo: Herramientas integradas para comunicación y archivos adjuntos.
- Seguimiento del tiempo: Registra el tiempo empleado en tareas para un análisis detallado.
- Informes y análisis: Herramientas de análisis para evaluar el rendimiento y el progreso.
- Integraciones: Con aplicaciones como Slack, Trello, Google Drive, Jira, y más.

Uso Ideal:

Equipos de tamaño mediano a grande que buscan una solución versátil y personalizable para la gestión de proyectos y la optimización de flujos de trabajo.

2.6.2 Herramientas de simulación de procesos.

Las herramientas de simulación de procesos ofrecen una variedad de características y capacidades que pueden adaptarse a las necesidades específicas de tu investigación o proyecto de simulación de procesos. A continuación, se mencionan las más populares en la actualidad según (Law, 2018):

EXTENDSIM:

ExtendSim es una herramienta de simulación de procesos ampliamente utilizada en una variedad de industrias, desde manufactura hasta atención médica. Proporciona una interfaz gráfica intuitiva que permite a los usuarios modelar sistemas complejos y simular su comportamiento para analizar el rendimiento y tomar decisiones informadas.

Características clave:

- Interfaz gráfica intuitiva: Permite a los usuarios construir modelos de simulación mediante la selección y configuración de elementos predefinidos.

- Modelado de eventos discretos: Permite la simulación de sistemas donde los eventos ocurren en momentos discretos en el tiempo.
- Capacidades de análisis avanzado: Proporciona herramientas para analizar el rendimiento del sistema, identificar cuellos de botella y optimizar procesos.
- Personalización: Permite a los usuarios crear modelos personalizados utilizando funciones avanzadas y la capacidad de integrar código personalizado.
- Aplicaciones: ExtendSim se utiliza en una variedad de aplicaciones, incluyendo la optimización de cadenas de suministro, la planificación de la producción, la simulación de sistemas de atención médica y más.

ANYLOGIC:

AnyLogic es una plataforma de simulación multimétodo que permite a los usuarios modelar sistemas utilizando diferentes paradigmas de modelado, como agentes, dinámica de sistemas y modelos de eventos discretos. Es conocida por su capacidad para simular sistemas complejos y multifacéticos en una variedad de industrias.

Características clave:

- Modelado multimétodo: Permite a los usuarios combinar diferentes enfoques de modelado para representar la complejidad de los sistemas del mundo real.
- Biblioteca de objetos predefinidos: Proporciona una amplia gama de objetos predefinidos que pueden ser utilizados para construir modelos de simulación rápidamente.
- Análisis avanzado: Ofrece herramientas para analizar el rendimiento del sistema, realizar experimentos de "what-if" y optimizar procesos.
- Integración con otros sistemas: Permite la integración con otros sistemas y herramientas de software para la importación y exportación de datos.
- Aplicaciones: AnyLogic se utiliza en una variedad de aplicaciones, incluyendo la simulación de cadenas de suministro, infraestructuras urbanas, procesos industriales y más.

ARENA:

Arena es una herramienta popular para la simulación de procesos basada en eventos discretos. Es utilizada en una variedad de industrias para modelar y analizar sistemas complejos, desde líneas de producción hasta sistemas de atención médica.

Características clave:

- Interfaz gráfica intuitiva: Proporciona una interfaz gráfica fácil de usar para construir y visualizar modelos de simulación.
- Modelado de eventos discretos: Permite la simulación de sistemas donde los eventos ocurren en momentos discretos en el tiempo.
- Capacidades de animación: Permite a los usuarios visualizar el comportamiento del sistema a lo largo del tiempo mediante animaciones.
- Análisis de resultados: Ofrece herramientas para analizar y visualizar los resultados de la simulación, identificar áreas de mejora y tomar decisiones informadas.
- Aplicaciones: Arena se utiliza en una variedad de aplicaciones, incluyendo la optimización de procesos de manufactura, la planificación de la producción, la simulación de sistemas de logística y más.

2.6.3 Tecnologías de automatización y control en la producción.

Las Tecnologías de automatización y control en la producción son fundamentales en la producción moderna, ya que permiten mejorar la eficiencia, la calidad y la seguridad de los procesos de fabricación. A continuación, se muestran las más relevantes según (Nof, 2019):

Sistemas de Control Numérico (CNC):

Los sistemas CNC son ampliamente utilizados en la fabricación para controlar máquinas herramienta y procesos de producción. Estos sistemas utilizan instrucciones programadas para controlar la posición, velocidad y otras variables de las máquinas, permitiendo la fabricación de piezas con alta precisión y repetibilidad.

Características clave:

- Automatización de procesos de mecanizado: Permite la fabricación de piezas complejas con alta precisión.
- Programación basada en código G: Los programas CNC se escriben utilizando un lenguaje de programación especializado llamado código G, que define las instrucciones de movimiento y operación de la máquina.

- Flexibilidad y versatilidad: Los sistemas CNC pueden adaptarse para fabricar una amplia variedad de piezas y componentes mediante la programación de nuevas instrucciones.

Robótica Industrial:

La robótica industrial se refiere al uso de robots en entornos de producción para realizar tareas como ensamblaje, manejo de materiales, soldadura y pintura. Estos robots son programables y pueden realizar operaciones repetitivas con alta precisión y velocidad.

Características clave:

- Automatización de tareas repetitivas: Los robots industriales pueden realizar tareas repetitivas de forma eficiente y precisa, lo que aumenta la productividad y reduce los errores.
- Flexibilidad en la programación: Los robots industriales pueden ser programados para realizar una variedad de tareas diferentes mediante la programación de secuencias de movimientos y operaciones.
- Integración con sistemas de control: Los robots industriales pueden integrarse con sistemas de control para coordinar sus movimientos y operaciones con otros equipos de producción.

Sistemas de Control de Procesos:

Los sistemas de control de procesos se utilizan para monitorear y controlar variables como temperatura, presión, flujo y nivel en sistemas de producción. Estos sistemas garantizan que los procesos se mantengan dentro de rangos específicos para garantizar la calidad del producto y la eficiencia del proceso.

Características clave:

- Monitoreo en tiempo real: Los sistemas de control de procesos monitorean continuamente las variables del proceso y proporcionan retroalimentación en tiempo real sobre su estado.
- Control automático: Los sistemas de control de procesos pueden ajustar automáticamente las variables del proceso para mantenerlas dentro de rangos específicos.

- Alarmas y alertas: Los sistemas de control de procesos pueden generar alarmas y alertas cuando las variables del proceso se desvían de los valores deseados, lo que permite a los operadores tomar medidas correctivas.

2.7 Normativas y estándares relacionados:

2.7.1 Normativas de seguridad e higiene en el trabajo.

Las normativas de seguridad e higiene en el trabajo son conjuntos de reglamentos, leyes y estándares diseñados para proteger la salud y seguridad de los trabajadores en el lugar de trabajo. Algunas de las normativas más comunes incluyen según (Gómez-Mejía, 2018):

Normas de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA):

Estas normas son establecidas por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional en los Estados Unidos (OSHA, por sus siglas en inglés). Su objetivo es proteger la salud y seguridad de los trabajadores en el lugar de trabajo. Incluyen regulaciones detalladas sobre una amplia gama de temas, como la protección contra caídas, la seguridad en la construcción, la gestión de productos químicos peligrosos, entre otros.

Normativa europea sobre salud y seguridad en el trabajo:

La Unión Europea (UE) ha establecido una serie de directivas y regulaciones para proteger la salud y seguridad de los trabajadores en los Estados miembros. Estas directivas cubren una amplia gama de áreas, como la protección contra riesgos relacionados con la exposición a agentes químicos, físicos y biológicos, la seguridad en el uso de equipos de trabajo, y la prevención de accidentes graves.

Normas ISO 45001:

La norma ISO 45001 proporciona un marco para establecer, implementar y mantener un sistema de gestión de salud y seguridad en el trabajo efectivo en cualquier organización. Esta norma está diseñada para ayudar a las organizaciones a mejorar su desempeño en materia de salud y seguridad, identificando y controlando los riesgos laborales, y cumpliendo con los requisitos legales y otros requisitos aplicables.

Legislación nacional sobre seguridad y salud en el trabajo:

Cada país puede tener su propia legislación y regulaciones específicas en materia de seguridad e higiene en el trabajo. Estas leyes suelen estar diseñadas para proteger la salud

y seguridad de los trabajadores en el lugar de trabajo, estableciendo requisitos mínimos en áreas como la prevención de accidentes, la protección contra riesgos laborales, la capacitación de los trabajadores, y la evaluación y gestión de riesgos.

