

Rediseño de Procesos de la Planta de Sustrato en Flores el Capiro S.A.

Trabajo para optar al título de
Ingeniero Industrial

Presentado

Carlos Andrés Álvarez Castaño

Directora:

Constanza Eugenia Posada Salazar

Magíster en Administración

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, tecnología e Ingeniería - ECBTI

Ingeniería Industrial

Medellín

2024

Página de Aceptación

Constanza Eugenia Posada Salazar

Director Trabajo de Grado

Jurado

Jurado

Medellín-2024

Dedicatoria

Agradezco profundamente a mi esposa que me acompaña siempre en cada paso que doy con su mano firme para extenderla cuando lo necesito y su voz alentadora para impulsarme a seguir haciendo que nuestros sueños se cumplan.

Agradecimientos

Agradezco a todos los docentes que intervinieron en mi proceso de formación personal y profesional a lo largo de este proyecto de vida que es pregrado, también a flores el Capiro por permitir poner en práctica lo aprendido en mi pregrado de ingeniería industrial.

Resumen

En el contexto de un mercado altamente competitivo, Flores el Capiro S.A. ubicada en el oriente antioqueño y líder mundial en la exportación de crisantemos con una producción anual significativa de 230 millones de tallos, enfrenta el desafío de incrementar su producción de sustrato, reducir los costos operativos y mejorar la calidad del sustrato para apoyar de manera integral otros procesos dependientes de esta materia prima.

La planta de sustrato ha experimentado recientemente una actualización en su maquinaria, superando las limitaciones asociadas con el equipo obsoleto. Con Este cambio no solo se espera mejorar la eficiencia general de la producción, sino que también, se vuelve esencial replantear las responsabilidades y enfoques laborales del personal del área para optimizar plenamente el rendimiento con los nuevos equipos

Durante la ejecución del proyecto, se usará metodologías clave, incluyendo el estudio de tiempo, la creación de indicadores de producción y la digitalización de la información vinculada a la producción. Estas herramientas serán fundamentales para establecer una unidad estándar en la planta, permitiendo así determinar la capacidad óptima mediante la sustitución de la maquinaria obsoleta.

Palabra clave: estandarizar, mejorar, optimizar.

Abstract

In the context of a highly competitive market, Flores El Capiro S.A. located in eastern Antioquia and a world leader in the export of chrysanthemums with a significant annual production of 260 million stems, faces the challenge of increasing its substrate production, reducing operating costs and improving the quality of the substrate to comprehensively support other processes dependent on this raw material.

The substrate plant currently operates with obsolete machinery, which limits both increased production and reduced costs; To address these challenges, the company recognizes the urgent need to modernize and optimize existing machinery, which will improve overall production efficiency and ensure substrate quality, thereby supporting its commitment to delivering premium products to its customers.

During the execution of the project, we will employ key methodologies, including time study, the creation of production indicators and the digitization of information linked to production. These tools will be essential to establish a standard unit in the plant, thus allowing optimal capacity to be determined by replacing obsolete machinery.

Keywords: standardize, improve, optimize.

Contenido

Lista de Tablas	11
Lista de Figuras.....	12
Introducción	14
Justificación	16
Objetivos	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos.....	18
Problema	19
Descripción del Problema	19
Planteamiento del Problema	20
Sistematización del Problema	21
Capacidad de Producción.....	22
Unidad Estándar.....	23
Indicadores de Control.....	23
Obsolescencia de la Maquinaria	24
Roles y Responsabilidades.....	25
Información Oportuna Sobre Producción	25
Toma de Decisiones.....	26
Capacitación de Colaboradores y Supervisores.....	27
Marco Teórico.....	29
Medición del Trabajo	29
Estudio de Tiempos.....	30

Estudio del Método	33
Fatiga.....	34
Que es la fatiga laboral	34
Otros Tipos de Fatiga.....	35
Síntoma de la Fatiga.....	37
Como la Ingeniería Industrial Puede Minimizar la Fatiga.....	38
Suplementos en Estudio de Tiempo.....	39
<i>¿Qué son los Suplementos?</i>	39
Tipo de Suplementos.....	40
Estudio de Movimientos	42
Principios de economía del Movimiento	43
Los Therbligs	44
Ergonomía.....	49
Sistema Musculo Esquelético	49
Trabajo de Pie y sus Efectos en la Salud	50
Movimientos Repetitivos y sus Factores de Riego	50
Manipulación Levantamiento y Transporte de Carga Manual	51
Efectos en la Salud Manipulación de Cargas.....	51
Productividad	52
Factores Internos Duros	52
Factores Internos Blandos.....	53
Factores Externos.....	54
Esquema de la Productividad.....	54

Indicadores Claves de Desempeño	55
Estado del Arte.....	57
Metodología	61
Diagnóstico Inicial	63
Descripción Diagnóstico Inicial.....	63
Evaluación Inicial del Proceso.....	64
Cuello de Botella.....	65
Ineficiencias en Proceso.....	66
Hallazgos Relacionados con Seguridad y Salud en el Trabajo.....	67
Hallazgos Relacionados con Mantenimiento.....	67
Análisis del Costo de la Producción	68
Eficiencia Operacional.....	69
Propuesta de Mejora	71
Estandarización de la Unidad Estándar.....	71
Métodos de Trabajo	71
Seguridad y Salud en el Trabajo	71
Implementación y Ejecución de Técnicas para de Mejoramiento Productivo.....	71
Control y Seguimientos de la Producción.....	72
Ejecución.....	73
Diagrama de Proceso Productivo Planta de Sustrato	73
Toma de Tiempo para Definir Unidad Estándar.....	73
Cálculo de Suplementos.....	74
Uso de Herramientas.....	75

	10
Uso de Elementos de Protección Personal.....	77
Unidad Producidas Mes Antes de Proyecto.....	78
Indicadores para el Control y Seguimiento de la Producción.....	79
Digitalización de la Producción.....	79
Resultados.....	81
Toma de Tiempo para Definir Unidad Estándar.....	81
Estrategias para Mejorar en La producción.....	86
Diagramas de Actividades Múltiples.....	88
Diagrama de actividad múltiple inicial.....	88
Diagrama de actividad múltiple Propuesta.....	89
Diagrama de actividad múltiple Mejorado.....	94
Análisis del Resulta de Unidades Producidas.....	96
Optimización Costo de la Planta Año.....	97
Conclusiones.....	103
Recomendaciones.....	104
Referencia Bibliográficas.....	105

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Descripción Inicial del proceso.</i>	63
Tabla 2 <i>Descripción Inicial de las etapas del proceso productivo</i>	64
Tabla 3 <i>Descripción Inicial de cuellos de botella</i>	65
Tabla 4 <i>Ineficiencias halladas en proceso productivo</i>	66
Tabla 5 <i>Hallazgos relacionados con Seguridad y salud en el trabajo (SST).</i>	67
Tabla 6 <i>Hallazgos relacionados con mantenimiento.</i>	67
Tabla 7 <i>Producción en Kilogramos antes de iniciar proyecto.</i>	69
Tabla 8 <i>Toma de Tiempos en segundos y valoración.</i>	74
Tabla 9 <i>Cálculo de Suplementos Etapa 1</i>	74
Tabla 10 <i>Cálculo de Suplementos Etapa 2</i>	75
Tabla 11 <i>Toma de tiempos en segundos por # de palada cargadas en tolva.</i>	76
Tabla 12 <i>Estado de las unidad producidas antes de iniciar proyecto de cambio de maquinaria.</i>	78
Tabla 13 <i>Resultado calculo unidad estándar</i>	81
Tabla 14 <i>Resultado unidad estándar por etapa</i>	82
Tabla 15 <i>Toma de tiempos en segundos por # de palada cargadas en tolva.</i>	84
Tabla 16 <i>Toma de tiempos en segundos por # de palada cargadas en tolva con relevo de 4 horas</i>	84
Tabla 17 <i>Calculo ahorro de energía eléctrica kW</i>	92
Tabla 18 <i>Resultados obtenidos, eficiencia en unidades producidas.</i>	96
Tabla 19 <i>Análisis del resultado de optimización costo de la planta.</i>	97
Tabla 20 <i>Costo implementación mejoras.</i>	97

Lista de Figuras

Figura 1 <i>línea de tiempo que describe el estudio de tiempos y movimientos</i>	29
Figura 2 <i>Medida del trabajo.</i>	30
Figura 3 <i>Esquema de Suplementos.</i>	40
Figura 4 <i>Modelo esquema de productividad.</i>	55
Figura 5 <i>Exportaciones de flores en la última década en Colombia.</i>	59
Figura 6 <i>Planteamiento de la metodología.</i>	61
Figura 7 <i>Análisis porcentual del estado del costo unitario.</i>	69
Figura 8 <i>Gráfico análisis de Producción en kilogramos antes de iniciar proyecto.</i>	70
Figura 9 <i>Diagrama de proceso productivo planta de Sustrato.</i>	73
Figura 10 <i>Análisis uso de la herramienta al cargar tolva.</i>	76
Figura 11 <i>Contextualización del ejercicio práctico.</i>	76
Figura 12 <i>Análisis del uso de elementos de protección personal.</i>	77
Figura 13 <i>Producción en toneladas.</i>	78
Figura 14 <i>Formato para registro de producción.</i>	80
Figura 15 <i>Uso de herramientas etapa 1 – etapa 2.</i>	83
Figura 16 <i>Análisis de la reducción % en minutos con el relevo de labor.</i>	84
Figura 17 <i>Uso de los Elementos de protección.</i>	86
Figura 18 <i>Diagrama de actividad múltiple inicial.</i>	88
Figura 19 <i>Diagrama de actividad múltiple propuesta.</i>	89
Figura 20 <i>Evidencia mejora etapa 1</i>	90
Figura 21 <i>Evidencia mejora etapa 2</i>	91
Figura 22 <i>Piloto con 3 entradas de aire.</i>	93

Figura 23 <i>Diagrama de actividades múltiple mejorado</i>	95
Figura 24 <i>Unidades producidas antes del proyecto y su resultado.</i>	97
Figura 25 <i>Formato para registro de producción.</i>	100
Figura 26 <i>Proceso mejorado de la captura y visualización de datos.</i>	100
Figura 27 <i>Proceso de solicitud del sustrato antes de proyecto.</i>	101
Figura 28 <i>Proceso mejorado de la solicitud de sustrato.</i>	101

Introducción

En el dinámico escenario de la producción de sustrato, la necesidad de mantenerse a la vanguardia tecnológica es imperativa para garantizar eficiencia, competitividad y calidad. Este trabajo de grado se centra en una problemática que afecta directamente a la planta de sustrato de la compañía Flores el Capiro S.A. quien cuenta con una producción anual de 230 millones tallos de crisantemos y es esta planta que proporciona la materia prima que es el sustrato para la siembra de los crisantemos.

El propósito fundamental de este proyecto es optimizar plenamente el impacto del cambio de maquinaria en la planta, buscando mejorar tanto la producción como las condiciones laborales de los colaboradores. Se reconoce que la modernización desempeña un papel crucial para impulsar la eficiencia, lo que, a su vez, contribuirá a una mejora significativa en la capacidad de producción. Este proyecto no se limita simplemente a la sustitución de equipos obsoletos; además, implica la realización de un análisis exhaustivo mediante la toma de tiempos y establecimiento de una unidad estándar para la nueva maquinaria.

Adicionalmente, busca implementar medidas estratégicas como la creación de indicadores de producción, la digitalización de la información y mejoras en los flujos del proceso. Estas acciones están diseñadas con el claro propósito de aumentar la producción, reducir los costos operativos y, en última instancia, posicionar a la planta de sustrato en un nivel de competitividad más alto.

La aplicación de teorías sólidas nos ha conducido hacia un proceso de transformación significativa. Al explorar y comprender a fondo los fundamentos teóricos que respaldan nuestras decisiones, hemos desencadenado un cambio profundo en nuestra forma de abordar los desafíos y oportunidades que se nos presentan. La teoría, al proporcionar un marco conceptual y

herramientas analíticas, ha actuado como el motor impulsor detrás de nuestras acciones transformadoras. Nos ha llevado a cuestionar suposiciones arraigadas, a explorar nuevas vías de pensamiento y a adoptar enfoques innovadores para resolver las oportunidades de mejora que enfrenta la planta de sustrato.

Justificación

En un entorno global altamente competitivo, la optimización de costos y el aumento de la eficiencia operativa son imperativos para mantener y fortalecer la ventaja competitiva. Flores el Capiro, comprometida con la excelencia, la innovación y mejoramiento continuo, se encuentra en constante búsqueda de oportunidades y soluciones para mejorar sus procesos de producción y responder a los desafíos que presenta el ciclo de vida del crisantemo.

La oportunidad estratégica identificada en la planta de sustrato refleja el firme compromiso de la compañía con el crecimiento y la implementación de prácticas innovadoras. En consonancia con la búsqueda constante de mejoras y la adopción de procesos avanzados que hacen del sustrato un componente esencial en la planta, la modernización de dicha instalación se presenta como un paso crucial. Dado que el sustrato constituye la base esencial para el cultivo inicial de crisantemo, este cambio no solo busca aumentar cuantitativamente la producción si no también aportar a los nuevos proyectos que afronta la compañía en los cual el sustrato es materia prima.

Con el objetivo de garantizar la entrega oportuna y eficiente del sustrato, la empresa se embarca en un proceso integral de modernización y optimización. Este enfoque no solo impulsa el aumento de la producción y la expansión de la superficie de cultivo, sino que también fortalece el compromiso de Flores el Capiro de proporcionar productos de primera calidad a sus clientes.

Para alcanzar estos objetivos, se reconoce la necesidad de invertir tiempo en la revisión detallada de flujos, toma de tiempo, la identificación de cuellos de botella y la capacitación del personal. Además, se busca establecer una capacidad de producción más eficiente y mejorar el flujo de información en la planta.

En consonancia con las tendencias de la Industria 4.0, se contempla la integración de tecnologías avanzadas, en particular, el desarrollo de una aplicación especializada que utilice los principios del Internet de las cosas (IoT) para la supervisión en tiempo real de la producción. Esta integración tecnológica no solo proporcionará una visión completa de los datos de producción, sino que también permitirá una toma de decisiones ágil y precisa, así como la identificación proactiva de posibles problemas en el proceso de producción.