2.7.2 Estándares de calidad y eficiencia en la producción.

Los estándares de calidad y eficiencia en la producción son criterios y medidas utilizados para evaluar y garantizar la calidad y eficiencia de los procesos de producción en una organización. Algunos de los estándares más comunes según (Bernal, 2018) son:

ISO 9001 - Sistema de Gestión de Calidad (SGC):

La norma ISO 9001 es un estándar internacional que establece los requisitos para un sistema de gestión de calidad en una organización. Su objetivo principal es garantizar la satisfacción del cliente mediante la entrega de productos y servicios que cumplan con sus requisitos y expectativas. La norma se centra en la mejora continua, la identificación y gestión de riesgos, y el enfoque basado en procesos. Para cumplir con los requisitos de la norma, las organizaciones deben implementar y mantener un sistema de gestión de calidad documentado que aborde aspectos como la planificación, el control de procesos, la medición y seguimiento del desempeño, la auditoría interna y la revisión por la dirección.

Six Sigma:

Six Sigma es una metodología de mejora de procesos que se centra en la reducción de la variabilidad y la mejora continua de la calidad. Se basa en el uso de herramientas estadísticas y técnicas de análisis para identificar y eliminar defectos en los procesos y reducir la variación en los resultados. El objetivo de Six Sigma es alcanzar un nivel de calidad en el que el número de defectos sea inferior a 3,4 por millón de oportunidades. Para lograr esto, las organizaciones aplican un enfoque estructurado y sistemático conocido como DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), que guía el proceso de mejora desde la identificación del problema hasta su solución y control.

Lean Manufacturing:

Lean Manufacturing es una filosofía de gestión que se centra en la eliminación de desperdicios y la creación de valor para el cliente. Se basa en principios como la identificación y eliminación de actividades que no agregan valor, el flujo continuo de trabajo,

la producción justa a tiempo y la mejora continua. El objetivo de Lean es maximizar la eficiencia y minimizar el desperdicio en todos los aspectos de la producción, desde el diseño del producto hasta la entrega al cliente. Para lograr esto, las organizaciones aplican herramientas y técnicas como el mapeo de flujo de valor, el kanban, la producción en celdas y la estandarización de procesos.

Kaizen:

Kaizen es un enfoque japonés de mejora continua que se basa en la participación activa de todos los empleados en la identificación y solución de problemas. El término Kaizen significa "cambio para mejor" en japonés, y se refiere a la implementación de pequeñas mejoras incrementales en los procesos y prácticas de una organización. El objetivo de Kaizen es crear una cultura de mejora continua en la que todos los empleados estén comprometidos con la búsqueda constante de formas de mejorar el trabajo y aumentar la eficiencia. Para lograr esto, las organizaciones promueven la participación del personal en equipos de mejora, fomentan la comunicación abierta y la retroalimentación, y establecen procesos para la implementación y seguimiento de mejoras.

2.7.3 Legislación laboral relacionada con el estudio de tiempos y movimientos.

La legislación laboral relacionada con el estudio de tiempos y movimientos es un aspecto importante de la protección de los derechos y la seguridad de los trabajadores en el lugar de trabajo. Esta legislación varía según el país y la región, pero generalmente se centra en garantizar que los empleadores realicen los estudios de tiempos y movimientos de manera ética, segura y justa para los trabajadores (Gómez-Mejía, 2018). Algunos aspectos comunes de la legislación laboral relacionada con este tema pueden incluir:

Derecho a la salud y seguridad en el trabajo:

- Los empleadores deben garantizar que los estudios de tiempos y movimientos se realicen sin poner en peligro la salud y seguridad de los trabajadores.
- Esto puede incluir proporcionar equipo de protección personal adecuado y realizar evaluaciones de riesgos antes de llevar a cabo los estudios.

Límites en las horas de estudio:

- La legislación puede establecer límites en la cantidad de horas que un trabajador puede ser sometido a estudios de tiempos y movimientos en un período determinado.
- También puede garantizar períodos de descanso y tiempo libre para evitar la fatiga y el agotamiento.

Compensación por tiempo de estudio:

- Los trabajadores pueden tener derecho a recibir compensación adicional por el tiempo dedicado a los estudios, especialmente si esto implica trabajar fuera de su horario normal o en condiciones inseguras.

Consentimiento informado:

- En algunos casos, la legislación puede requerir que los trabajadores den su consentimiento informado antes de participar en estudios de tiempos y movimientos.
- Esto implica proporcionar información clara sobre el propósito del estudio, los procedimientos involucrados y cualquier riesgo potencial.

Es fundamental que los empleadores cumplan con la legislación laboral aplicable en su país para proteger los derechos y la seguridad de los trabajadores, así como para garantizar un ambiente de trabajo justo y respetuoso.

Capítulo 3

Materiales y Métodos

3.1 Sujeto.

Los miembros del presente estudio realizado la empresa TCO Group S de RL, Mérida, fueron el propietario y los empleados.

3.2 Materiales

- Computadora.
- Software estadístico (Excel).
- Cronómetro (Teléfono celular).
- Tablero para formularios.
- Formatos para el registro de la información.
- Formularios para reunir datos.
- Formularios para analizar los datos reunidos.

3.3 Hipótesis

"La identificación y eliminación de los cuellos de botella en el proceso de empaclado de cloruro de calcio en la estación de Tolvas mediante un estudio de tiempos y movimientos, permitirá aumentar significativamente la capacidad de producción, mejorando así la competitividad y rentabilidad de TCO Group S de RL."

3.4 Tipo de investigación

La investigación se enmarca dentro del ámbito de la investigación aplicada, específicamente en el campo de la ingeniería industrial y la gestión de operaciones. Se caracteriza por su enfoque en la resolución de un problema específico dentro de un contexto empresarial concreto, en este caso, la baja capacidad de producción en una estación particular del proceso de fabricación de cloruro de calcio en la empresa TCO Group S de RL.

La metodología empleada implica un análisis detallado de los tiempos y movimientos en la estación de Tolvas, utilizando técnicas de observación directa y recopilación de datos para identificar posibles áreas de mejora. Además, se llevará a cabo una revisión exhaustiva de la literatura relevante para contextualizar el problema y proporcionar fundamentos teóricos sólidos.

3.5 Enfoque metodológico.

Esta investigación tiene un enfoque metodológico de “Estudio de Caso” ya que combina elementos de investigación cualitativa y cuantitativa.

Investigación Cualitativa: Se menciona la observación directa del proceso de producción en la estación de Tolvas. Este enfoque cualitativo implica la recolección de datos a través de la observación detallada de las actividades y procesos, lo que permite una comprensión profunda de la dinámica y los problemas operativos en la estación.

Investigación Cuantitativa: Se hace referencia a un estudio de tiempos y movimientos para analizar en detalle las actividades realizadas en la estación de Tolvas. Este estudio implica la recopilación de datos sobre los tiempos requeridos para cada actividad, lo que proporcionará datos cuantitativos para identificar áreas específicas de mejora y posibles cuellos de botella en el proceso de producción.

3.6 Procedimiento:

3.6.1 Descripción de la población.

La línea de producción de la empresa TCO Group consta de 6 estaciones de trabajo, las cuales constan de la siguiente división:

- **Tolvas dosificadoras y selladoras.**
9 empleados.
- **Enganchadoras:**
12 empleados.
- **Código y verificación:**
1 empleado.
- **BG 450 (Embolsadora):**
6 empleados
- **Mesa de empaque:**
7 empleados.
- **Mesa de encajado y entarimado:**
3 empleados.

Observación: Cabe señalar que el supervisor y los auxiliares de producción optan por hacer rotación del personal con el objetivo de reducir el cansancio de los operarios, debido a que hay estaciones de trabajo más cansadas que otras.

Para la realización del aumento de producción de la empresa TCO Group, específicamente se estudiará la primera estación de trabajo (Tolvas dosificadoras y selladoras), ya que como indica (García J. A., 2019) “La producción es la función fundamental de toda organización”. La estación de trabajo de *Tolvas dosificadoras y selladoras*, además de tener una cantidad exacta de empleados es el sector en el que radica la velocidad de trabajo de las áreas que le siguen, puesto que, si esta área no produce lo suficiente, las demás áreas no pueden tener mayor trabajo.

3.6.2 Selección de la muestra.

Para la toma de la muestra a estudiar se optará por escoger 2 grupos de trabajadores, escogiéndolos por un muestreo de conveniencia, descrito por (Ruiz, 2018) como: “Sistema que permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador”. Estos grupos estarán compuestos por los siguientes requisitos.

- 6 hombres con la mayor antigüedad dentro de la empresa.
- 12 mujeres con la mayor antigüedad dentro de la empresa.

La razón de emplear esta cantidad de personas es la practicidad con la que el estudio puede llegar a realizarse, sin demorarse por un exceso de personas dentro de la muestra. Además, el requisito de antigüedad dentro de la empresa asegura que los trabajadores ya tienen experiencia con su trabajo, por lo cual no presentan dificultad para realizar sus tareas.

Descripción del método.

Para la realización del análisis del estudio de métodos y estandarización del tiempo, se optará por emplear las ‘Etapas del proceso de estudio de métodos’, dentro de este mismo proceso, de igual forma, se empleará la metodología pertinente para la estandarización de tiempos (Herrera, 2020), define las 8 etapas del proceso de estudio de métodos a continuación:

- 1) Seleccionar el trabajo a estudiar:** Parte de la premisa que dicta que cualquier proceso de un trabajo puede ser objeto de estudio a ser mejorado. En la empresa TCO Group, el área a estudiar es la línea de producción del empaque de cloruro de calcio para la absorción de humedad del medio ambiente, específicamente en la primera estación de trabajo de la línea de producción (Estación de Tolvas).
- 2) Registrar por observación directa:** En esta fase del estudio de métodos, se debe registrar todos los hechos del método existente. Se debe analizar los procesos como se suelen realizar de forma normal en un día de trabajo cualquiera. Antes de pasar

al estudio de la muestra, se observará las actividades normales de todos los trabajadores para determinar dichas actividades a estudiar y su importancia.

- 3) **Examinar de forma crítica:** Ya sea de forma de registro mediante la observación y comprensión, o mediante la interrogación del propio personal de trabajo; esta técnica se conoce como técnica del interrogatorio, que no es más que una serie de preguntas hechas de forma sistemática sobre las actividades de un proceso ya registrado.
- 4) **Establecer el método:** Este paso involucra a todo el personal pertinente para idear el método que va a mejorar el trabajo o proceso que se estudia. Por lo tanto, las preguntas a emplear son: ¿Qué se debe hacer?, ¿Dónde se debe hacer?, ¿Cuándo se debe hacer?, ¿Quién lo debe hacer?, y ¿Cómo lo debe hacer? Esta etapa involucrará de manera formal, una categorización de los procesos existentes para poder empezar a realizar los estudios pertinentes y pruebas con la muestra establecida.
- 5) **Evaluar el método propuesto:** Mediante teoría, y apoyándose del uso de herramientas como tablas de tiempo estándar (anexo 4); se analiza si el método establecido es viable para su aplicación en el proceso. Para el estudio de tiempos se empleará la técnica de estudio de tiempos con cronometro; García (2005), menciona que la técnica de estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea; cuando se presentan quejas de los colaboradores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación. Mediante la vigilancia y estudio establecido con los participantes de la muestra, se aplicará la metodología de la estandarización de tiempos para poder obtener los tiempos estándar de los procesos de producción. Dicho análisis lo define (Herrera, 2020), como la siguiente metodología:
 - Registrar toda la información acerca de la tarea del operario.
 - Registrar una descripción completa del método.
 - Examinar que se están utilizando los mejores métodos de trabajo.
 - Medir el tiempo con un instrumento apropiado, y registrar el tiempo invertido por el operario en realizar cada elemento de la operación.
 - Determinar la velocidad de trabajo del operario por correlación con el ritmo normal de trabajo de este.
 - Convertir los tiempos observados en tiempos básicos.
 - Determinar los suplementos por descanso que se añadirán al tiempo básico.

- Determinar el tiempo estándar de la operación.
- 6) **Definir el nuevo método:** Formalmente, con ayuda de la etapa anterior, se basa en la normalización y estandarización del nuevo método de trabajo. Después de la estandarización del tiempo, se instruirá a los trabajadores los nuevos métodos de trabajo con sus respectivos tiempos de realización.
- 7) **Implantar el método:** Después del análisis y la realización de pruebas pertinentes; se instaura el nuevo método de la producción para que oficialmente esté en funcionamiento en todas las áreas que involucren la producción. Este es de los pasos más importantes pues se pondrá a prueba si el análisis fue hecho de forma correcta y ayudará a al área de producción a mejorar su rendimiento y productividad.
- 8) **Controlar la aplicación:** Se basa en la vigilancia del proceso de producción. Se verifica si la metodología empleada es efectiva en el campo de aplicación y debe mantenerse en constante observación para prevenir fallas. Se prevé una vigilancia de 4 semana para comprobar que todos los procesos sean eficientes y funcionales. Estas vigilancias se llevarán a cabo registrándose en una lista de comprobación (anexo 6).

Este proceso se representa en un diagrama de flujo de la siguiente manera:

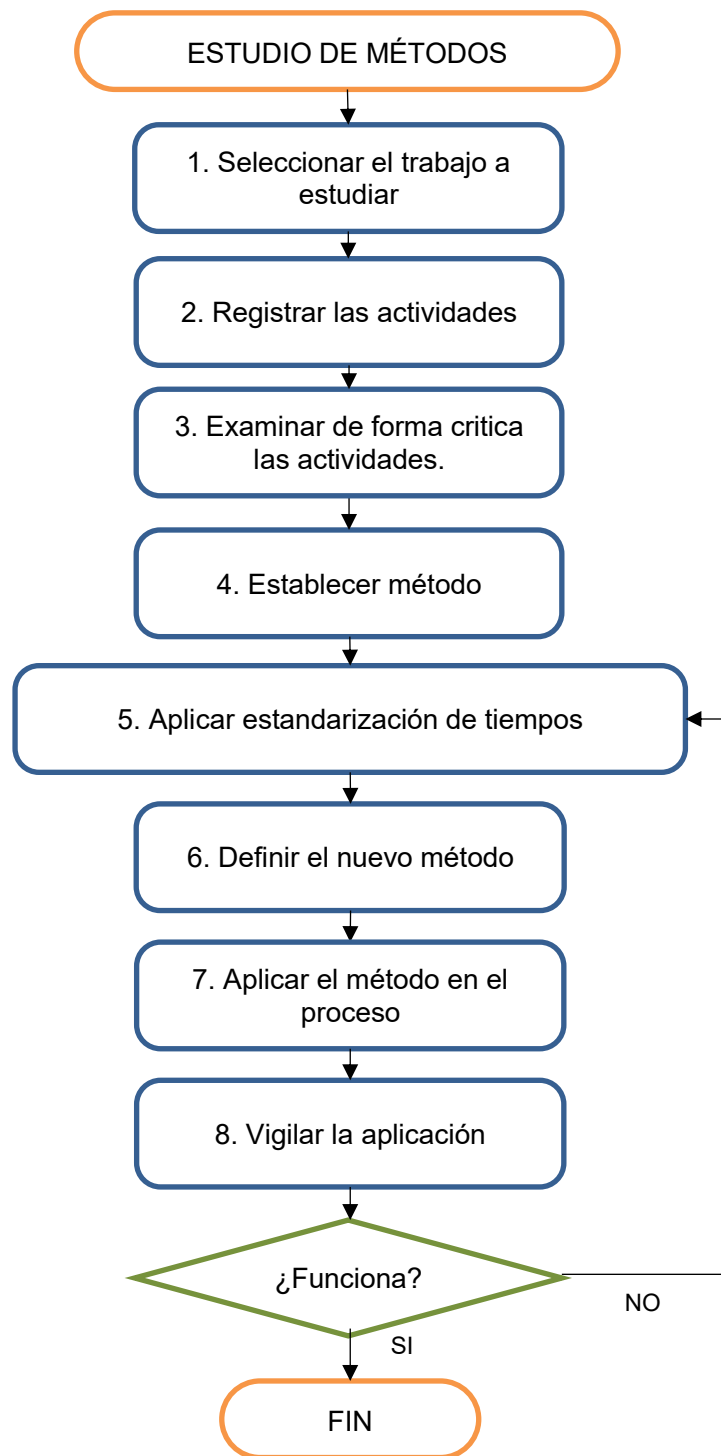


Ilustración 12: Diagrama de flujo de la Metodología.

Fuente: (Herrera, 2020)

3.6.3 Presupuesto del análisis.

Para llevar a cabo el estudio de tiempos y movimientos de las actividades desarrolladas en la estación de *Tolvas dosificadoras y selladoras* de la empresa TCO Group, no se necesitará capital de inversión, debido a que dicha mejora se hará con los recursos con los que cuenta la empresa con el objetivo de implementar un proceso más estandarizado que permita aumentar la capacidad de producción de dicha estación.

3.6.4 Actividades del análisis.

Tabla 3: Actividades del análisis.

“TCO Group de S de RL”			
Dirección: Calle 13A Numero 341 por 20 y 22 Ciudad Industria. CP 97288 Mérida, Yucatán.			
Facebook: TCO Group S de RL Mérida			
Departamento: Línea de producción		Programación de actividades: Programación por semana	
Fecha: 07/08/2023			
N°	ACTIVIDAD	TIEMPO	
		PROGRAMADO	REAL
1	Seleccionar el área de trabajo a analizar (Estación de Tolvas dosificadoras y selladoras).	1 semana	
2	Registrar las actividades dentro de la estación.	1 semana	
3	Examinar de forma critica las actividades desarrolladas en la estación de estudio.	1 semana	
4	Establecer el método.	1 semana	
5	Aplicar la estandarización de tiempos	2 semana	
6	Definir el nuevo método.	2 semana	
7	Aplicar el método en el proceso de producción.	4 semana	
8	Vigilar o inspeccionar la aplicación del nuevo método.	4 semana	
Observaciones: Cabe mencionar que los tiempos asignados para cada actividad pueden varias según el desarrollo del análisis.			

Fuente: Elaboración propia.

3.6.5 Diagrama de Gantt.

Tabla 4: Diagrama de Gantt.