Este proyecto de modernización de la planta de sustrato no solo responde a una necesidad operativa, sino que también se alinea estratégicamente con los objetivos de crecimiento, eficiencia, calidad, innovación, mejora continua y no menos importante la optimización del recurso y la mejora en el costo de Flores el Capiro en un mercado global altamente dinámico.

Objetivos

Objetivo General

Rediseñar el proceso de producción de la planta de sustrato a partir de la definición de la unidad estándar, en la empresa Flores El Capiro S.A

Objetivos Específicos

Realizar un diagnóstico para conocer el estado actual de la planta de producción y evaluar las estrategias específicas de ingeniería industrial acordes a la posible solución de problema descrito.

Definir estrategias de mejora que respalden la modernización de la maquinaria, con el objetivo de incrementar la eficiencia, reducir costos, y lograr la integración con otros demás procesos dependientes del sustrato como materia prima.

Definir indicadores de gestión para la planta de producción de tal forma que se garantice el control y seguimiento de los procesos.

Evaluar los resultados obtenidos a partir de la ejecución de la propuesta de mejora que se describirá en este proyecto.

Problema

Descripción del Problema

Flores el Capiro, líder mundial en la exportación de crisantemos con un volumen anual de 230 millones de tallos, se encuentra en la encrucijada de la innovación. A pesar de su posición destacada en el mercado, la empresa reconoce la urgencia de mejorar la planta de producción de sustrato para enfrentar los desafíos venideros y mantener su prominencia global.

El sustrato es la base principal del desarrollo radicular de la planta en este es donde se siembra es el esqueje y por tanto hace que sea uno de los primeros eslabones del proceso productivo del crisantemo.

Se reconoce que el sustrato no solo es una materia prima esencial para el proceso de cultivo de crisantemos, sino también una base fundamental para el éxito continuo de toda la cadena de producción y sus nuevos proyectos. Este planteamiento refleja la ambición de Flores el Capiro de evolucionar con los tiempos, destacando la importancia de la modernización en un sector tan dinámico y competitivo como la exportación de flores.

En este contexto, la planta de producción de sustrato emerge como un componente esencial de la cadena de suministro, pero enfrenta una barrera crítica: su maquinaria obsoleta. Esta limita el aumento de la producción, sino que también impide la reducción de los costos, obstaculizando así la tan necesaria optimización e innovación. Teniendo en cuenta que Flores el Capiro decide cambiar la maquinaria y no repararla por su avanzado deterioro se vuelve imperativa la oportunidad de impulsar una producción de sustrato más eficiente, con la meta clara de potenciar la productividad y reducir los costos operativos.

Este cambio también resalta la importancia de reducir costos y aumentar la capacidad de producción, partiendo de la base sólida de la ergonomía y el cuidado del colaborador. La

inversión en tecnología moderna no solo busca mejorar la eficiencia operativa, sino también crear un entorno de trabajo más seguro y saludable para el personal; al priorizar el bienestar de sus colaboradores, Flores el Capiro no solo fortalece su capacidad productiva, sino que también se posiciona como un empleador comprometido con la calidad de vida laboral y el rendimiento sostenible a largo plazo.

Con el nuevo equipamiento, se abre la puerta para establecer una sólida unidad estándar, mejorar en los movimientos al ejecutar las actividades, implementar indicadores clave de rendimiento que permitan monitorear y mejorar continuamente nuestros procedimientos. Además, la actualización de la maquinaria elimina uno de los mayores cuellos de botella, allanando el camino para una producción más eficiente. Aprovecharemos este cambio para clarificar los roles y responsabilidades, promoviendo una estructura organizativa más eficaz y ágil.

Este conjunto de variables no resueltas representa un déficit crítico en lo necesaria para abordar con éxito los nuevos proyectos relacionados con el buen funcionamiento de la planta de producción.

La resolución de estos problemas se torna importante para permitir que la empresa avance con eficacia en todos los proyectos que se desarrollen a lo largo de la cadena de suministros y que tiene en el sustrato como su piedra angular.

Planteamiento del Problema

¿Cómo puede Flores el Capiro superar de manera efectiva las barreras críticas de la situación actual y destacar la urgencia de implementar soluciones integrales para mejorar

la de capacidad de producción, la ausencia de una unidad estándar, la carencia de indicadores para controlar procedimientos, la obsolescencia de la maquinaria que genera cuellos

de botella, la falta de roles y responsabilidades claros, la información tardía sobre la producción, la dificultad en la toma de decisiones acertadas y la carencia de capacitación tanto en colaboradores como en supervisores?

Sistematización del Problema

Para abordar la pregunta planteada sobre cómo superar las barreras identificadas, es esencial realizar una sistematización completa del problema, obteniendo información detallada y específica sobre varios aspectos clave de la operación de la planta de sustrato. Este proceso implica una exhaustiva evaluación de diversos elementos que influyen en la eficiencia y rendimiento del sistema.

En primer lugar, se debe realizar un análisis detallado de la maquinaria recientemente implementada, identificando sus características técnicas, capacidades y limitaciones. Es crucial comprender cómo estas nuevas adiciones han impactado en los procesos de producción y en la calidad del sustrato.

Además, la sistematización del problema también debe incluir un estudio detallado de los procedimientos operativos actuales en aras de realizar un buen estudio de tiempo para definir la unidad estándar, esto implica examinar la secuencia de pasos o etapas involucrados en la producción de sustrato, desde la recepción de materias primas hasta la entrega del producto final en cada una de estas se tendrá que tomar tiempos, definir suplementos, uso de elementos de protección personal, movimientos e identificar posibles cuellos de botella o ineficiencias en la ejecución de la labor dando paso al análisis de cómo se asignan las tareas, el nivel de capacitación del personal y la utilización de la maquinaria en relación con los objetivos de producción.

Es importante también analizar el flujo de información y la manera como se puede integrar indicadores de control y seguimiento que permitan generar información en tiempo real de manera precisa y rápida para la toma de decisiones.

Como es descrito la sistematización del problema implica hacer inmersión en los siguientes ítems:

Capacidad de Producción

Conocer la capacidad actual y la proyección de producción de la planta de sustrato es un aspecto crítico para la gestión eficiente y el éxito a largo plazo. La capacidad de producción actual proporciona información valiosa para la planificación estratégica, permitiendo a la planta evaluar su capacidad actual para satisfacer la demanda del de las fincas (*centros de producción Siembra de crisantemo*) a partir de la definición de la unidad estándar que será el objetivo principal de este proyecto, esto es fundamental para evitar subutilización o sobrecarga de recursos, ya que la optimización de la asignación de mano de obra, materias primas y maquinaria es esencial para una operación eficiente y rentable.

Este conocimiento también es crucial para cumplir con compromisos de entrega en las fincas requirentes del sustrato evitando retrasos en la cadena de suministros del proceso productivo de siembra de crisantemo.

Entender la capacidad de producción actual, permitiendo mejoras específicas para aumentar la eficiencia y evitar limitaciones en la capacidad productiva. Además, la proyección de producción es esencial para desarrollar estrategias de crecimiento a largo plazo, orientando decisiones sobre inversiones en expansión, la introducción de nuevas líneas de productos o la exploración de nuevos mercados.

En última instancia, gestionar eficientemente la capacidad de producción no solo contribuye a la eficiencia operativa, sino que también mejora la competitividad de la planta.

Unidad Estándar

La unidad estándar Permite medir la productividad y eficiencia de líneas de producción o equipos dentro de la planta, también establece una referencia común para evaluar el rendimiento y detectar áreas de mejora.

Facilita la asignación eficiente de recursos, como mano de obra, materiales, identifica desviaciones en el rendimiento y la eficiencia.

Si el rendimiento de una unidad no cumple con el estándar establecido, se pueden tomar medidas correctivas para mejorar los procesos y alcanzar los objetivos de producción.

Al tener una unidad estándar claramente definida, se puede calcular con precisión la cantidad de recursos necesarios para producir una determinada cantidad de productos o completar una tarea específica.

la definición de la unidad estándar es fundamental para mejorar la eficiencia operativa, optimizar recursos, identificar áreas de mejora y facilitar la planificación y programación de la producción dentro de la planta.

Indicadores de Control

La implementación de indicadores de rendimiento, especialmente aquellos que abordan aspectos como la eficiencia de producción y el control de desperdicios, desempeña un papel fundamental en el funcionamiento de una planta de sustratos o cualquier instalación de producción.

Estos indicadores ofrecen una visión detallada de la eficiencia operativa, permitiendo la identificación y corrección de áreas con potencial de mejora; la medición del rendimiento de

producción no solo contribuye a optimizar el uso de recursos, sino que también ayuda a cuantificar y controlar el desperdicio de materiales, aspecto crucial para reducir costos y promover prácticas sostenibles.

Además, La disponibilidad de datos objetivos provenientes de estos indicadores no solo facilita la toma de decisiones informada, sino que también proporciona una base sólida para la mejora continua.

Es importante también la fijación de metas y la alineación con objetivos estratégicos, la planta puede trabajar hacia la excelencia operativa y optimización de costos, todo ello respaldado por una evaluación constante del rendimiento.

Obsolescencia de la Maquinaria

Antes de proceder con la instalación de la nueva maquinaria que reemplazará a la antigua, es crucial llevar a cabo un análisis exhaustivo de la maquinaria existente. Este proceso de evaluación no solo proporciona una comprensión detallada de las deficiencias y limitaciones de la maquinaria antigua, sino que también revela oportunidades de mejora que podrían ser abordadas antes de la implementación de la nueva tecnología. Identificar posibles mejoras, ya sea mediante la actualización de componentes específicos, la optimización de procesos o la implementación de tecnologías más eficientes, no solo maximizará el rendimiento de la maquinaria existente, sino que también contribuirá a una transición más fluida hacia la nueva instalación. Este enfoque proactivo no solo optimiza la eficiencia operativa, sino que también garantiza una inversión informada y estratégica en la nueva maquinaria, al abordar las deficiencias existentes y capitalizar las oportunidades de mejora identificadas.

Roles y Responsabilidades

Es importante que colaboradores tengan roles y responsabilidades claramente definidos, en una organización radica en diversos aspectos fundamentales:

En primer lugar, esta claridad promueve la eficiencia operativa al evitar la duplicación de esfuerzos y asegurar una distribución adecuada de tareas, optimizando así la productividad general.

En segundo lugar, facilita la coordinación efectiva entre los diferentes departamentos y equipos, mejorando la colaboración y la consecución de metas compartidas.

A demás la definición clara de roles también agiliza la toma de decisiones, ya que cada colaborador sabe a quién acudir para obtener información específica o la aprobación necesaria.

La responsabilidad individual se fortalece, ya que la comprensión clara de las responsabilidades de cada uno fomenta un sentido de compromiso y contribución al éxito organizacional.

Por último, contribuye a la prevención de conflictos, ya que reduce la ambigüedad y previene malentendidos, malinterpretaciones y disputas, promoviendo así un ambiente de trabajo más armonioso y colaborativo.

tener roles y responsabilidades claramente definidos es esencial para el funcionamiento efectivo de los equipos y la consecución exitosa de los objetivos organizacionales.

Información Oportuna Sobre Producción

El análisis de los sistemas de recopilación, comunicación y socialización de datos actuales es fundamental debido a varias razones clave. En primer lugar, proporciona una evaluación crítica de la eficiencia y efectividad de los métodos existentes, identificando posibles

áreas de mejora. Esto puede incluir la detección de cuellos de botella, redundancias o ineficiencias en el proceso de recopilación de datos.

La implementación de sistemas que permitan la obtención de información en tiempo real es esencial para mantenerse ágil y competitivo en entornos empresariales dinámicos. La toma de decisiones informada y oportuna depende en gran medida de la disponibilidad de datos precisos y actualizados. Los sistemas que proporcionan información en tiempo real permiten a las organizaciones adaptarse rápidamente a cambios en el entorno, identificar oportunidades y abordar desafíos de manera proactiva.

Además, la implementación de sistemas en tiempo real también mejora la capacidad de respuesta a eventos críticos o emergencias, ya que los datos se actualizan instantáneamente, permitiendo una toma de decisiones rápida y precisa.

Toma de Decisiones

- Evaluación de los procesos de toma de decisiones actuales.
- Implementación de herramientas que faciliten la toma de decisiones basada en datos.

La integración de herramientas como Power Apps y Power BI de la plataforma Power Platform de Office 365, en consonancia con los principios de la Industria 4.0, proporciona beneficios sustanciales para la toma de decisiones en las organizaciones. En primer lugar, Power Apps permite la creación rápida de aplicaciones personalizadas, permitiendo a los usuarios automatizar procesos específicos y adaptar las soluciones a las necesidades cambiantes del entorno empresarial. Esto facilita la recopilación eficiente de datos en tiempo real, esencial para una toma de decisiones ágil y adaptativa.

En cuanto a Power BI, su capacidad avanzada de análisis y visualización de datos permite a los usuarios crear informes interactivos y paneles dinámicos. Esta visualización clara y

comprensible de los datos facilita la identificación de patrones, tendencias y áreas de mejora, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones estratégicas. Además, al operar en tiempo real, estas herramientas permiten a los líderes de la organización acceder a información actualizada y relevante, mejorando la capacidad para responder rápidamente a cambios en la planta, demanda del cliente.

la combinación de Power Apps y Power BI, dentro del marco de la Industria 4.0, transforma la toma de decisiones al proporcionar acceso a datos en tiempo real, capacidades analíticas avanzadas y la flexibilidad necesaria para adaptarse de manera proactiva a un entorno empresarial dinámico. Esto resulta en decisiones más informadas, eficientes y estratégicamente alineadas con los objetivos organizacionales.

Capacitación de Colaboradores y Supervisores

la formación en la labor contribuye directamente a la mejora de la eficiencia operativa al asegurar que los empleados estén debidamente capacitados en el uso de equipos y en la ejecución de procesos específicos. Esta formación no solo optimiza la productividad, sino que también reduce el riesgo de errores y mejora la calidad de los productos.

Además, la capacitación desempeña un papel fundamental en la promoción de la seguridad en el lugar de trabajo. Un personal bien capacitado está más consciente de los procedimientos de seguridad, lo que reduce la probabilidad de accidentes y lesiones laborales. Esto no solo protege a los trabajadores, sino que también preserva la integridad de los procesos de producción y los equipos.