Periodo Actividades	Meses															
	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
	Semana				Semana				Semana				Semana			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Seleccionar el área de trabajo a analizar (Estación de Tolvas dosificadoras y selladoras).																
2. Registrar las actividades dentro de la estación.																
3. Examinar de forma crítica las actividades desarrolladas en la estación de estudio.																
4. Establecer el método.																
5. Aplicar la estandarización de tiempos																
6. Definir el nuevo método.																
7. Aplicar el método en el proceso de producción.																
8. Vigilar o inspeccionar la aplicación del nuevo método.																

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 4

Resultados y Discusión

4.1. Selección de muestra:

Se llevó a cabo un muestro de la población de la empresa conformado por dos grupos de trabajadores, los cuales constan de 12 mujeres y 6 hombres con mayor antigüedad en la empresa, cabe señalar que la población de empresa es de 38 trabajadores.

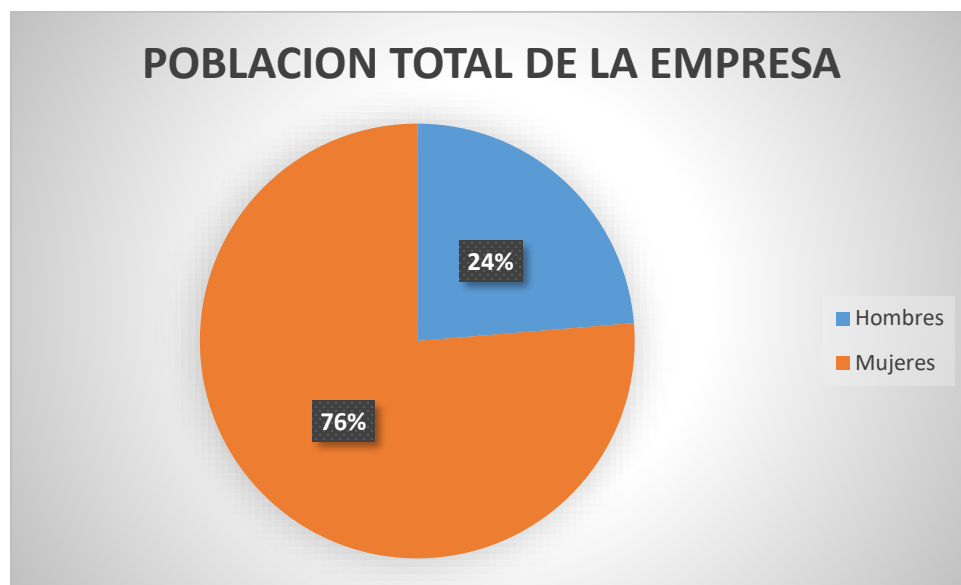


Ilustración 13: Población total de TCO Group.

Fuente: Elaboración propia.

La ilustración 13 muestra el total de empleados en la empresa TCO Group en la cual se puede apreciar que el 76 % son mujeres y el 24% pertenece a los hombres. En otras palabras, la población total está conformada por 29 mujeres y 9 hombres.

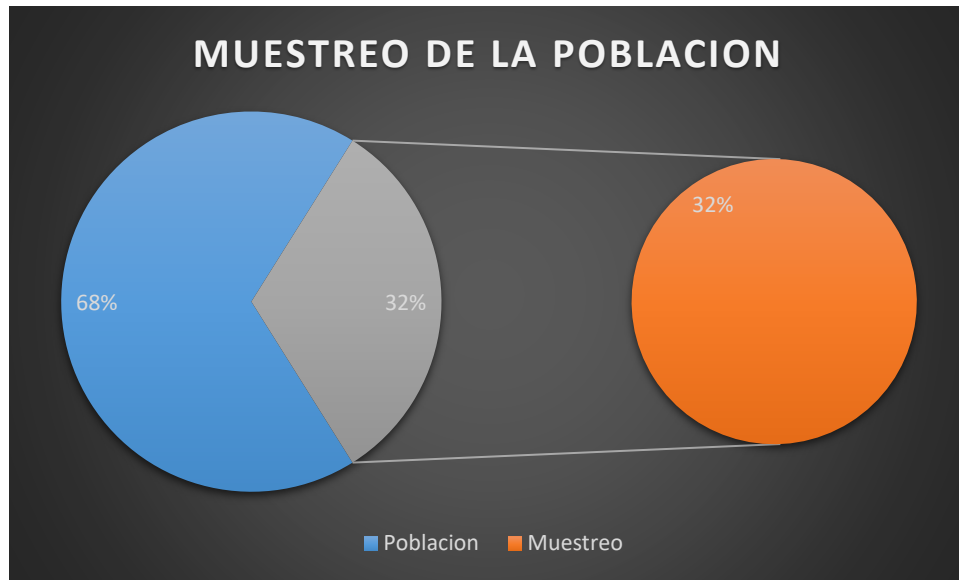


Ilustración 14: Muestreo de la población.

La ilustración 14 muestra el muestreo de población en la cual se optaron por escoger 2 grupos de trabajadores, escogiéndolos por un muestreo de conveniencia. Estos grupos estarán compuestos por los siguientes requisitos:

- 6 hombres con la mayor antigüedad dentro de la empresa.
- 12 mujeres con la mayor antigüedad dentro de la empresa.

La razón de emplear esta cantidad de personas es la practicidad con la que el estudio puede llegar a realizarse, sin demorarse por un exceso de personas dentro de la muestra. Además, el requisito de antigüedad dentro de la empresa asegura que los trabajadores ya tienen experiencia con su trabajo, por lo cual no presentan dificultad para realizar sus tareas.

4.2 Selección del área a estudiar:

A continuación, se presenta de manera visual la estación de trabajo de la línea de producción en la que se enfoca el estudio.

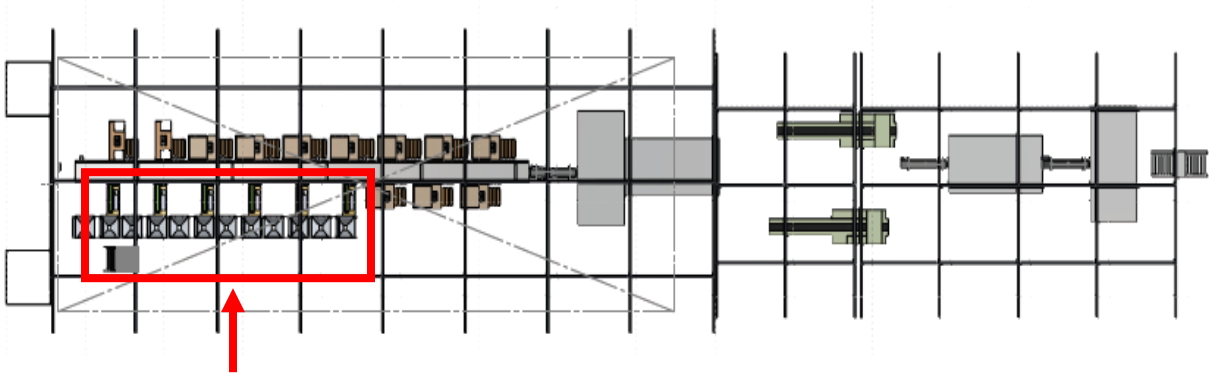
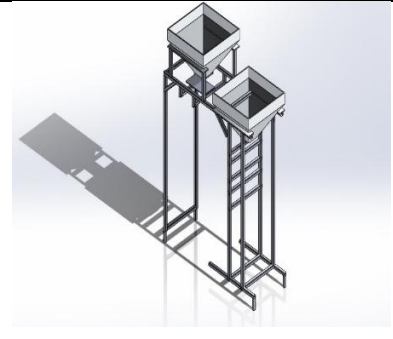


Ilustración 15: Croquis de la línea de producción.

La “ilustración 15” muestra el área de estudio (Estación de Tolvas dosificadoras), en esta estación se da inicio a la línea de producción donde se lleva a cabo el llenado de cloruro de calcio junto con una fragancia (Fresh Scent, Lavanda-Vainilla y Pure Line), dependiendo el producto que se esté empacando. Actualmente la empresa exporta dos productos diferentes el FG30 (bolsas de 1.24 kg) y el FG83 (bolsas de 0.453 kg), dicho proceso se lleva a cabo con un total de 6 Tolvas dosificadoras, cabe destacar que cada tolva solo necesita un operario para su funcionamiento.

Tabla 5: Tolva dosificadora y productos manufacturados.

Tolva dosificadora	Producto FG83	Producto FG30
		
Observación: Cabe señalar que estos productos contienen las fragancias antes mencionadas (Fresh Scent, Lavanda-Vainilla y Pure Line).		

Fuente: Elaboración propia.

La selección de esta área de trabajo se llevó a cabo por medio de un Mapeo de Proceso con la intención de apreciar el flujo de producción en cada estación de la línea de producción, y por ende se identificó que en la “Estación de Tolvas” no se estaba cumpliendo con producción esperada.

Por otra parte, se dio prioridad a esta área ya que, por ser el inicio de la línea de producción, las demás áreas se ven afectadas directamente por el flujo de producción de esta misma, es decir, si esta área no produce lo necesario, los demás procesos tendrán que hacer paros por falta de productos que procesar.

4.3. Registro de las actividades del método actual:

En este apartado se muestran todas las actividades desarrolladas por parte de los operarios de en la estación Tolvas según el método de trabajo actual, en la cual se tiene un total de 12 actividades que se desarrollan en el transcurso de todo el turno de trabajo.

1. Tomar la bolsa.
2. Posicionar la bolsa en la tolva.
3. Verificar el peso.
4. Accionar la palanca.
5. Esperar el llenado.
6. Pasar la bolsa por la selladora.
7. Modificar parámetros de la Tolvas dosificadoras.
8. Mover la compuerta de la Tolva dosificadora.
9. Pesar las bolsas en una báscula digital.
10. Pesar las bolsas en la maquina verificadora de peso.
11. Raspar la campana de la Tolva dosificadora con una espátula.
12. Avisar a los auxiliares de mantenimiento de las fallas de las Tolvas.

4.4. Examinar de forma crítica las actividades:

Por medio de un análisis se clasificaron las actividades dependiendo la responsabilidad de la ejecución de cada una de ellas, por lo que se obtuvo lo siguiente:

Tabla 6: Clasificación de actividades.

ACTIVIDAD	RESPONSABLES DE LAS ACTIVIDADES		
	Operador de Tolvas	Auxiliar de manteamiento	Auxiliar de producción
1.Tomar la bolsa.	✓		
2.Posicionar la bolsa en la tolva.	✓		
3.Verificar el peso.	✓		
4.Accionar la palanca.	✓		
5.Esperar el llenado.	✓		
6.Pasar la bolsa por la selladora.	✓		
7.Modificar parámetros de la Tolvas dosificadoras.		✓	
8.Mover la compuerta de la Tolva dosificadora.		✓	
9.Pesar las bolsas en una báscula digital.			✓
10.Pesar las bolsas en la maquina verificadora de peso.			✓
11.Raspar la campana de la Tolva dosificadora con una espátula.			✓
12.Avisar a los auxiliares de mantenimiento de las fallas de las Tolvas.			✓

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: La tabla 6 muestra la clasificación de todas las actividades desarrolladas en la estación de Tolvas, según el responsable de su ejecución, con el propósito de identificar todas aquellas actividades que debe de ejecutar el operario de tolvas.

4.5. Establecimiento del nuevo método:

En basa al análisis crítico desarrollado anteriormente, se establecen las actividades necesarias que deben ser desarrollas por parte de los operarios de la estación de tolvas,

es decir, aquellas actividades que si aportan valor al proceso. Dichas actividades son las siguientes:

1. Tomar la bolsa.
2. Posicionar la bolsa en la tolva.
3. Verificar el peso.
4. Accionar la palanca.
5. Esperar el llenado.
6. Pasar la bolsa por la selladora.

4.6. Estandarización de tiempos:

En esta etapa se llevó a cabo la medición de tiempo de las actividades del nuevo método propuesto, dicha medición se llevó a cabo por medio del cronometro utilizando el método de “vuelta acero”, la medición se realizó 30 veces para cada actividad para obtener un promedio lo más real posible.

Pasos para la medición de tiempos:

1. Toma de tiempos:

Tabla 7: Actividades del nuevo método.

NUM. ACT.	DEFINICION	Promedio Tiempo en segundos
1	Tomar la bolsa	1.47
2	Posicionar la bolsa en la tolva	0.49
3	Verificar el peso	0.23
4	Accionar la palanca	0.21
5	Esperar el llenado	0.78
6	Pasar la bolsa por la selladora	0.88

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: La tabla 7 muestra las actividades del nuevo método a implantar, cabe señalar que cada actividad se midió 30 veces con el cronómetro utilizando el método de “vuelta a cero” con el propósito de obtener mejores resultados.

2. Suma total:

Se procede a sumar el promedio de todas las actividades con el fin de obtener el tiempo observado (T.O) de todo proceso.

Tabla 8: Tiempo observado de las actividades del nuevo método.

NUM. ACT.	DEFINICION	Promedio	Tiempo Observado (T.O)
1	Tomar la bolsa	1.47	4.06 segundos
2	Posicionar la bolsa en la tolva	0.49	
3	Verificar el peso	0.23	
4	Accionar la palanca	0.21	
5	Esperar el llenado	0.78	
6	Pasar la bolsa por la selladora	0.88	

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: La tabla 8 muestra el tiempo observado de las actividades del nuevo método propuesto, en el cual se tiene un tiempo total de 4.06 segundos.

3. Calcular el Tiempo Elegido (Te):

$Te = 4.0 \rightarrow$ segundos

Nota: En este caso el tiempo elegido es la suma total de los promedios de todas las actividades que conforman el ciclo.

4. Agregar la calificación o la valoración:

Tabla 9: Aspectos de valoración.

Calificación o valoración	
Aspectos a evaluar	operario
Habilidad	+0.05
Esfuerzo	0.00
Condiciones	-0.05
Consistencia	0.00
Total	0.00

Total en (%)	0 %
--------------	-----

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 9 muestra los aspectos a evaluar por parte de operario, las cuales son: habilidades para el desarrollo de las actividades de trabajo, la dificultad de las actividades, las condiciones del lugar y el esfuerzo físico que ejerce el operario en cada actividad.

Nota: Para más información con respecto a los valores de los aspectos a evaluar, consultar la tabla del anexo 2.

5. Calcular el tiempo normal (T_n):

Datos:

$V = 0 \%$

$T_e = 4.06$ segundos

$T_n = T_e$ (valoración en %)

Sustituimos los valores en la fórmula de tiempo normal:

$T_n = 4.06 (1.0) = 4.06$

$T_n = 4.06$ segundos

6. Agregar los suplementos:

Tabla 10: Suplementos variables y constantes.

Mujer			
Suplementos constantes		Suplementos variables	
Necesidad personal	Por fatiga	Monotonía	Tedio
7	4	1	0
Total: 0.11			Total: 0.1
Total de suplementos: 12 %			

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 10 muestra los suplentes variables y constantes agregados al tiempo normal, los cuales varían mucho debido a las necesidades del operario (si es hombre o mujer), largas jornadas de trabajo, actividades muy repetitivas y complejidad de las actividades.

Nota: Para más información con respecto a los suplementos agregados, consultar la tabla del anexo 3.

7. Calcular el tiempo estándar (Tt):

Datos:

Tn = 4.06 segundos

T = 12 %

Tt = Tn (1 + tolerancia)

Se sustituyen los valores en la fórmula de tiempo estándar:

Tt = 4.06 (1.12) = 4.54 segundos

Nota: El tiempo estándar calculado, es el tiempo del nuevo método propuesto en donde cada operario deberá realizar todas las actividades que conforman el llenado de las bolsas con cloruro de calcio.

4.7. Definición del nuevo método:

Con la definición y estandarización del nuevo método, se llevaron a cabo las instrucciones y capacitaciones a los operarios con respecto al nuevo método de trabajo con el fin obtener mejores resultados de producción, ya que, la incorporación de un nuevo método de trabajo conlleva determinado tiempo de adaptación de los operarios, puesto que, con el paso de los días se irán adaptando a las actividades el proceso.

En las capacitaciones de los operarios se explicaron todas las actividades que conforman el proceso y el tiempo determinado que conlleva el ciclo, a como se muestra a continuación:

Tabla 11: Tiempo estándar del nuevo método propuesto.

NUM. ACT.	DEFINICION	Tiempos Estándar (Tt)
1	Tomar la bolsa	

2	Posicionar la bolsa en la tolva	4.54 segundos
3	Verificar el peso	
4	Accionar la palanca	
5	Esperar el llenado	
6	Pasar la bolsa por la selladora	

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: La tabla 11 muestra el nuevo método para la estación de Tolvas dosificadoras de la línea de producción de la empresa TCO Group, este consta de 6 actividades las cuales se deben de realizar en aproximadamente 4.54 segundos. En otras palabras, los operarios tendrán que producir 13 bolsas por minuto aproximadamente.

La siguiente tabla muestra la capacidad de producción que tendrá cada operario con el nuevo método; representado en (minuto, hora y turno de 10 horas).

Tabla 12: Capacidad de producción por operario.

Tiempo	Producción
1 minuto	13 bolsas
1 hora	780
Turno de 10 horas	6,825 bolsas

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: La tabla 12 muestra la capacidad de producción que tendrá cada operario con el nuevo método; representado en (minuto, hora y turno de 10 horas).

Cabe resaltar que la empresa tiene un turno de 10 horas por día, aunque al final solo se tienen 8.75 horas efectivas, ya que se tiene estipulado 30 minutos para el arranque de turno mientras se calibran las maquinas, 30 minutos de comida y 15 minutos para hacer la limpieza a la hora del cierre de turno.

4.8. Implementación del método:

A continuación, se muestran los resultados obtenidos tras la implantación del nuevo método estandarizado en la línea de producción de la empresa TCO Group. Dichos resultados se mostrarán antes y después del proyecto con la finalidad de apreciar las mejoras.