La capacitación también fomenta el desarrollo profesional y la adaptabilidad de los colaboradores frente a cambios tecnológicos y metodológicos en la industria. Un personal

capacitado está mejor equipado para aprovechar nuevas tecnologías, mejorar la eficiencia y contribuir a la innovación en la planta de producción.

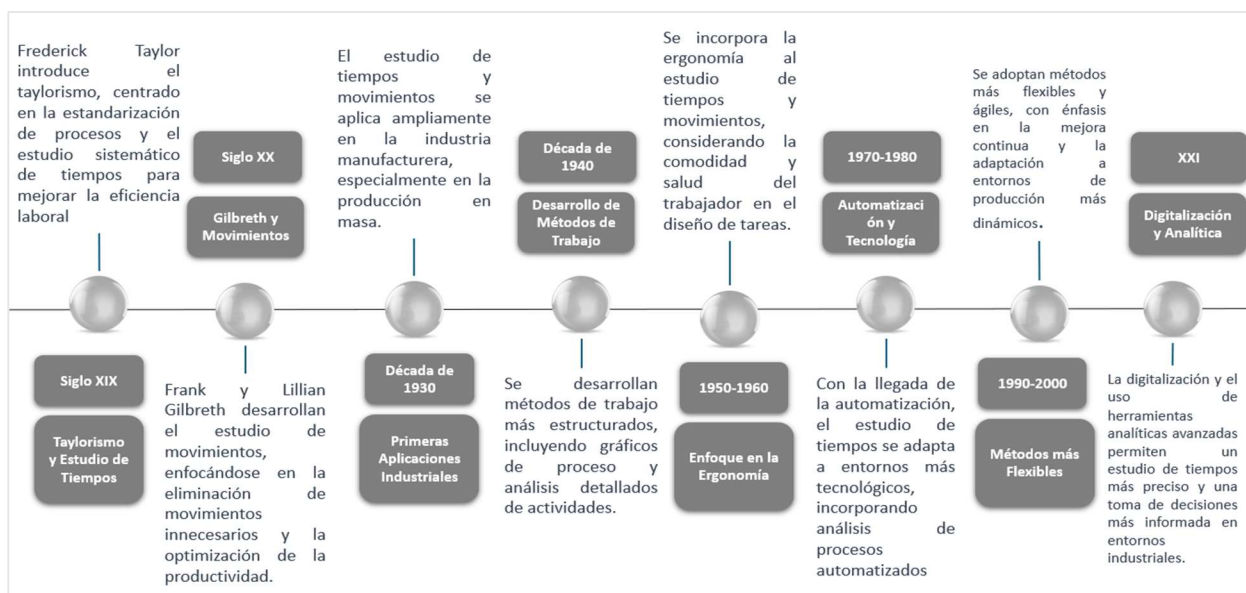
Adicionalmente, la formación de supervisores es esencial para garantizar una gestión efectiva de equipos y procesos. Los supervisores capacitados son más eficientes en la toma de decisiones, la resolución de problemas y la gestión de conflictos, lo que contribuye a un liderazgo sólido y a un ambiente de trabajo más armonioso.

Marco Teórico

A continuación, se hace referencia al marco teórico del proyecto, donde se encuentran los antecedentes de esta, las generalidades a cerca del estudio de tiempos, métodos, ergonomía, productividad, indicadores de medición y transformación digital con el fin de dar un mejor contexto al tema tratado.

Figura 1

línea de tiempo que describe el estudio de tiempos y movimientos



Fuente. Propia a partir de Kanawaty (1996)

Medición del Trabajo

La medición del trabajo constituye una herramienta fundamental en la gestión eficiente de recursos y la mejora continua en entornos laborales. A través de una evaluación precisa de las tareas y procesos laborales, se logra una comprensión detallada de los tiempos y esfuerzos involucrados, permitiendo identificar áreas de oportunidad para aumentar la eficiencia y optimizar la productividad. La medición del trabajo no solo proporciona una base objetiva para la asignación de recursos y la planificación estratégica, sino que también fomenta la equidad

laboral y contribuye a la creación de entornos seguros y saludables. En última instancia, esta práctica es esencial para garantizar operaciones efectivas, promover el bienestar de los trabajadores y mantener la competitividad en un panorama empresarial dinámico.

La organización internacional del trabajo (OIT) define la medición del trabajo como “la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida” (Kanawaty, 1996, pág. 253).

Figura 2

Medida del trabajo.



Fuente. Tomado Kanawaty 1996, pág.256

Estudio de Tiempos

Según Kanawaty (1996) “El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajos correspondientes a los elementos de una tarea definida” (Pág. 273)

Según Hodson (1998) “Es 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”. (Pág. 188)

El estudio de tiempos 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 tiempo se lleva a cabo cuando:

- a) Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- b) Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo que insume una operación.
- c) Surgen demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- d) Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- e) Se detectan bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna maquina o grupo de máquinas. (Quinto de la cruz , 2018, pág. 49)

El estudio de tiempo es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuado en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución establecida. (Kanawaty, 1996, pág. 273)

En tanto La realización de un estudio de tiempos se erige como una práctica esencial en entornos laborales, ofreciendo beneficios sustanciales tanto para empleadores como para trabajadores. Este proceso sistemático de medir, analizar y establecer tiempos estándar para

tareas específicas no solo proporciona una comprensión detallada de los procesos de trabajo, sino que también permite identificar áreas de mejora en la eficiencia y productividad.

Seguir los pasos delineados por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en la realización de estudios de tiempos garantiza la uniformidad y la objetividad en la recopilación de datos, promoviendo así la equidad y la transparencia. La estandarización propuesta por la OIT no solo facilita la comparación entre distintos estudios y entornos laborales, sino que también contribuye a la implementación efectiva de medidas para mejorar las condiciones de trabajo, optimizar los recursos y promover la salud y seguridad laboral.

Según Kanawaty (1996) Son estas entonces las 8 etapas a tener en cuenta:

- “Obtener y registrar toda la información posible acerca de las tareas, del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo”
- “registrar una descripción completa del método descomponiendo la operación en elementos”.
- “Examinar ese desglose para verificar si se está utilizando los mejores métodos y movimientos y determinar el tamaño de la muestra”
- “Medir el tiempo con un instrumento apropiado, generalmente cronometro, y registrar el tiempo invertido por el operario en llevar a cabo cada elemento de la operación”
- “Determinar simultáneamente la velocidad efectiva del operario por correlación con la idea que tenga el analista de lo que de ser el ritmo tipo
- “Convertir los tiempos observados en tiempos básicos”.
- Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación”.
- “Determinar el tiempo tipo propio de la operación”. (pág. 293)

Estudio del Método

El estudio del trabajo o estudio del método tiene dos técnicas fundamentales: el estudio de métodos y la medición del trabajo (dentro de la cual se encuentra el estudio de tiempos y el muestreo del trabajo).

Otros autores como Niebel en su obra Ingeniería industrial: métodos, tiempos y movimientos menciona que el concepto estudio de métodos suele ser utilizado como sinónimo de análisis de operaciones y simplificación del trabajo. (Niebel , 2009)

El método Es la técnica para eliminar desperdicios de mano de obra, máquinas, materiales, instalaciones, y dinero. busca eficacia, eficiencia, productividad y rentabilidad de las empresas, los directivos, los profesionales y el recurso humano en general.

Los movimientos por su parte son todas las acciones del cuerpo humano que implique reacción musculoesquelética.

Y los tiempos son el indicador para monitorear el desempeño de las personas y/o maquinas

Es estudio de métodos busca mejorar las variables que afectan el rendimiento y estas son algunas de ellas:

- Movimientos realizados por el colaborador
- Tiempos de operación.
- Mal procedimientos al ejecutar la actividad.
- Equipo y herramientas utilizadas.
- Localización de los lugares con los que deben interrelacionarse.
- Puestos de trabajo.
- Preparación de las actividades.

- Abastecimientos oportunos.
- Tipo de dirección.
- Calidad
- Ambiente.

Fatiga

Que es la fatiga laboral

La fatiga laboral se refiere a la sensación de cansancio físico, mental o emocional que resulta de la realización de actividades laborales. Se manifiesta como una disminución en la capacidad de concentración, irritabilidad, falta de energía, dificultad para tomar decisiones y una sensación general de agotamiento.

La fatiga laboral puede ser causada por una variedad de factores, que incluyen largas horas de trabajo, falta de descanso adecuado, estrés laboral, ambientes laborales poco saludables, monotonía en las tareas, entre otros. Además, las exigencias físicas y mentales del trabajo pueden contribuir a la fatiga.

La fatiga laboral no solo afecta el desempeño laboral y la productividad, sino que también puede tener consecuencias negativas para la salud física y mental de los trabajadores si no se aborda adecuadamente. Por lo tanto, es importante que los empleadores promuevan un ambiente laboral saludable, fomenten el equilibrio entre el trabajo y la vida personal, y proporcionen oportunidades para el descanso y la recuperación.

La fatiga prolongada puede tener efectos adversos en la salud y seguridad de los trabajadores. Identificar y cuantificar la fatiga en un estudio de tiempos permite implementar medidas preventivas para minimizar riesgos asociados y garantizar un entorno de trabajo más seguro.

Es importante traer a colación la definición que le da la OIT a la fatiga laboral y la define como “cansancio físico y/o mental, real o imaginario que reduce la capacidad de trabajo de quien lo siente”. (Kanawaty, 1996, pág. 338)

La fatiga puede influir en la velocidad y precisión con la que se realizan las tareas. Incluir la fatiga en el estudio de tiempos ayuda a obtener estimaciones más realistas y precisas sobre el tiempo requerido para completar las tareas, considerando variaciones en el rendimiento debido a la fatiga.

Sin embargo, como se indicó anteriormente, es de suma importancia comprender otros tipos de fatiga que también pueden afectar a las personas, teniendo un impacto transversal en su desempeño laboral.

Otros Tipos de Fatiga

Fatiga Física. Se refiere al agotamiento de los recursos físicos del cuerpo. Puede ser el resultado de actividades extenuantes, falta de sueño, mala alimentación, o enfermedades físicas. La fatiga física puede manifestarse como debilidad muscular, falta de energía y dificultad para realizar tareas físicas.

Fatiga Mental. Implica un agotamiento de los recursos mentales y cognitivos. Puede ser causada por la realización de tareas que requieren concentración y esfuerzo mental durante largos períodos, estrés, falta de sueño, o problemas emocionales. La fatiga mental puede afectar la capacidad de concentración, la toma de decisiones, la memoria y el rendimiento cognitivo en general.

Fatiga Emocional. Se refiere al agotamiento de las reservas emocionales de una persona. Puede ser el resultado de situaciones estresantes, conflictos interpersonales, sobrecarga

emocional o trauma. La fatiga emocional puede manifestarse como irritabilidad, apatía, ansiedad, depresión y falta de motivación.

Fatiga Visual. Ocurre cuando los ojos están sometidos a un esfuerzo excesivo, como leer en condiciones de poca luz, trabajar durante largos períodos frente a una pantalla de computadora, o exposición prolongada a luces brillantes. La fatiga visual puede provocar ojos secos, visión borrosa, dolor de cabeza y dificultad para enfocar.

Fatiga por Falta de Sueño. Es el resultado de no dormir lo suficiente o tener un sueño de mala calidad. Puede tener un impacto significativo en el estado de alerta, la concentración, el estado de ánimo y la salud en general.

Estos son solo algunos de los tipos de fatiga más comunes, y es importante reconocer sus signos y síntomas para poder abordarlos adecuadamente y prevenir problemas de salud y rendimiento laboral.

Los diferentes tipos de fatiga pueden influir significativamente en el desempeño laboral de una persona de diversas maneras:

Disminución del Rendimiento. La fatiga física y mental puede reducir la capacidad de realizar tareas laborales de manera eficiente y precisa. La falta de energía física puede hacer que las tareas que requieren esfuerzo físico sean más difíciles de completar, mientras que la fatiga mental puede afectar la concentración, la toma de decisiones y la resolución de problemas.

Aumento de Errores. La fatiga, ya sea física, mental o emocional, puede aumentar la probabilidad de cometer errores en el trabajo. La falta de atención, la falta de concentración y la disminución de la capacidad cognitiva pueden llevar a errores en la ejecución de tareas, toma de decisiones erróneas y problemas de precisión en el trabajo.

Mayor Riesgo de Accidentalidad. La fatiga puede aumentar el riesgo de accidentes laborales. La disminución de la atención y los reflejos debido a la fatiga pueden hacer que los trabajadores sean más propensos a cometer errores que pueden resultar en lesiones o accidentes en el lugar de trabajo.

Dificultad para Concentrarse y Tomar Decisiones. La fatiga mental puede dificultar la concentración y la capacidad para tomar decisiones importantes en el trabajo. Los trabajadores pueden experimentar dificultades para procesar información, evaluar situaciones y responder de manera adecuada a los desafíos laborales.

Aumento del Ausentismo. Los trabajadores que experimentan fatiga crónica pueden tener más probabilidades de faltar al trabajo debido a problemas de salud relacionados con la fatiga. Además, la fatiga puede afectar la motivación y el compromiso con el trabajo, lo que puede llevar a una disminución en la productividad laboral.

los diferentes tipos de fatiga pueden tener un impacto significativo en el desempeño laboral, la seguridad en el lugar de trabajo y la salud de los trabajadores. Es importante que los empleadores reconozcan los signos de fatiga y tomen medidas para prevenir y abordar sus efectos, como promover un equilibrio adecuado entre el trabajo y el descanso, proporcionar capacitación sobre salud ocupacional y ergonomía, y fomentar un ambiente laboral saludable y de apoyo.

Síntoma de la Fatiga

Cansancio Excesivo. Sentirse extremadamente cansado incluso después de haber descansado adecuadamente.

Falta de Energía. Experimentar una sensación general de debilidad o agotamiento físico.

Dificultad para Conectarse. Tener problemas para mantener la concentración en tareas o actividades que requieren atención.

Irritabilidad. Sentirse más irritable o propenso a cambios de humor repentinos.

Dificultad para Tomar Decisiones. Encontrar difícil tomar decisiones, incluso en situaciones simples.

Dolores Musculares. Experimentar dolores musculares o sensación de tensión debido al esfuerzo físico.

Dolor de Cabeza. Experimentar dolores de cabeza frecuentes o persistentes.

Problema de Sueño. Experimentar dificultades para conciliar el sueño, permanecer dormido o despertarse sintiéndose descansado.