Antes del proyecto:

Agosto 2023: Primera quincena.

En la tabla 13 se presenta la producción obtenida en la primera quincena del mes de agosto, en donde se puede apreciar que se cerró la quincena con un promedio de 6.34 bolsas por minuto.

Tabla 13: Producción de la primera quincena del mes Agosto.

FECHA	PRODUCCIÓN/DÍA	NUMERO DE TOLVAS	HORAS/DÍA	PRODUCCIÓN PROMEDIO /TOLVA	PROMEDIO/MINUTO
27/07/23	21,750	4	10.25	5437.50	8.84
28/07/23	22,166	6	10.25	3694.33	6.01
31/07/23	16,830	6	10.25	2805.00	4.56
1/08/23	14,118	6	10.25	2353.00	3.83
2/08/23	7,964	4	10.25	1991.00	3.24
3/08/23	19,884	5	10.25	3976.80	6.47
4/08/23	20,900	6	10.25	3483.33	5.66
7/08/23	29,300	6	10.25	4883.33	7.94
8/08/23	25,750	5	10.25	5150.00	8.37
9/08/23	26,350	6	10.25	4391.67	7.14
10/08/23	29,100	6	10.25	4850.00	7.89
TOTAL	234,112.00	5.45	112.75	42,920.53	6.34

Fuente: Elaboración propia.

Agosto 2023: Segunda quincena.

En la tabla 14 se muestra la producción obtenida en la segunda quincena del mes de agosto, en el cual se puede apreciar que al finalizar el mes se obtuvo un promedio de 4.57 bolsas por minuto, dicho promedio más bajo que la primera quincena del mes.

Optimización de la capacidad de producción en la estación de Tolvas mediante estudio de tiempos y movimientos: Caso de la empresa TCO Group S de RL en Mérida, Yucatán.

Tabla 14: Producción de la segunda quincena del mes de agosto.

FECHA	PRODUCCIÓN/DÍA	NUMERO DE TOLVAS	HORAS/DÍA	PRODUCCIÓN PROMEDIO /TOLVA	PROMEDIO/MINUTO
11/08/23	8,000	6	10.25	1333.33	2.17
15/08/23	13,662	6	10.25	2277.00	3.70
16/08/23	16,437	6	10.25	2739.50	4.45
17/08/23	15,845	6	10.25	2640.83	4.29
18/08/23	24,716	6	10.25	4119.33	6.70
21/08/23	22,800	8	10.25	2850.00	4.63
22/08/23	27,650	9	10.25	3072.22	5.00
23/08/23	28,519	6	10.25	4753.17	7.73
24/08/23	13,748	6	10.25	2291.33	3.73
25/08/23	11,480	6	10.25	1913.33	3.11
TOTAL	182,857	6.5	102.5	28131.85	4.57

Fuente: Elaboración propia.

Después del proyecto:

Septiembre 2023: Primera quincena.

El proyecto se empezó a implementar a mediados de la primera quincena del mes de septiembre, específicamente el martes 5 de septiembre del 2023.

La tabla 15 muestra la producción obtenida en la primera quincena del mes de septiembre, dicha quincena fue donde se puso en marcha el proyecto. Al finalizar la quincena se obtuvo un promedio de 6.67 bolsas por minuto, dicho promedio más alto que las quincenas del mes de agosto.

Tabla 15: Producción de la primera quincena del mes de septiembre.

FECHA	PRODUCCIÓN/DÍA	NUMERO DE TOLVAS	HORAS/DÍA	PRODUCCIÓN PROMEDIO /TOLVA	PROMEDIO/MINUTO
28/08/23	25,597	6	10.25	4266.17	6.94
29/08/23	28,800	6	10.25	4800.00	7.80
30/08/23	34,100	6	10.25	5683.33	9.24
31/08/23	14,415	6	10.25	2402.50	3.91
1/09/23	13,286	6	10.25	2214.33	3.60
4/09/23	16,810	6	10.25	2801.67	4.56
5/09/23	27,700	6	10.25	4616.67	7.51
6/09/23	32,129	6	10.25	5354.83	8.71
7/09/23	22,240	5	10.25	4448.00	7.23
8/09/23	21,108	6	10.25	3518.00	5.72
11/09/23	28,000	6	9.25	4666.67	8.41
TOTAL	264,185.00	5.91	111.75	44,708.23	6.67

Fuente: Elaboración propia.

Septiembre 2023: Segunda quincena.

En la tabla 16 se muestra la producción obtenida en la segunda quincena del mes de septiembre y como se puede observar se obtuvo un promedio de 8.23 bolsas por minuto gracias a la implementación del proyecto, es decir, hubo un incremento de 1. 56 bolsas por minuto con respecto a la quincena del mes pasado.

Tabla 16: Producción de la segunda quincena del mes de septiembre.

FECHA	PRODUCCIÓN/DÍA	NUMERO DE TOLVAS	HORAS/DÍA	PRODUCCIÓN PROMEDIO /TOLVA	PROMEDIO/MINUTO
12/09/23	33,450	6	9.25	5575.00	10.05
13/09/23	24,181	6	9.25	4030.17	7.26
14/09/23	32,097	6	9.25	5349.50	9.64
15/09/23	15,090	6	9.25	2515.00	4.53
18/09/23	26,523	5	9.25	5304.60	9.56
19/09/23	28,050	5	9.25	5610.00	10.11
20/09/23	27,600	6	9.25	4600.00	8.29
21/09/23	30,810	6	9.25	5135.00	9.25
22/09/23	13,280	5	9.25	2656.00	4.79
25/09/23	29,140	6	9.25	4856.67	8.75
TOTAL	260,221	5.70	92.50	45652.81	8.23

Fuente: Elaboración propia.

Octubre 2023: Primera quincena.

La tabla 17 presenta la producción alcanzada en la primera quincena del mes de octubre, donde se puede apreciar que se obtuvo un incremento significativo con respecto a la quincena del mes pasado; puesto que al finalizar la quincena se alcanzó un promedio de 9 bolsas por minuto.

Tabla 17: Producción de la primera quincena del mes de octubre.

FECHA	PRODUCCIÓN/DÍA	NUMERO DE TOLVAS	HORAS/DÍA	PRODUCCIÓN PROMEDIO /TOLVA	PROMEDIO/MINUTO
26/09/23	27,270	6	8.75	4545.00	8.66
27/09/23	27,550	6	8.75	4591.67	8.75
28/09/23	28,120	6	8.75	4686.67	8.93
29/09/23	30,000	6	8.75	5000.00	9.52
30/09/23	12,350	3	6.75	4116.67	10.16
2/10/23	26,787	5	8.75	5357.40	10.20
3/10/23	26,549	5	8.75	5309.80	10.11
4/10/23	27,290	5	8.75	5458.00	10.40
5/10/23	29,800	5	8.75	5960.00	11.35
6/10/23	11,140	5	8.75	2228.00	4.24
7/10/23	10,380	4	8.75	2595.00	4.94
9/10/23	15,220	5	8.75	3044.00	5.80
TOTAL	272,456	5.08	103	53597.90	9

Fuente: Elaboración propia.

Octubre 2023: Segunda quincena.

En la tabla 18 se alude la producción perteneciente a la segunda quincena del mes de octubre, en donde se puede apreciar que hubo una disminución de una bolsa con respecto al promedio de bolsas producidas por minuto; esta disminución se dio debido a que en ese periodo se presentaron muchas fallas técnicas en las Tolvas dosificadoras. Por consiguiente, solo se alcanzó un promedio de 8 bolsas por minuto.

Tabla 18: Producción de la segunda quincena del mes de octubre.

FECHA	PRODUCCIÓN/DÍA	NUMERO DE TOLVAS	HORAS/DÍA	PRODUCCIÓN PROMEDIO /TOLVA	PROMEDIO/MINUTO
10/10/23	24,670	5	8.75	4934.00	9
11/10/23	29,275	5	8.75	5855.00	11
12/10/23	11,360	4	8.75	2840.00	5
13/10/23	8,455	5	8.75	1691.00	3
14/10/23	10,915	5	6.75	2183.00	5
16/10/23	17,315	4	9	4328.75	8
17/10/23	19,500	5	9	3900.00	7
18/10/23	24,050	5	9	4810.00	9
19/10/23	45,832	6	9	7638.67	14
20/10/23	30,180	5	9	6036.00	11
21/10/23	8,000	4	9	2000.00	4
23/10/23	25,600	5	9	5120.00	9
24/10/23	26,650	5	9	5330.00	10
25/10/23	22,100	6	9	3683.33	7
26/10/23	21,901	5	9	4380.20	8
TOTAL	325,803	4.93	131.75	66041.15	8

Fuente: Elaboración propia.

Noviembre 2023: Primera quincena.

La tabla 19 muestra toda la producción alcanzada en la primera quincena del mes de noviembre, en la cual se logró alcanzar un promedio de 9 bolsas por minuto, una bolsa más que la segunda quincena del mes de octubre.

Optimización de la capacidad de producción en la estación de Tolvas mediante estudio de tiempos y movimientos: Caso de la empresa TCO Group S de RL en Mérida, Yucatán.

Tabla 19: Producción de la segunda quincena del mes de noviembre.

FECHA	PRODUCCIÓN/DÍA	NUMERO DE TOLVAS	HORAS/DÍA	PRODUCCIÓN PROMEDIO /TOLVA	PROMEDIO/MINUTO
27/10/23	22,150	6	8.75	3691.67	7
30/10/23	25,706	6	8.75	4284.33	8
31/10/23	30,210	6	8.75	5035.00	10
1/11/23	28,923	6	8.75	4820.50	9
2/11/23	32,403	6	8.75	5400.50	10
3/11/23	31,230	6	8.75	5205.00	10
6/11/23	30,371	6	8.75	5061.83	10
7/11/23	32,283	6	8.75	5380.50	10
8/11/23	35,315	6	8.75	5885.83	11
9/11/23	12,640	6	8.75	2106.67	4
TOTAL	281,231	6	87.5	46871.83	9

Fuente: Elaboración propia.

Noviembre 2023: Segunda quincena.

La tabla 20 muestra la producción total de la segunda quincena del mes de noviembre en la cual se puede apreciar que hubo un incremento muy significativo ya que se alcanzó un promedio de 11 bolsas por minuto, es decir, dos bolsas más que la primera quincena del mismo mes. El incremento existente fue gracias a la adaptación de los operarios con respecto al nuevo método de trabajo.

Tabla 20: Producción de la segunda quincena del mes de noviembre.

FECHA	PRODUCCIÓN/DÍA	NUMERO DE TOLVAS	HORAS/DÍA	PRODUCCIÓN PROMEDIO /TOLVA	PROMEDIO/MINUTO
14/11/23	32,769	6	8.75	5461.50	10
15/11/23	33,007	6	8.75	5501.17	10
16/11/23	31,750	5	8.75	6350.00	12
17/11/23	25,560	4	8.75	6390.00	12
18/11/23	24,800	6	6.75	4133.33	10
22/11/23	29,920	5	8.75	5984.00	11
23/11/23	35,835	6	8.75	5972.50	11
24/11/23	30,212	5	8.75	6042.40	12
25/11/23	19,572	6	6.75	3262.00	8
TOTAL	263,425	5.44	74.75	48384.18	11

Fuente: Elaboración propia.

Diciembre 2023: Primera quincena.

En la tabla 21 se muestra la producción obtenida en la primera quincena del mes de diciembre en el cual se puede apreciar que hubo una disminución de una bolsa con respecto al promedio alcanzado en la segunda quincena del mes de noviembre, ya que solo se alcanzó un promedio de 10 bolsas por minuto. Cabe señalar que el cierre del proyecto se

Optimización de la capacidad de producción en la estación de Tolvas mediante estudio de tiempos y movimientos: Caso de la empresa TCO Group S de RL en Mérida, Yucatán.

dio en la primera quincena del mes de diciembre; no obstante, cabe hacer mención que los supervisores y auxiliares seguirán ejecutando el nuevo método.

Tabla 21: Producción de la segunda quincena del mes de noviembre.

FECHA	PRODUCCIÓN/DÍA	NUMERO DE TOLVAS	HORAS/DÍA	PRODUCCIÓN PROMEDIO /TOLVA	PROMEDIO/MINUTO
27/11/23	29,400	6	8.75	4900.00	9
28/11/23	27,550	5	8.75	5510.00	10
29/11/23	24,510	4	8.75	6127.50	12
30/11/23	20,930	4	8.75	5232.50	10
1/12/23	18,050	5	6.75	3610.00	9
4/12/23	29,448	6	8.75	4908.00	9
5/12/23	27,780	6	8.75	4630.00	9
7/12/23	13,229	4	6.75	3307.25	8
8/12/23	32,401	6	8.75	5400.17	10
9/12/23	21,850	4	6.75	5462.50	13
11/12/23	35,731	6	8.75	5955.17	11
TOTAL	280,879	5.09	90.25	55172.66	10

Fuente: Elaboración propia.

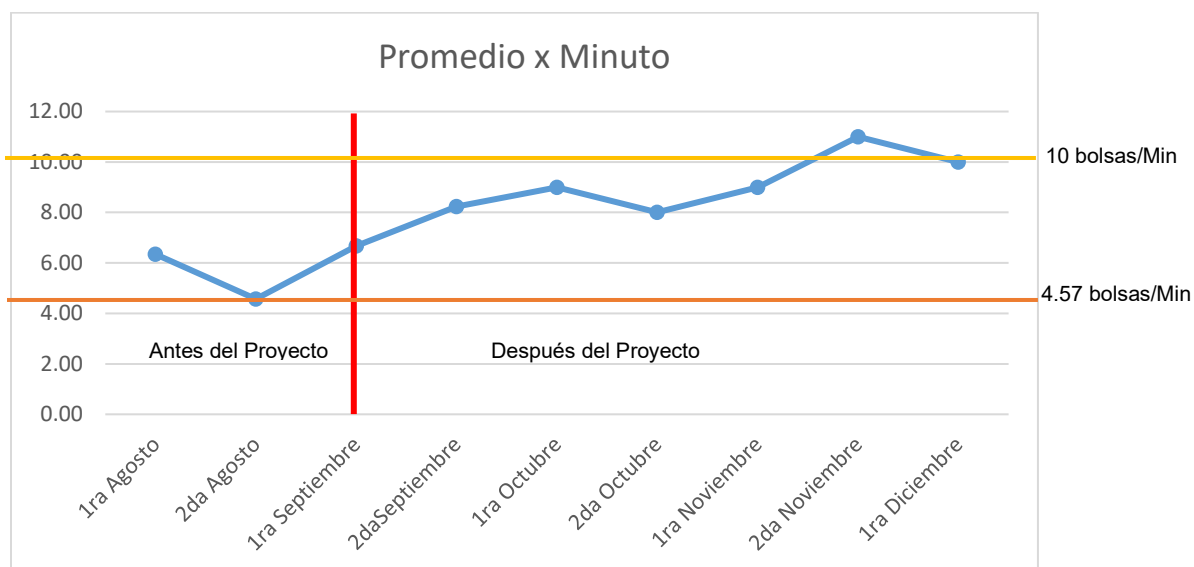


Ilustración 16: Bolsas producidas por minuto.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: La ilustración 16 muestra el promedio de bolsas producidas por minuto al cierre de cada quincena antes y después del proyecto. En ella se puede apreciar que el incremento de la producción fue creciendo de manera ascendente conforme los operarios se fueron adaptando al proceso. En otras palabras, esta grafica da a entender que conforme pasen los días, los operarios tendrán mejor adaptabilidad al proceso lo que significa que la capacidad de producción será más grande.

4.9. Control del nuevo método:

El control del proyecto se llevó a cabo por medio de un manual de operaciones en donde se plasma de manera concreta las actividades que deben de realizar los operarios de Tolvas, supervisores y auxiliares de mantenimiento.

Por otra parte, se utilizó un Check List por parte del supervisor y los auxiliares de la línea de producción, con el propósito de monitorear si el nuevo método estaba cumpliendo con los pronósticos diagnosticados.

Al terminar el proyecto se alcanzó un promedio de 11 bosas por minuto al cierre de cada quincena, esto implica que faltaron dos bosas para cumplir con el promedio plasmado en el proyecto, ya que este tiene como meta obtener un promedio de 13 bolsas por minuto.

Tabla 22: Estimación de producción.

ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN			
ESTADO ACTUAL		OBJETIVO	
1 min	11 bolsas	1 min	13 bolsas
1 hora	660 bolsas	1 hora	780 bolsas
Turno de 10 horas	34,650 bolsas	Turno de 10 horas	40,950
Observación: La línea de producción de la empresa TCO Group cuenta con 6 Tolvas dosificadoras las cuales trabajan 8.75 horas efectivas del turno de cada día.			

Capítulo 5

Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

En conclusión, los hallazgos de esta investigación respaldan la hipótesis de que la baja capacidad de producción en la estación de Tolvas de TCO Group S de RL está influenciada por la presencia de cuellos de botella en el proceso de empaque. A través de un análisis detallado de tiempos y movimientos, se identificaron áreas específicas de mejora que han contribuido significativamente a la comprensión de los problemas operativos en la estación.

El estudio reveló que ciertas actividades dentro del proceso de empaque consumen más tiempo del necesario, lo que afecta negativamente la eficiencia y la capacidad de producción. Sin embargo, mediante la implementación de estrategias de mejora recomendadas en este estudio, como la optimización de los flujos de trabajo y la redistribución de recursos, fue posible mitigar los cuellos de botella identificados.

Por lo tanto, se confirma que el análisis exhaustivo de tiempos y movimientos, junto con la aplicación de estrategias de mejora específicas, es fundamental para mejorar la capacidad de producción en la estación de Tolvas. Estas conclusiones proporcionan a TCO Group S de RL una base sólida para implementar cambios efectivos en su proceso de producción, lo que resultará en una mayor eficiencia operativa y una mejor capacidad para satisfacer la demanda del mercado."