Sensación de Letargo. Sentirse constantemente fatigado y con falta de motivación para realizar actividades.

Como la Ingeniería Industrial Puede Minimizar la Fatiga

Desde el punto de vista de la ingeniería industrial, la prevención de la fatiga se centra en diseñar sistemas y procesos que minimicen el impacto de las condiciones laborales en la salud y el bienestar de los trabajadores, algunos de estas mejoras son:

Diseño Ergonómico del Puesto de Trabajo. Los ingenieros industriales pueden diseñar los puestos de trabajo de manera ergonómica, teniendo en cuenta la biomecánica del cuerpo humano para reducir el estrés físico y mental. Esto incluye la optimización de la altura de los escritorios, la disposición de las herramientas y equipos, y la selección de mobiliario adecuado para prevenir lesiones musculoesqueléticas y mejorar la comodidad de los trabajadores durante sus tareas.

Automatización y Tecnologías Nuevas. La automatización de tareas repetitivas y peligrosas puede reducir la carga física y mental sobre los trabajadores, disminuyendo así el riesgo de fatiga relacionada con la ejecución de tareas monótonas o estresantes. La introducción de tecnologías avanzadas también puede ayudar a optimizar los procesos de producción y minimizar el tiempo de trabajo necesario.

Programación Turnos de Descanso. Los ingenieros industriales pueden colaborar con expertos en gestión de recursos humanos para diseñar horarios de trabajo que permitan a los trabajadores tener suficiente tiempo de descanso entre turnos y minimicen la exposición a horarios de trabajo prolongados o no convencionales, como los turnos nocturnos. Programar pausas regulares durante la jornada laboral también puede ayudar a prevenir la fatiga y mejorar el rendimiento de los trabajadores.

Control de Iluminación del Ambiente Laboral Mantener niveles adecuados de iluminación, ventilación y temperatura en el lugar de trabajo puede ayudar a reducir la fatiga visual, mental y física. Los ingenieros industriales pueden colaborar con expertos en seguridad ocupacional para identificar y mitigar riesgos ergonómicos y ambientales que puedan contribuir a la fatiga laboral.

Capacitación. Proporcionar capacitación sobre la importancia de la salud y el bienestar en el trabajo puede ayudar a los trabajadores a identificar los signos de fatiga y adoptar hábitos de trabajo saludables. Los ingenieros industriales pueden colaborar con equipos de recursos humanos y salud ocupacional para desarrollar programas de capacitación y sensibilización que promuevan una cultura de prevención de la fatiga en el lugar de trabajo.

Suplementos en Estudio de Tiempo

¿Qué son los Suplementos?

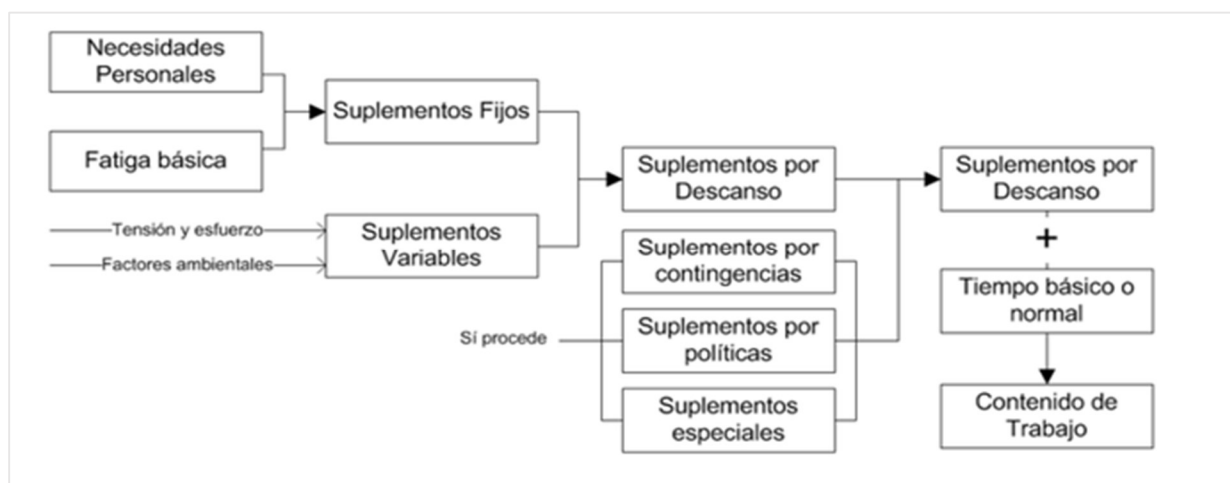
Los márgenes aplicables al tiempo total de ciclo generalmente se expresan como un porcentaje del tiempo ciclo, e incluye retrasos como los de satisfacción de necesidades personales, limpieza de la estación de trabajo y lubricación del equipo o máquina. Las tolerancias en los tiempos de máquina comprenden el tiempo para el cuidado de las herramientas y variaciones de la potencia, en tanto que los retrasos representativos cubiertos por tolerancias de esfuerzo son los de fatiga y ciertas demoras inevitables.

Tener en cuenta los suplementos en un estudio de tiempo mejora la validez y la aplicabilidad de los resultados, permitiendo una gestión más eficiente de los recursos y una planificación más precisa en entornos laborales dinámicos y variables.

Estos son los suplementos para tener en cuenta (Kanawaty, 1996, pág. 338)

Figura 3

Esquema de Suplementos.



Fuente. Tomado de Kanawaty, 1996, Pág. 338

Tipo de Suplementos

Suplementos Necesidades Personales. Se aplica a los casos inevitables de abandono del puesto de trabajo, ejemplo ir a beber algo, a lavarse o al retrete; en la mayoría de las empresas que lo aplican, suele oscilar entre 5 y el 7 por ciento. (Kanawaty, 1996, pág. 339)

Suplementos Fatiga Básica. Se aplica para compensar la energía consumida en la ejecución de un trabajo y para aliviar la monotonía. Es corriente que se fije en 4 por ciento del tiempo básico, cifra que se considera suficiente para un trabajador que cumple su tarea sentada, que efectúa un trabajo ligero en buenas condiciones materiales y que no precisa emplear sus manos o piernas y sentido sino normalmente.

Suplementos Variables. Se añaden cuando las condiciones de trabajo difieren mucho de las indicaciones; por ejemplo, cuando las condiciones ambientales son malas y no se pueden mejorar. (Kanawaty, 1996, pág. 339)

Suplementos por Descanso. Se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personal. (Kanawaty, 1996, pág. 338)

Suplementos por Contingencia. Es el pequeño margen que se incluye en los tiempos tipo para prever legítimos añadidos de trabajo o demora que no compensa medir exactamente porque aparecen sin frecuencia ni regularidad no debe superar el 5 por ciento. (Kanawaty, 1996, pág. 340).

Suplementos por Razones de Política de la Empresa. Estos suplementos no pertenecen realmente al estudio de tiempo y deberían aplicarse con suma cautela, se deberían mantener totalmente aparte de los tiempos básicos. (Kanawaty, 1996, pág. 341)

Suplementos Especiales. Pueden concederse suplementos especiales para actividades que normalmente no forman parte del ciclo del trabajo, pero sin las cuales este no podría efectuar debidamente; comienzo de actividad, cierre de actividad, limpieza, montaje, desmontaje y cambios diversos.

Estudio de Movimientos

El estudio de movimientos consiste en analizar detalladamente los movimientos del cuerpo de quien realiza una actividad, con el objetivo de eliminar los movimientos inefectivos, agilizar la actividad y realizarla con seguridad e higiene; posteriormente, se establece una secuencia o sucesión de movimientos más apropiados para lograr una eficiencia máxima en tiempo, insumos y energía.

En la práctica, el estudio de tiempos incluye el análisis de los métodos de registro de las actividades y exámenes críticos sistemáticos de las actividades mismas y las maneras de realizarlas. Este análisis tiene como objetivo efectuar mejoras en la eficiencia de trabajo y concienciar a quienes realizan una labor en el laboratorio, en la industria, en las empresas e inclusive en el hogar. Autores como Niebel usan análisis de operaciones y simplificación del trabajo para el estudio de métodos de registro de actividades y de exámenes críticos (Madriz Rodríguez, 2022)

Es fundamental reconocer cómo los movimientos adecuados pueden desempeñar un papel crucial en la reducción de la fatiga laboral. La incorporación de movimientos ergonómicos y eficientes en el estudio de tiempos no solo contribuye a una representación más precisa de la realidad laboral, sino que también impacta directamente en la salud y bienestar de los trabajadores

Los movimientos correctos pueden ayudar a minimizar la tensión física y mental, promoviendo posturas más naturales y reduciendo la carga en áreas específicas del cuerpo. Esto, a su vez, contribuye a prevenir la fatiga muscular y el agotamiento general, mejorando la comodidad y la eficiencia durante la ejecución de tareas laborales.

La atención a los movimientos también puede influir en la prevención de lesiones y trastornos musculoesqueléticos, factores que, si se ignoran, pueden contribuir significativamente a la fatiga a largo plazo. La implementación de prácticas laborales que fomenten movimientos saludables no solo beneficia a los trabajadores individualmente, sino que también tiene un impacto positivo en la productividad y la calidad del trabajo.

Gilbreth dice que el estudio de los movimientos mejoraría el ánimo de los trabajadores, debido a los beneficios físicos evidentes y porque demostraba la preocupación de la gerencia por el trabajador.

El estudio de los movimientos implica el análisis cuidadoso 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 de la economía de movimientos, el trabajo puede rediseñarse para que incremente su eficacia y genere un elevado índice de producción. (Niebel , 2009, pág. 114)

Principios de economía del Movimiento

Este principio sostiene que los movimientos realizados durante una tarea deben ser diseñados de manera que se realicen con la menor cantidad de esfuerzo posible siendo estos tres grupos los más usados:

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

La idea central es maximizar la eficiencia al minimizar el tiempo y esfuerzo requeridos para realizar una tarea específica. Gilbreth creía que, al optimizar los movimientos, se podía

lograr una mejora significativa en la productividad y, al mismo tiempo, mejorar las condiciones de trabajo para los empleados. (Kanawaty, 1996, pág. 141).

Los Therbligs

therblig es un término creado por Frank B. Gilbreth, un ingeniero industrial estadounidense, y su esposa Lillian M. Gilbreth, pioneros en el estudio del movimiento y la ergonomía en el trabajo. "Therblig" es simplemente "Gilbreth" deletreado al revés, y se utiliza para describir las unidades básicas de movimiento en un proceso de trabajo. Los therbligs representan acciones específicas realizadas por un trabajador durante una tarea.

Los Gilbreth identificaron una serie de therbligs básicos que pueden ser aplicados a casi cualquier tarea, como alcanzar, sostener, transportar, buscar, seleccionar, inspeccionar, entre otros. El análisis de therbligs se utiliza en la ingeniería industrial y la gestión de operaciones para identificar y eliminar movimientos innecesarios, optimizar la eficiencia y mejorar la ergonomía en los lugares de trabajo.

Teniendo claro que son los Therblig se procede a describirlos más ampliamente Son los 17 movimientos básicos del cuerpo humano para el trabajo. Gilbreth denominó "Therblig" a cada uno de los movimientos fundamentales, y concluyó que toda operación se compone de una serie de 17 divisiones básicas.

Buscar. Es elemento básico de la operación de localizar un objeto. Buscar es therblig que el analista debe tratar de eliminar siempre. Las estaciones de trabajo bien planeadas permiten que el trabajo se lleve cabo continuamente, de manera que no es preciso que el operario realice este elemento.

Seleccionar. Este es el therblig que se efectúa cuando el operario tiene que escoger una pieza dentro de dos o más semejantes. Este therblig sigue, generalmente, al de “buscar” y es difícil determinar exactamente, aún mediante el método detallado de los micro movimientos, cuando termina la búsqueda y empieza la selección. La selección puede clasificarse dentro de los Therbligs ineficientes y debe ser eliminada del ciclo de trabajo por una mejor distribución en la estación de trabajo y un mejor control de las piezas.

Tomar. Este es movimiento elemental que hace la mano al cerrar los dedos rodeando una pieza o parte para asirla en una operación. El tomar es un therblig eficiente y, por lo tanto, no puede ser eliminado, aunque en muchos casos se puede mejorar. El “tomar” casi siempre va precedido de “alcanzar” y seguido de “mover”. Estudios detallados han demostrado que existen varias formas de asir, algunas de las cuales requieren tres veces más tiempo que otras. Debe tratarse de reducir al mínimo el número de operaciones de asimiento durante el ciclo de trabajo, y las piezas a tomar o coger deben estar dispuestas a manera que pueda emplearse el tiempo más simple de asir.

Mover. Este therblig comienza en cuanto la mano con carga se mueve hacia un sitio o ubicación general, y termina en el instante en que el movimiento se detiene al llegar a su destino. Mover esta precedido casi siempre de asir y seguido de soltar o colocar en posición. El tiempo requerido para mover depende de la distancia, del peso que se mueve y del tipo de movimiento. Mover es un therblig objetivo y es difícil eliminarlo del ciclo de trabajo.

Sostener. Esta es la división básica que tiene lugar cuando una de las dos manos soporta o ejerce control sobre un objeto, mientras la otra mano ejecuta el trabajo útil. “Sostener” es un therblig ineficiente y puede eliminarse. El sostener comienza en el instante en que una mano ejerce control sobre el objeto, y termina en el momento en que la otra completa su trabajo sobre el mismo.

Alcanzar. El therblig “alcanzar” principia en el instante en que la mano se mueve hacia un objeto o sitio, y finaliza en cuanto se detiene el movimiento al llegar al objeto o al sitio. Este elemento va precedido casi siempre del de “soltar” y seguido del de “tomar”. Es natural que el tiempo requerido para alcanzar dependa de la distancia recorrida por la mano. Dicho tiempo también depende, en cierto grado, del tipo de alcance. Como tomar, “alcanzar” puede clasificarse como un therblig objetivo y, generalmente, no puede ser eliminado del ciclo de trabajo. Sin embargo, sí puede ser reducido acortando las distancias requeridas para alcanzar y dando ubicación fija a los objetos.

Soltar. Comienza en el momento en el que los dedos comienzan a separarse de la pieza sostenida, y termina en el instante en que todos los dedos quedan libres de ella. Este therblig va casi siempre precedido por mover o colocar en posición y seguido por alcanzar.

Colocar en Posición. Es el elemento de trabajo que consiste en situar o colocar un objeto de modo que quede orientado propiamente en un sitio específico. El therblig “colocar en posición” tiene efecto como duda o vacilación mientras la mano, o las manos, tratan de disponer la pieza de modo que el siguiente trabajo puede ejecutarse con más facilidad, de hecho, colocar en posición puede ser la combinación de varios movimientos muy rápidos.

Pre-colocar en Posición. Este es un elemento de trabajo que consiste en colocar un objeto en un sitio predeterminado, de manera que pueda llevarse y ser llevado a la posición en que ha de ser sostenido cuando esto se necesite. La pre-colocación en posición ocurre frecuentemente junto con otros therbligs, uno de los cuales suele ser mover. Es la división básica que dispone una pieza de manera que quede en posición conveniente a su llegada. Es difícil medir el tiempo necesario para este elemento, ya que es un therblig que difícilmente puede ser aislado

Inspeccionar. Este therblig es un elemento incluido en la operación para asegurar una calidad aceptable mediante una verificación regular realizada por el trabajador que efectúa la operación. Se lleva a cabo una inspección cuando el fin principal es comparar un objeto dado con un patrón o estándar. El tiempo necesario para la inspección depende primariamente de la rigurosidad de la comparación con el estándar, y de lo que la pieza en cuestión se parte del mismo.

Ensamblar. El elemento “ensamblar” es la división básica que ocurre cuando se reúnen dos piezas unidas. Es otro therblig objetivo y puede ser más fácil mejorarlo que eliminarlo. El ensamblar suele ir precedido de colocar en posición o mover, y generalmente va seguido de soltar. Comienza en el instante en el que las dos piezas a unir se ponen en contacto, y termina al completarse la unión.

Usar. Este therblig es completamente objetivo y tiene lugar cuando una o las dos manos controlan un objeto, durante la parte del ciclo en que se ejecuta trabajo productivo. La duración de este therblig depende de la operación, así como de la destreza del operario. El usar se detecta fácilmente, ya que este therblig hace progresar la operación hacia su objetivo final.

Demora Inevitable. La dilatación inevitable es una interrupción que el operario no puede evitar en la continuidad del trabajo. Corresponde al tiempo muerto en el ciclo de trabajo experimentado por una o ambas manos, según la naturaleza del proceso.

Demora Evitable. Todo tiempo muerto que ocurre durante el ciclo de trabajo y del que sólo el operario es responsable, intencional o no intencionalmente, se clasifica bajo el nombre de demora retraso evitable.

Desensamblar. Este elemento es precisamente lo contrario de ensamblar. Ocurre cuando se separan piezas unidas. Esta división básica generalmente va precedida de asir y puede estar seguida por mover o soltar. Él desensamble es de naturaleza objetiva y las posibilidades de mejoramiento son más probables que la eliminación del therblig. Él desensamble comienza en el momento en el que una o ambas manos tienen el control del objeto después de cogerlo, y termina una vez que finaliza él desensamble, que generalmente lo evidencia el inicio de mover o soltar.

Planear. Es el proceso mental que ocurre cuando el operario se detiene para determinar la acción a seguir. Planear puede aparecer en cualquier etapa del ciclo y suele descubrirse fácilmente en forma de una vacilación o duda, después de haber localizado todos los componentes. Este therblig es característico de la actuación de los operarios noveles y generalmente se elimina del ciclo mediante el entrenamiento adecuado de este personal.

Descanso. Esta clase de retraso aparece rara vez en un ciclo de trabajo, pero suele aparecer periódicamente como necesidad que experimenta el operario de reponerse a la fatiga. La duración del descanso para sobrellevar la fatiga variará, como es natural, según la clase de trabajo y según las características del operario que lo ejecuta. (Niemann, 2007)

Ergonomía

la optimización de procesos debe tener en cuenta la ergonomía para minimizar el riesgo de lesiones y mejorar la salud general de los trabajadores. Un diseño ergonómico del lugar de trabajo contribuye a reducir la fatiga, molestias musculares y otros problemas relacionados con la postura y el movimiento repetitivo.

El termino ergonomía abarca un campo que estos últimos años se ha ampliado extraordinariamente y que coincide con el de otras disciplinas en lo que respecta al estudio del trabajo y a sus consecuencias para los seres humanos, la ergonomía se ocupa de: a) el estudio del operario individual o del equipo de trabajo; y b) la facilitación de datos para el diseño. los objetivos de la ergonomía son, por consiguiente, promover la eficiencia funcional al mismo tiempo que mantiene o mejora el bienestar humano (Kanawaty, 1996, pág. 67).

Sistema Musculo Esquelético

El cuerpo humano puede generar movimientos debido a un complejo sistema de músculos y huesos que, en conjunto, se llama sistema musculo esquelético. Los músculos están conectados a los huesos junto a toda articulación, de tal manera que uno o varios de ellos, llamados agonistas, actúan como los principales activadores del movimiento. Otros músculos, llamados antagonistas, contrarrestan a los agonistas y se oponen al movimiento.

En el cuerpo humano existen tres tipos de músculos: músculos esqueléticos o estriados, los cuales están conectados a los huesos; músculo cardiaco, que está en el corazón; y músculo plano, que se encuentra en los órganos internos y en las paredes de los vasos sanguíneos (Niebel, 2009, pág. 100)

Trabajo de Pie y sus Efectos en la Salud

El trabajo de pie ocasiona una sobrecarga de los músculos de las piernas, los hombros y la espalda. Para eliminar la sensación de cansancio debe alternarse con posturas de movimiento o sentado. Para evitar posturas inadecuadas se considerarán que los mecanismos de accionamiento y control de las herramientas estén dentro del área de trabajo, y que la altura del plano de trabajo sea el adecuado, en función del tipo de actividad a realizar.

- Estas son los efectos que puede tener en la salud del colaborador:
- Dificultad en la circulación de la sangre en las piernas.
- Posible aparición de varices.
- Fatiga de los músculos.
- Comprensión de las estructuras óseas, sobre todo, en la zona lumbar.
- Dolores de espalda.

Movimientos Repetitivos y sus Factores de Riego

Los movimientos repetitivos son un grupo de movimientos continuos mantenidos durante un trabajo que implica la acción conjunta de los músculos, huesos, las articulaciones y los nervios de una parte del cuerpo y provoca en esta misma zona fatiga muscular, sobrecarga, dolor y, por último, lesión. Se considera trabajo repetitivo cualquier actividad laboral cuya duración es de al menos 1 hora en la que se lleva a cabo en ciclos de trabajo de menos de 30 segundos y similares en esfuerzos y movimientos aplicados o en los que se realiza la misma acción el 50% del ciclo. Se entenderá por ciclo la sucesión de operaciones necesarias para ejecutar una tarea u obtener una unidad de producción. Los ciclos de trabajo cortos y repetitivos (menos de 30 segundos), acompañados del ritmo de trabajo elevado, son uno de los principales problemas a la

hora de sufrir lesiones musculoesqueléticas, manifestándose especialmente en lesiones de espalda y miembros superiores

Los factores de riesgo que hay que considerar en los movimientos repetidos son:

- El mantenimiento de posturas forzadas de muñeca o de hombros
- Aplicación de una fuerza manual excesiva
- Ciclos de trabajo muy repetidos que dan lugar a movimientos rápidos de pequeños grupos musculares
- Tiempos de descanso insuficientes.

Manipulación Levantamiento y Transporte de Carga Manual

Manipulación Manual. Cualquier actividad que requiera el uso de fuerza humana para levantar, bajar, transportar o de otro modo mover o controlar un objeto. Estas son algunas de las operaciones efectuadas por uno o varios trabajadores: el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción, transporte o el desplazamiento de una carga.

Levantamiento Manual. Movimiento de un objeto desde su posición inicial hasta una posición más alta, sin ayuda mecánica.

Transporte Manual. Desplazamiento de un objeto de un lugar a otro cuando permanece levantado, horizontalmente y soportado mediante fuerza humana.

Efectos en la Salud Manipulación de Cargas

La manipulación manual de cargas puede causar trastornos acumulativos debido al progresivo deterioro del sistema musculoesquelético por la realización continua de actividades de levantamiento y manipulación de cargas, por ejemplo, dolores dorso lumbares o traumatismos agudos como cortes o fracturas debidos a accidentes.

El dolor de espalda es uno de los principales problemas de salud relacionados con el trabajo (23,8 %) en la Unión Europea (UE), con un porcentaje de trabajadores afectados (38,9 %) significativamente mayor en los nuevos Estados Miembros (Seguridad, 2020)

Productividad

La productividad en ingeniería industrial se refiere a la medida de la eficiencia con la que se utilizan los recursos en la producción de bienes y servicios. Se trata de una métrica clave para evaluar el rendimiento de un sistema de producción o de una empresa en términos de la relación entre los inputs (insumos) y los outputs (productos o servicios generados).

Según Prokopenko (1989) “Es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues, la productividad se define como el uso eficiente de recursos trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información en la producción de diversos bienes y servicios”. (pág. 3)

Según Carro y Gonzales, (2012) “La productividad implica la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicio producidos. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salida o productos) y los recursos utilizados para generarlo (entrada o insumos) (Pág. 1)

Factores Internos Duros

Producto. La productividad del factor producto significa el grado en que satisface las exigencias de la producción. El valor de uso es la suma de dinero que el cliente está dispuesto a pagar por un producto de calidad determinada.

Planta y Equipo. Estos elementos desempeñan un papel central en todo programa de mejoramiento de la productividad mediante: un buen mantenimiento; el funcionamiento de la planta y el equipo en las condiciones óptimas; el aumento de la capacidad de la planta mediante la eliminación de los estrangulamientos y la adopción de medidas correctivas; la reducción del tiempo parado y el incremento del uso eficaz de las máquinas y capacidades de la planta disponibles.

Tecnología. La innovación tecnológica constituye una fuente importante de aumento de la productividad. Se puede lograr un mayor volumen de bienes y servicios, un perfeccionamiento de la calidad, la introducción de nuevos métodos de comercialización, etcétera, mediante una mayor automatización y tecnología de la información.

La automatización puede asimismo mejorar la manipulación de los materiales, el almacenamiento, los sistemas de comunicación y el control de la calidad.

Factores Internos Blandos

Personas. Como principal recurso y factor central en todo intento de mejoramiento de la productividad, todas las personas que trabajan en una organización tienen una función que desempeñar.

Organización y Sistemas. Los conocidos principios de la buena organización, como la unidad de mando, la delegación y el área de control tienen por objeto prever la especialización y la división del trabajo y la coordinación dentro de una empresa.

Métodos de Trabajo. Constituye el sector más prometedor para mejorar la productividad. Las técnicas relacionadas con los métodos de trabajo tienen por finalidad lograr en que se realiza, los movimientos humanos que se llevan a cabo, los instrumentos utilizados, la disposición del lugar de trabajo, los materiales manipulados y las máquinas empleadas. Los

métodos de trabajo se perfeccionan mediante el análisis sistemático de los métodos actuales, la eliminación del trabajo innecesario y la realización del trabajo necesario con más eficacia y menos esfuerzo, tiempo y costo. (Quinto de la cruz , 2018, pág. 69)

Factores Externos

Económicos. Los cambios económicos más importantes guardan relación con las modalidades del empleo y la composición del capital, la tecnología, la escala y la competitividad.

Demográficos y Sociales. Los cambios estructurales en la fuerza de trabajo son demográficos y sociales. Recursos naturales: Los recursos naturales más importantes son la mano de obra, la tierra, la energía y las materias primas.

Mano de Obra: El ser humano es el recurso natural más valioso.

Tierra. La tierra exige una administración, explotación y política nacional adecuadas.

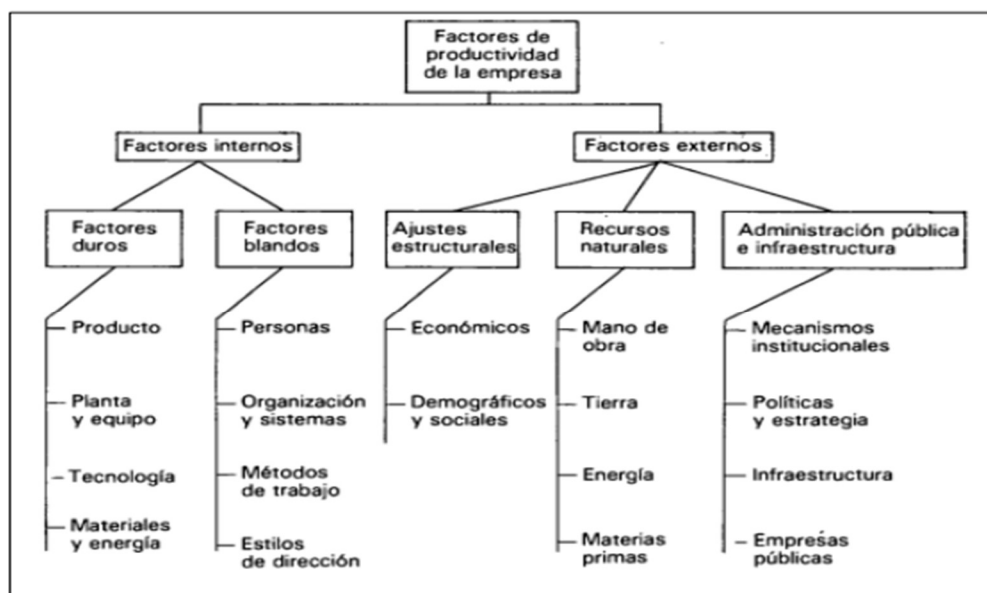
Energía. La energía es el recurso con el cual se va a utilizar en la elaboración del producto terminado.

Materias Primas. Las materias primas son también un factor de productividad importante ya que son la principal fuente para la creación del producto final.

Esquema de la Productividad

Figura 4

Modelo esquema de productividad.



Fuente. Tomado de Joseph Prokopenko 1987

Indicadores Claves de Desempeño

Los Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) son elementos fundamentales en la gestión empresarial moderna, proporcionando una estructura cuantitativa y cualitativa para evaluar el rendimiento y alcanzar metas estratégicas. Estos indicadores permiten medir de manera objetiva el progreso hacia los objetivos organizacionales, brindando una visión clara y precisa de la eficacia operativa. Al utilizar KPIs, las organizaciones pueden identificar áreas de mejora, tomar decisiones informadas y ajustar estrategias para mantenerse alineadas con sus metas a largo plazo. El marco teórico de los KPIs abarca conceptos como relevancia, alineación con los objetivos estratégicos, claridad en la definición y un enfoque en la mejora continua. La selección adecuada y la implementación efectiva de KPIs son esenciales para la toma de decisiones fundamentadas, el impulso de la eficiencia operativa y el logro sostenible del éxito empresarial.