Este hecho se puede apreciar con el promedio alcanzado durante la aplicación del proyecto, en el cual se alcanzó un promedio de 11 bolsas por minuto, logrando terminar cada turno de 10 horas con una producción de 34,650 bolsas aproximadamente.

Cabe recalcar que antes de la implantación del proyecto, la empresa tenía establecido una meta de producción (Target) de 28,620 bolsas por turno de 10 horas, en donde en la mayoría de los casos esta meta no se alcanzaba debido a la baja capacidad de producción de cada Tolva de la línea de producción.

Tabla 23: Producción antes y después del proyecto.

Meta de producción por día antes del proyecto		Producción obtenida después del proyecto	
1 minuto	9 bolsas	1 minuto	11 bolsas
1 hora	545 bolsas	1 hora	660 bolsas
Turno de 10 horas	28,620 bolsas	Turno de 10 horas	34,650 bolsas
Nota: Cabe resaltar que a pesar de que de que existe una diferencia de 6030 bolsas con respecto a la meta de producción antes de la implantación del proyecto, este mismo tiene como propósito alcanzar una producción de 40,950 bosas por turno.			

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: La tabla 23 muestra la producción que se tenía antes y después de la implementación del proyecto con el fin de aludir que el nuevo método aplicado fue eficiente, aceptando así la hipótesis como verdadera.

5.2. Recomendaciones

Como puntos de oportunidad a mejorar sobre el proyecto son siguientes:

- Se recomienda ser perseverante al momento de obtener los resultados del proyecto, debido a que todo método debe de tener como mínimo 6 meses de adaptación, en ese lapso de tiempo los operarios empezaran a desarrollar memoria muscular con respecto a las nuevas actividades que realizan.
- Se sugiere seguir haciendo mejoras en el proyecto, debido a que una línea de producción debe de estar siempre en mejora continua, siendo este el gran éxito de las grandes empresas.
- Se deben de capacitar a los operarios de Tolvas con el propósito de tener operadores técnicos, esto ayudaría a resolver problemas de fallas técnicas sin la necesidad de esperar a los auxiliares de mantenimiento.
- Debe de haber más participación por parte de los supervisores de producción, ya que ellos son los encargados de manejar y verificar que se cumplan las actividades del proceso al pie de la letra.

Bibliografía

- Álvarez, Y. (2018). *Evolución de la simulación de procesos industriales y su aplicación en la industria 4.0*.
- Amazon, I. (2019). *Informe Anual 2018*. Obtenido de Amazon Investor Relations.
- Bayerische Motoren Werke AG, (. (2021). *Informe Anual 2021*. Obtenido de BMW Group.
- Cuesta, M. (2019). *Gestión y Organización del Trabajo: Los Principios de Gilbreth en la Era Moderna*. España: Editorial Panamericana.
- García, J. A. (2019). *Incremento de la producción en la industria: Estrategias y técnicas para mejorar la eficiencia y competitividad*. España: Editorial Alfaomega.
- García, L. (2020). *Optimización del trabajo en equipo con Monday.com*. Editorial UOC.
- General Electric, C. (2019). *Informe Anual 2018*. Obtenido de GE Investor Relations.
- Gómez-Mejía, L. R. (2018). *Administración de recursos humanos*. México: Pearson Educación.
- Groover, M. P. (2018). *FUNDAMENTOS DE MANUFACTURA MODERNA. Materiales, procesos y sistemas*. México: McGRAW-HILL.
- Gupta, S. &. (2019). *Sistemas de Gestión de Producción y Operaciones*. Estados Unidos: CRC Press.
- Herrera, F. M. (2020). Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias. *Ciencia Administrativa*, 1-9.
- Hoffman, M. (2018). *Trello: La guía definitiva para gestionar proyectos y tareas*. Editorial Anaya.
- Kumar, S. &. (2018). *Gestión de Producción y Operaciones*. India : New Age International Publishers.
- Law, A. M. (2018). *Modelado y análisis de simulación (5ª ed.)*. Estados Unidos : McGraw-Hill Education.
- Martin, J. (2019). *Asana para la gestión eficiente de proyectos: Estrategias y mejores prácticas*. Editorial Alfaomega.
- Nestlé, S. (2020). *Informe de Creación de Valor Compartido y Sostenibilidad 2020*. Obtenido de Nestlé Global.
- Neto, F. M. (2021). LEAN MANUFACTURING: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos. *Library of Congress*, 1-194.
- Nof, S. Y. (2019). *Automatización y Robótica Industrial: Innovación y Desarrollo en la Nueva Era Tecnológica*. España: Editorial Universitaria Ramón Areces.
- Orozco, F. J. (2018). *ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA CALZADO LIWI*. Ambato – Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

- Ruiz, J. M. (2018). *Estadística Descriptiva: La Ciencia de los Datos*. España: Editorial Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Smith, J. D. (2019). *Análisis de movimientos y ergonomía en el diseño de puestos de trabajo: Principios y aplicaciones*. MADRID: Editorial ErgoPress.
- Toyota Motor, C. (2019). *Informe Anual 2019*. Obtenido de Toyota Global.
- Unda, L. M. (2019). *ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL ÁREA DE CONFECCIÓN PARA MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA IMPACTEX*. Ambato - Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

Anexos

Anexo 1. Formato para la medición de tiempo.

NUM. ACT.	DEFINICION	TIEMPO DE LAS ACTIVIDADES (SEG)										PROMEDIO
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
1	Tomar la bolsa											
2	Posicionar la bolsa en la tolva											
3	Verificar el peso											
4	Accionar la palanca											
5	Esperar el llenado											
6	Passar la bolsa por la selladora											
											TOTAL	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Calificación de la actuación.

HABILIDAD			ESFUERZO			
A	Habilísimo	+0.15	A	Excesivo	+0.15	
B	Excelente	+0.10	B	Excelente	+0.10	Habilidad. Es la eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operador.
C	Bueno	+0.05	C	Bueno	+0.05	
D	Medio	0.00	D	Medio	0.00	
E	Regular	-0.05	E	Regular	-0.05	Esfuerzo. Es la voluntad de trabajar, controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad.
F	Malo	-0.10	F	Malo	-0.10	
G	Torpe	-0.15	G	Torpe	-0.15	
CONDICIONES			CONSISTENCIA			Condiciones. Son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor) que afectan únicamente al operario y no aquellas que afectan la operación.
A	Buena	+0.05	A	Buena	+0.05	
B	Media	0.00	B	Media	0.00	
C	Mala	-0.05	C	Mala	-0.05	

Fuente: (Orozco, 2018)

Anexo 3. Suplementos constantes y variables.

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

Fuente: (Orozco, 2018)

Anexo 4: Plantilla para los tiempos observados.

LOCACIÓN:							
<i>Departamento:</i>					<i>Comienzo:</i>		
<i>ACTIVIDAD OBSERVADA:</i>					<i>Fin:</i>		
<i>Supervisado por:</i>					<i>Día:</i>		
Sujeto H / M	T. Observado			Valoración	T. Normal	Suplementos	T. Estándar
	1°	2°	3°				
1 =							
2 =							
3 =							
4 =							
5 =							
6 =							
7 =							
8 =							
9 =							
10 =							

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Manual de operaciones del nuevo Método.

- ❖ Síntesis del manual de operaciones del nuevo método:

(Tema:) Manual de procedimientos “Estandarización en el proceso de Tolvas de la línea de producción de la empresa TCO Group S de RL Mérida.			
(Ideas comunes:) ▪ Proceso general la línea de producción del empacado de cloruro de calcio para la absorción de humedad del medio ambiente. ▪ Proceso de la estación de Tolvas dosificadoras. ▪ Parámetros de los controladores lógicos de las Tolvas dosificadoras.			
(Ideas particulares:)			
Texto 1	Texto 2	Texto 3	Texto 4
La línea de producción cuenta con 7 estaciones de trabajo.	El proceso de la estación de Tolvas cuenta con 6 actividades.	Rangos mínimos y máximos de los parámetros de las Tolvas	Ejemplo de cómo modificar los parámetros de las Tolvas.

- **NOTA:** Para tener más información con respecto a este manual de operaciones de la empresa TCO Group, consultar la siguiente liga, en la cual se encuentra dicho manual:

<https://drive.google.com/file/d/1zAw-do2SmG0QYGzyD56XDCBYwW9Y5ut/view?usp=sharing>

Anexo 6: Check List de monitoreo.

LISTA DE CHEQUEO:		
Supervisor:		
	SI	NO
<i>Existen problemas en la producción.</i>		
<i>Se consigue llegar a la nueva meta.</i>		
<i>Se redujo la carga de los trabajadores</i>		
<i>Los trabajadores llegan a su requisito de producción diaria.</i>		
<i>Los productos mantienen su calidad.</i>		
<i>Aumento de la cantidad de productos</i>		
TOTAL		
Observaciones		

Fuente: Elaboración propia.