Núñez, (2020) es muy acertado en su estudio cuando afirma “lograr que un negocio perdure en el tiempo no es una tarea fácil, es por ello por lo que los empresarios deben ser conscientes de que, además de dedicarle grandes esfuerzos y mucho trabajo, es necesario una alta dosis de control de su situación”; y para contralar la situación que mejor que hacerlo por medio de indicadores de desempeño.

Estado del Arte

La modernización de maquinaria en entornos industriales ha sido una estrategia común para mejorar la eficiencia y reducir costos. Investigaciones previas destacan casos de éxito donde la adopción de tecnologías modernas ha llevado a aumentos significativos en la productividad y la rentabilidad.

La modernización de la maquinaria permite la incorporación de tecnologías más avanzadas y eficientes. Esto se traduce en procesos de fabricación más rápidos y precisos, reduciendo tiempos de producción y aumentando la eficiencia global, como ejemplo la evolución de empresas que han sido icono en la historia de la ingeniería industrial como la planta de producción de Ford o de Toyota que a través de la historia tuvieron que generar muchos cambios en su maquinaria, en tecnologías, en herramientas en métodos y en técnicas para lograr ser la multinacional que hoy es Ford y Toyota.

Cabe resaltar las técnicas usadas por Toyota como La implementación de prácticas como la producción lean y la optimización de procesos que han demostrado ser fundamental para alcanzar niveles más altos de eficiencia y que seguramente la combinación de estas técnicas con la base fundamental que es el estudio de tiempo hace que estas compañías sean tan exitosas.

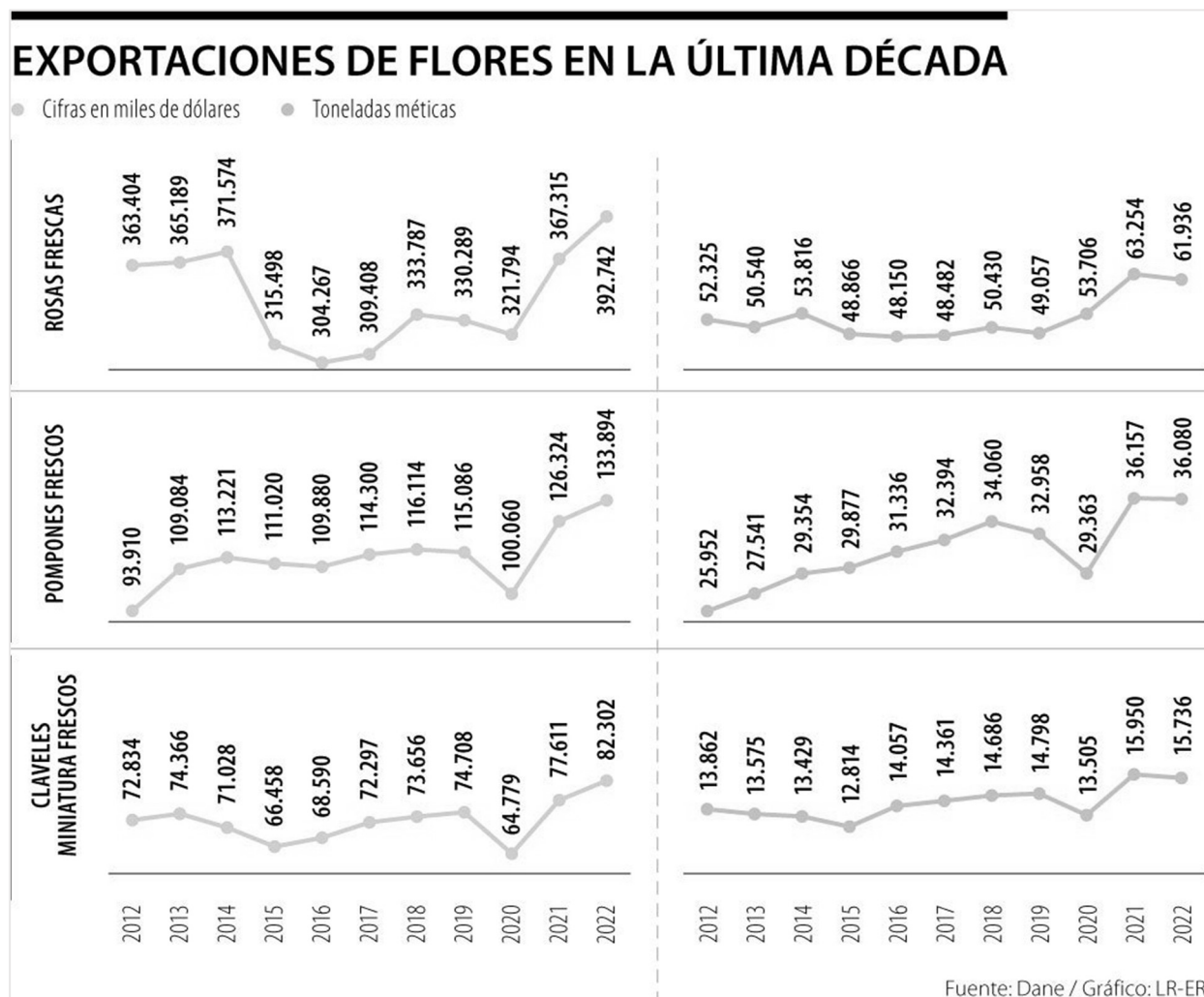
Aunque la investigación específica sobre la modernización de las plantas de sustrato es limitada, se pueden extraer valiosas perspectivas de estudios de casos relacionados con la modernización de instalaciones agrícolas y procesadoras. Estos casos destacan la importancia de la tecnología para optimizar la producción y garantizar la calidad del producto final. Sin embargo, no debemos limitarnos únicamente a investigar sobre la modernización de las plantas de sustrato como materia prima para la siembra de crisantemos. Es crucial comprender el estado actual de la industria floricultora en Colombia y su posición a nivel mundial. Por ende, nos

planteamos la siguiente pregunta: ¿Cómo opera el sector floricultor en Colombia? Esta interrogante nos permitirá entender la importancia de la mejora continua, la innovación y la evolución constante en las diversas etapas del proceso de producción.

El sector floricultor en Colombia cuenta con más de 40 años de experiencia exportadora y se destaca como el segundo exportador de flores a nivel mundial, solo superado por Holanda. La oferta colombiana incluye una amplia variedad de flores como rosas, claveles, astromelias, crisantemos, pompones, hortensias, heliconias y follajes, entre otros. Este sector no solo se distingue por su impacto económico, sino también por su relevancia social al generar más de 200,000 empleos directos e indirectos. En el último año, Colombia exportó alrededor de 241 millones de kilos netos de flores frescas, generando ventas por un total de US\$2,029.7 millones, lo que representa un aumento significativo del 19.1% con respecto a 2021 y un impresionante incremento del 45.6% en comparación con 2020. Estos datos subrayan la importancia de la modernización y la mejora continua en el sector floricultor colombiano para mantener y fortalecer su posición líder en la industria global de flores.

Figura 5

Exportaciones de flores en la última década en Colombia.



Fuente. Tomada Dane /Gráfico, 2022

La calidad excepcional del suelo colombiano es el pilar fundamental que ha consolidado al país como uno de los principales exportadores de flores a nivel global, destacándose únicamente detrás de Holanda. Este reconocimiento no solo le confiere a Colombia el prestigioso título de primer exportador mundial de claveles, sino que también la posiciona como el principal proveedor de flores para los Estados Unidos.

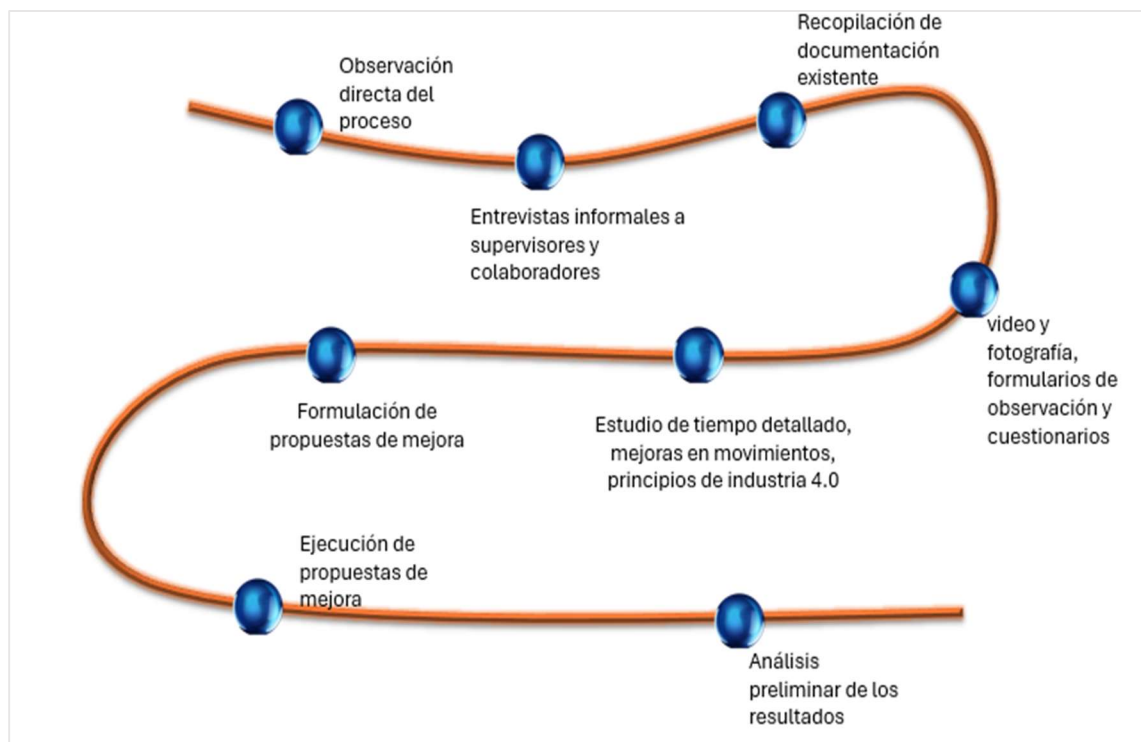
La trascendental importancia del suelo se refleja en sus valores nutricionales, los cuales desempeñan un papel determinante en el florecimiento del sector floricultor. La calidad excepcional del suelo colombiano no solo contribuye al éxito sostenido de la industria local, sino que también eleva a Colombia a una posición privilegiada y líder en el escenario internacional de la exportación de flores.

Los suelos colombianos son privilegiados estos poseen las condiciones óptimas para el cultivo de crisantemo dado la ubicación de Colombia en el trópico de la zona ecuatorial y sus tres cordilleras ofrece una amplia gama de topografía de montañas, de mesetas, de llanuras bajas y de valles interandinos, cuenta con gran variedad de microclimas. Permiten la existencia de las características agroclimáticas óptimas para obtener crisantemos de alta calidad. (Colombia, 2012, pág. 7)

Metodología

Figura 6

Planteamiento de la metodología.



Fuente. Propia

La metodología empleada en el diseño de la investigación se fundamenta en un estudio de caso aplicado a Flores el Capiro, donde se opta por la sustitución de la maquinaria en la planta de sustrato, considerando que esta medida resulta más económica que las reparaciones. La modernización se vislumbra como una oportunidad para potenciar la eficiencia operacional y optimizar costos. Para alcanzar este objetivo, se emplean diversas técnicas de recopilación de datos.

Se inicia con la observación directa del proceso, permitiendo una comprensión detallada de las operaciones. Entrevistas informales a supervisores y colaboradores complementan esta perspectiva, brindando perspectivas valiosas sobre posibles áreas de mejora. Además, se recopila

documentación existente, como procedimientos y fichas técnicas del proceso, proporcionando una base estructurada para el estudio.

La recopilación de datos se amplía mediante un estudio de tiempo detallado. Durante este proceso, se registran tiempos de las actividades y se identifican movimientos o posturas susceptibles de optimización. La utilización de cámaras de video y fotografía, formularios de observación y cuestionarios contribuye a la recopilación exhaustiva de información.

Se establece un cronograma de trabajo que abarca un periodo de 4 meses. Este incluye un diagnóstico inicial del proceso, la formulación de propuestas de mejora, la ejecución de estas propuestas y un análisis preliminar de los resultados obtenidos. Este enfoque secuencial proporciona una estructura clara para la investigación, permitiendo una evaluación continua y ajustes según sea necesario.

Diagnóstico Inicial

Se establece como objetivo principal el aumento de la producción en un 10%, la optimización en costo del costo de operación 11%, y la implementación de un proceso de transformación digital en la planta. Este ambicioso propósito se fundamentará en un riguroso estudio de tiempos, que posibilitará la identificación de la unidad estándar y la determinación precisa de la mano de obra requerida. Con este enfoque analítico, buscamos no solo mejorar los índices de eficiencia y productividad, sino también optimizar el uso de recursos, asegurando así un proceso de transformación integral y sostenible en la operación de la planta.

Descripción Diagnóstico Inicial

Tabla 1

Descripción Inicial del proceso

Concepto	Variable	U/m	Cantidad
Mano De Obra	Colaboradores	Persona	9
Materia Prima	Tierra-Aserrín		
Máquinas y Herramientas	Bandas transportadoras	Unidad	7
	Cernidoras	Unidad	2
	Contenedores De Piso	Unidad	4
	Tolvas	Unidad	3
	Pala	Unidad	6
	Termómetros	Unidad	3
	Caldera	Unidad	1
	Tractor	Unidad	1
¿Qué Produce?	Sustrato-abono		
Uso	Sustrato: siembre de esqueje Abono: abono para incorporar nutrientes a la tierra		
Cliente	Interno: Fincas de Flores el Capiro	Cliente	6
	Externo: Bioforetspa	Cliente	1
Capacidad de almacenamiento	Tierra m3.	m3	2845
	Aserrín m3.	m3	120

Procedimientos	Producto Terminado TN Desactualizados 2015	Ton	50
Manejo de información	Formato NO digital		
Roles y responsabilidad	No está definido		

Evaluación Inicial del Proceso

Tabla 2

Descripción Inicial de las etapas del proceso productivo

Etapas del proceso	Descripción	Actividad	Descripción
Etapa 1	Cernido de tierra	Cargar tierra en tolva y transportar por banda	en esta etapa se carga tolva con tierra, banda transportadora
		Cernido de tierra.	llena cernidora, cernidora granula
		Cargar cama por medio de banda con tierra cernida.	la tierra, quita piedras, madera, plásticos de la tierra, transportar a la segunda etapa por medio de bandas la tierra
		Aplicar enmienda	Esta etapa recibe la tierra cernida por medio de bandas transportadores se almacenan en contenedores
Etapa 2	Esterilizado	Llenar camas.	metálicos sobre piso conocidos en el proceso como camas allí se riega la cama con cal agrícola antes de poner tierra, se
		Emparejar camas	
		Esterilizar camas (Caldera)	

		Tapar cama con plástico	calienta la tierra con ayuda de
		Enfriar camas (Brower)	caldera hasta lograr 80 grados
		Vaciar cama	centígrados para esterilizar la tierra luego se enfría con ayuda de Soplador de aire hasta lograr 20grados centígrados.
Etapa 3	Mezclado	Cargar tolvas con tierra	En esta etapa se cargan tolvas con aserrín y tierra con fórmula para
		Cargar tolva con aserrín	elaborar sustrato se mezcla y se
		Mezclar	empaca el producto
		Empacar	
Fin	Producto terminado	Almacenar	
		Despachar	

Cuello de Botella

Tabla 3

Descripción Inicial de cuellos de botella

Etapa	Descripción cuello de botella
Etapa 1	Se presenta 2 cuellos de botella el primero que el pelado se hace con un solo colaborador lo retrasa el llenado de camas de la segunda etapa
Etapa 2	la maquinaria es muy vieja y genera paros constantes se tiene un solo Soplador por cama este se demora 10 horas para enfriarla, teniendo en cuenta que la planta solo trabaja un turno de 8

	horas esto hace que se tenga un cuello de botella.
Etapa 3	La tolva de mezcla presenta demasiada vibración y se debe parar constante mente el equipo es viejo. El cernido del aserrín se hace manual lo que genera demorar en el proceso

Ineficiencias en Proceso

Tabla 4

Ineficiencias halladas en proceso productivo

Etapa	Ineficiencia
Etapa 1	Se transporta en carretilla el exceso de tierra que sobra de la zaranda, esta tierra se puede reprocessar de manera inmediata, pero es transportada usando un colaborador para esta labor. Las herramientas que usan son incómodas.
Etapa 2	Se tiene un colaborador que arma una pila sobre la cama para ganar capacidad
Etapa 3	Se usan 3 personas para empacar el sustrato.
Producto terminado	Para la etapa 3 completa para el cargue de camión. Los colaboradores pierden tiempo hablando por celular. El baño queda muy retirado y el desplazamiento es 6 min ida y vuelta. (solo el desplazamiento) Los colaboradores no tienen roles definidos por lo tanto todos hacen diferentes tareas que no les fueron asignadas.
General	El aserrín es muy costoso su almacenamiento es en piso no controlado y cada q el tractor lo mueve lo pisa lo ensucia y este ya no sirve. El desperdicio del aserrín después de cernirlo el puesto en un lugar donde se moja este aserrín se le puede dar otro uso es por grande que no pasa por la zaranda.

Mal ambiente de trabajo, los colaboradores discuten mucho y esto hace q se paren las labores.
 El proceso es muy desordenado lo que genera retraso para ubicar las herramientas.
 No tiene un espacio asignado para almacenar el producto terminado.
 Falta capacitación del proceso al supervisor.
 Falta de control y seguimiento por parte del de las jefaturas.

Hallazgos Relacionados con Seguridad y Salud en el Trabajo

Tabla 5

Hallazgos relacionados con Seguridad y Salud en el Trabajo (SST)

Tipo de Riesgo	Hallazgo
Riesgo de seguridad eléctrica	Exposición a cables sueltos. Equipos defectuosos o instalaciones eléctricas inadecuadas
Accidente Laboral	Atrapamientos / lesiones por maquinaria en funcionamiento.
Riesgo de incendio	Equipo de alta temperatura (caldera).
Maquinaria y equipo no seguro	Falta de mantenimiento adecuado, sistemas de seguridad defectuosos o insuficientes.
Elementos de protección personal	Posible ausencia de mascara, guantes en etapa 1
Movimientos corporales	Reducir manipulación de carga, mejorar micro movimientos en etapa 1 y 3

Hallazgos Relacionados con Mantenimiento

Tabla 6

Hallazgos relacionados con mantenimiento

Tipo de mantenimiento	Hallazgo
Mantenimiento preventivo (MP)	No tiene
Mantenimiento Correctivo (MC)	Si tiene
Mantenimiento predictivo (MP)	No tiene
Mantenimiento productivo total (TPM)	No tiene

Análisis del Costo de la Producción

Análisis del costo unitario hasta el mes de abril, se analiza Material Directos + Mano de Obra Directa +Costo Indirecto de Fabricación el análisis se hace comparando el presupuesto VS ejecución.

Costo Unitario de los Materiales Directos (MD). El costo unitario es la de los materiales directos hace referencia al valor de lo elementos que tienes relación con la elaboración del producto este es un indicador que permite calcular porcentualmente el estado de la planta en cuanto a materiales directos requiere.

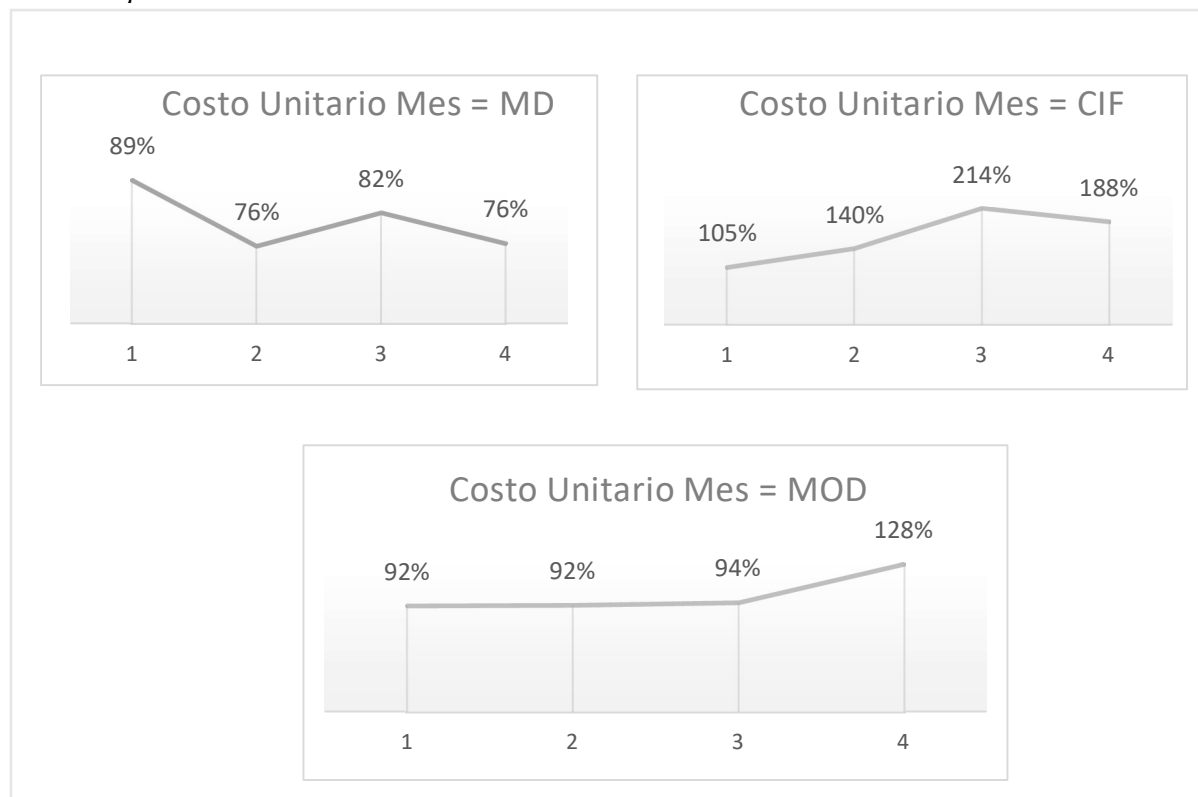
Este costo porcentual se obtiene del costo ejecutado / presupuesto de consumo anual; este cálculo le permite a la jefatura analizar puntos de mejora donde puede reducir el valor de los materiales es aras de mejor la rentabilidad.

Costo Mano Obra Directos (MOD). Este costo hace referencia al costo de mano de obra empleado en el proceso productivo.

Costo Indirecto de Fabricación (CIF). Este costo hace referencia a los costos que no están directamente relacionados con la elaboración del producto, pero que, si hacen parte necesaria para procesar el producto, ejemplo: Arriendo, depreciación, servicios públicos etc.

Figura 7

Análisis porcentual del estado del costo unitario.



Fuente. Propia

El cálculo de estos porcentajes se da con el siguiente calculo el presupuesto mensual Sobre el costo ejecutado, este cálculo aplica para los tres costos antes mencionados.

Con estos 3 datos financieros se puede analizar el estado actual de la planta de sustrato financiera menta y valorar de manera detallada los porcentajes con mayor puntuación para expandir los conceptos que lo componen y con ello se puede completar un buen plan de trabajo que contribuya a la mejora continua de la planta de sustrato.

Eficiencia Operacional

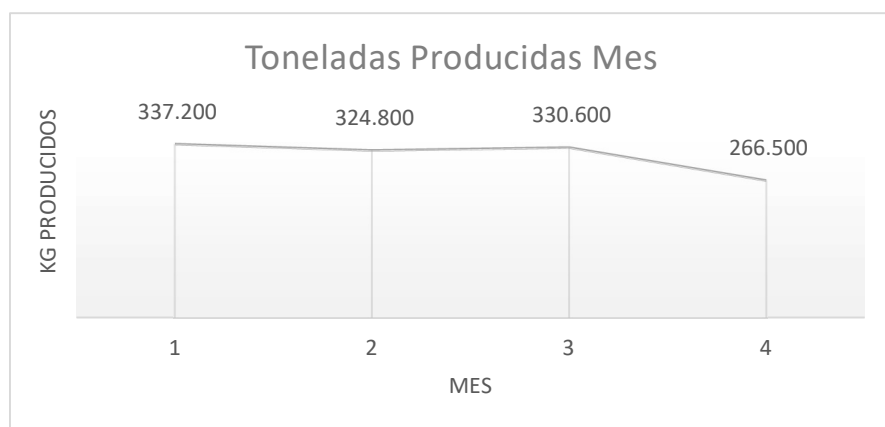
Tabla 7

Producción en kilogramos antes de iniciar proyecto

	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Kg Producidos	337.200	324.800	330.600	266.500
Variación		-4%	2%	-19%

Figura 8

Gráfico análisis de Producción en kilogramos antes de iniciar proyecto



Fuente. Propia

Propuesta de Mejora

Estandarización de la Unidad Estándar

Realizar una toma de tiempos exhaustiva y detallada para obtener una unidad estándar precisa del proceso, considerando las características y capacidades de la nueva maquinaria adquirida.

Métodos de Trabajo

Mejorar el uso de herramientas existentes, explorando opciones de capacitación para los empleados y actualizando los equipos si es necesario, con el objetivo de maximizar su rendimiento y su contribución al proceso productivo.

Realizar un análisis ergonómico de los movimientos de los colaboradores durante el desempeño de sus tareas.

Seguridad y Salud en el Trabajo

Uso de los Elementos de protección, con el fin de identificar posibles riesgos de lesiones o enfermedades laborales, y tomar medidas preventivas para garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable.

Implementación y Ejecución de Técnicas para de Mejoramiento Productivo

Analizar producción actual e Implementar estrategias para aumentar la producción de unidades, teniendo en cuenta la unidad estándar obtenida y buscando alcanzar niveles óptimos de rendimiento que satisfagan la demanda del mercado y mejoren la competitividad de la planta.

Definir y aplicar el método más eficiente y rentable posible en todas las etapas del proceso productivo, con el objetivo de reducir los costos operativos y aumentar la rentabilidad del negocio a largo plazo.

Control y Seguimientos de la Producción

Incorporar indicadores clave de rendimiento (KPI) que permitan monitorear y evaluar de manera efectiva el desempeño del proceso de producción, identificando áreas de mejora y oportunidades de optimización en tiempo real.

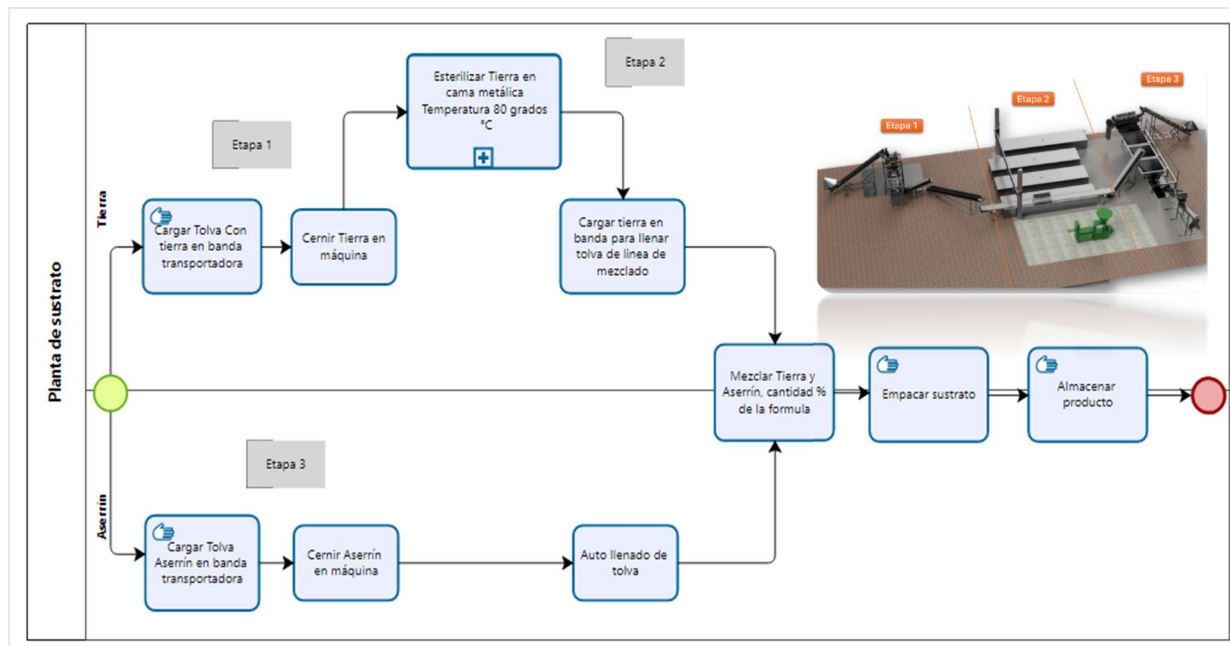
Digitalizar la información relacionada con la producción, implementando sistemas de gestión de datos y tecnologías de información que faciliten la recopilación, análisis y presentación de datos de manera eficiente y precisa, eliminando la necesidad de registros manuales y reduciendo los errores humanos.

Ejecución

Diagrama de Proceso Productivo Planta de Sustrato

Figura 9

Diagrama de proceso productivo planta de Sustrato.



Fuente. Propia

Toma de Tiempo para Definir Unidad Estándar

Realizar una toma de tiempos exhaustiva y detallada para obtener una unidad estándar precisa del proceso, considerando las características y capacidades de la nueva maquinaria adquirida.

Tabla 8*Toma de Tiempos en segundos y valoración*

Actividad		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cernir Tierra	TC	150	150	174	150	160	144	150	168	156	150	168	156	156
	V	90%	89%	83%	92%	91%	90%	90%	89%	87%	90%	89%	87%	90%
Emparejar cama	TC	20	15	30	16	14	15	18	17	16	14	12	18	19
	V	90%	89%	85%	91%	95%	95%	92%	89%	90%	90%	95%	98%	89%
Esterilizar cama	TC	70	70	68	70	69	80	62	67	70	72	79	67	60
	V	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Enfriar cama	TC	450	500	460	440	520	500	480	450	460	478	490	460	456
	V	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Vaciar cama	TC	70	82	85	90	70	65	69	74	76	80	70	74	62
	V	98%	90%	98%	92%	95%	95%	98%	95%	95%	91%	90%	90%	92%
Mezclar	TC	48	60	62	54	55	60	62	40	60	64	58	56	60
	V	98%	90%	94%	92%	96%	95%	96%	88%	99%	97%	99%	98%	85%

Cálculo de Suplementos**Tabla 9***Cálculo de Suplementos Etapa 1*

Actividad	Suplemento	kg	Puntos
Cernir Tierra	Esfuerzo intenso	10	33
En esta etapa se carga tolva con tierra, banda transportadora llena cernidora, cernidora granula la tierra, quita piedras, madera, plásticos de la tierra, transportar a la segunda etapa por medio de bandas la tierra	Postura		10
	Vibraciones		1
	Ciclo breve		
	Ropa Molesta		0
	Tensión Mental		0
	Monotonía		11
	Tensión Visual		0
	Ruido		2
	Temperatura Humedad		6
	Ventilación		0
	Emanaciones de gases		0
	Polvo		2
	Suciedad		5
	Presencia de agua		0
	Total, Puntos suplementos		70 37%

Tabla 10*Cálculo de Suplementos Etapa 2*

Actividad	Suplemento	kg	Puntos
Vaciar Cama	Esfuerzo intenso	10	33
esta es la última actividad de la etapa 2 después del enfriamiento de la tierra con pala se carga banda transportadora que llena tolvas de la etapa 3	Postura		10
	Vibraciones		1
	Ciclo breve		
	Ropa Molesta		0
	Tensión Mental		0
	Monotonía		11
	Tensión Visual		0
	Ruido		2
	Temperatura Humedad		6
	Ventilación		0
	Emanaciones de gases		0
	Polvo		2
	Suciedad		5
	Presencia de agua		0
		Total, Puntos suplementos	

Uso de Herramientas

Mejorar el uso de herramientas existentes, explorando opciones de capacitación para los empleados y actualizando los equipos si es necesario, con el objetivo de maximizar su rendimiento y su contribución al proceso productivo

Teniendo en cuenta que las herramientas con mayor uso en esta planta es la pala se hace una revisión de esta herramienta en aras de afectar el porcentaje de la fatiga, la ergonomía y los elementos de protección personal del colaborador.

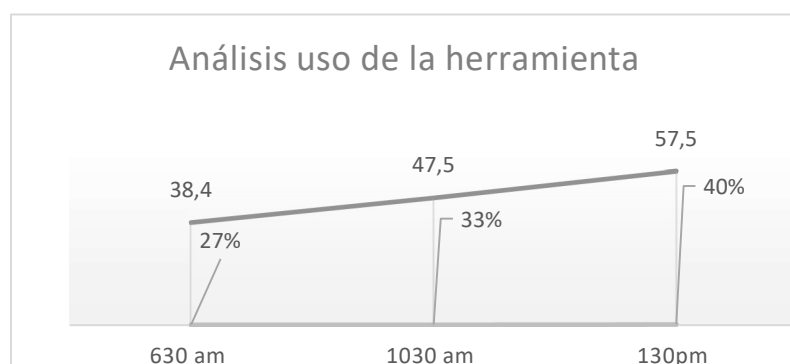
Tabla 11

Toma de tiempos en segundos por # de palada cargadas en tolva

Hora	Seg/# carga en tolva	Seg/# carga en tolva	Seg/# carga en tolva	Seg/# carga en tolva	Seg/# carga en tolva	Tiempos segundos	% del T. Total
6:30 a. m.	30,21	28,34	31,26	28,1	28,5	38,4	27%
10:30 a. m.	34,52	36,1	36,5	37	37,3	47,5	33%
1:30 p.m.	45,21	44,2	43,23	43,45	43,2	57,5	40%

Figura 10

Análisis uso de la herramienta al cargar tolva



Fuente. Propia

Figura 11

Contextualización del ejercicio práctico



El ejercicio que se hace es el tomar tiempo de carga de un numero de 10 cargas en tolva 3 veces en el turno para determinar donde se genera mayor fatiga.

Uso de Elementos de Protección Personal

Realizar un análisis ergonómico de los movimientos de los colaboradores durante el desempeño de sus tareas y uso de los Elementos de protección, con el fin de identificar posibles riesgos de lesiones o enfermedades laborales, y tomar medidas preventivas para garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable.

Figura 12

Análisis del uso de elementos de protección personal



Fuente. Propia

Se evidencia el no uso de guantes, careta/mascarilla y cinturón lumbar para carga, adicional a ello se evidencia la dificultad al ejecutar la labor con pala 1 es una pala muy ancha con su cabo muy pequeño siendo esta pala con un peso de 900 gramos más pesada que el número dos.

Unidad Producidas Mes Antes de Proyecto

Analizar producción actual e Implementar estrategias para aumentar la producción de unidades, teniendo en cuenta la unidad estándar obtenida y buscando alcanzar niveles óptimos de rendimiento que satisfagan la demanda del mercado y mejoren la competitividad de la empresa.

Tabla 12

Estado de las unidades producidas antes de iniciar proyecto

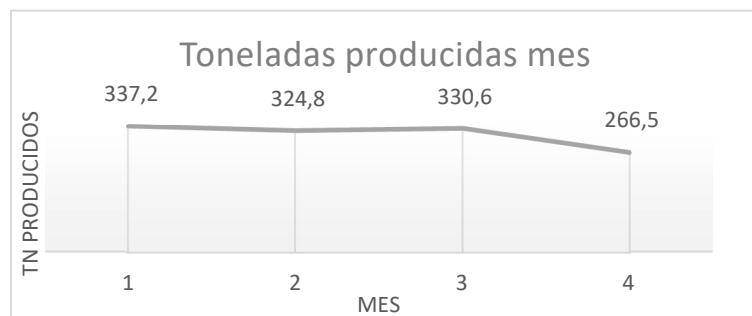
	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Toneladas Producidos Mes	337,2	324,8	330,6	266,5
Variación % de unidades		-4%	2%	-19%
Promedio Unidades día	13,0	12,5	12,7	10,3

No se tiene unidad estándar en la planta se produce acorde a necesidad de las fincas los que hace que por falta de programación y desconocimiento de su capacidad productiva incumplan con sus pedidos, generen horas extras de manera innecesaria, esfuerzan de los colaboradores exponiéndoles a posibles lesiones o fatigas, retrasan los procesos de la continuidad de la cadena productiva no tiene un balanceo de línea clara.

Se plantea entonces aparte del calcula de la unidad estándar también realizar diagrama de actividades múltiples que permite evaluar las tareas realizadas en las etapas del proceso.

Figura 13

Producción en toneladas antes de iniciar proyecto



Fuente Propia

Indicadores para el Control y Seguimiento de la Producción

Incorporar indicadores clave de rendimiento (KPI) que permitan monitorear y evaluar de manera efectiva el desempeño del proceso de producción, identificando áreas de mejora y oportunidades de optimización en tiempo real.

La planta carece de un sistema de control de la producción basado en indicadores, lo que dificulta notablemente la mejora del rendimiento.

Los indicadores de producción son esenciales para medir de manera objetiva el desempeño de la planta

Sin esta herramienta, la toma de decisiones se ve comprometida, ya que los jefes o líderes no disponen de información crucial y temprana para identificar posibles de mejoras como la eficiencia, la calidad y la rentabilidad de la producción,

Además, la planificación y programación de la producción se vuelven difíciles sin indicadores que permitan prever la demanda, gestionar inventarios y coordinar recursos de manera eficiente para satisfacer las necesidades de las fincas (clientes internos).

En consecuencia, es imperativo implementar como mínimo indicador de unidades producidas para impulsar mejoras significativas en el desempeño y la competitividad de la planta.

Digitalización de la Producción

Digitalizar la información relacionada con la producción, implementando sistemas de gestión de datos y tecnologías de información que faciliten la recopilación, análisis y presentación de datos de manera eficiente y precisa, eliminando la necesidad de registros manuales y reduciendo los errores humanos.

Se realizó un análisis de los registros realizados donde se identificó un formato no codificado que registra las toneladas despachadas diariamente. Este formato es entregado mensualmente al área financiera y se entrega al jefe de área como resumen de la producción realizada durante un mes.

Es crucial mejorar este proceso mediante la digitalización de la información y su disponibilidad en línea.

La digitalización facilitaría la captura, almacenamiento y acceso a los datos de manera más eficiente y precisa. Al tener la información en línea, el área financiera y otros departamentos relevantes podrían acceder a los datos en tiempo real, lo que permitiría una toma de decisiones más ágil y fundamentada.

Además, la digitalización reduce el riesgo de pérdida o deterioro de los registros físicos, mejora la colaboración entre equipos y optimiza los flujos de trabajo dentro de la organización.

Figura 14

Formato para registro de producción

MES	LA CESA	N°REM	CONDUCTOR	ALHAMBRA	N°REM	CONDUCTOR	PAGUA	N°REM	CONDUCTOR
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									

Fuente. Propia

Resultados

Toma de Tiempo para Definir Unidad Estándar

Se lleva a cabo una exhaustiva y minuciosa toma de tiempos con el objetivo de determinar con precisión la unidad estándar del proceso en cuestión como se puede ver en la Tabla 5, es relevante subrayar que dicho proceso carecía de un análisis de tiempos previo y no disponía de una unidad estándar claramente definida. Los resultados obtenidos a través de este estudio meticuloso son:

Tabla 13

Resultado calculo unidad estándar

Actividad	OB	F	N°P/A	SP	Σ TN	Σ TE	TNU	UE/ Hora*Cama
Cernir Tierra	13	1	1	31%	1.668,94	128,38	168,18	2,8
Emparejar cama	13	1	1	25%	203,60	15,66	19,58	0,3
Esterilizar cama	13	1	1	5%	858,80	66,06	69,36	1,2
Enfriar cama	13	1	1	5%	5.836,80	448,98	471,43	7,9
Vaciar cama	13	1	2	31%	906,31	69,72	91,33	1,5
Mezclar	13	1	1	10%	698,30	53,72	59,09	1,0

Tabla 14*Resultado Unidad estándar por etapa*

Etapa	Alcance	Actividad	Horas/cama	Kg Procesados /hora antes	Kg Procesados /hora actual
Etapa 1	Alcance	Actividad	Horas/cama	Kg Procesados /hora	Kg Procesados /hora
Cernir Tierra	Inicio: Tomar pala Fin: llenado de camas	Cargar tierra en tolva limpiar cernidora transportar desperdicio de tolva llenado de camas	2,8	No se tenía unidad estándar	764
Etapa 2	Alcance	Actividad	Horas/cama	Kg Procesados /hora	Kg Procesados /hora
Esterilizar	Inicio: emparejar cama Fin: vaciar camas	Emparejar cama Esterilizar cama Enfriar cama Vaciar cama	10,6	No se tenía unidad estándar	552
Etapa 3	Alcance	Actividad	Horas/cama	Kg Procesados /hora	Kg Procesados /hora
Mezclado	Inicio: cargue de tolva Fin: almacenar producto	Cargar tolva con aserrín Nivelar tolva con tierra mezclar aserrín -tierra empacar almacenar	1	No se tenía unidad estándar	5909

Es fundamental destacar que la consecución de esta unidad estándar ha sido el resultado de una serie de mejoras implementadas en el proceso, incluyendo la adopción de herramientas más eficientes, considerando la carga involucrada, estas modificaciones han generado una notable reducción en los suplementos, pasando del 37% al 31% en la actividad de cargar la tolva.

Este logro subraya la importancia de la optimización continua y el impacto significativo que puede tener en la eficacia y eficiencia del proceso en su conjunto.

Esto se logra con el cambio de la herramienta de cargue (pala) esta es más pequeña lo que genera una carga de hasta máximo 6 kg que será descrita como pala 2 en la imagen, al cambiar la herramienta se logra bajar la carga hasta un máximo de 4 kg teniendo en cuenta que la capacidad de la herramienta anterior es de máximo de 10kg

Además, se evaluó la longitud del cabo de la herramienta y se observó que, debido a su corta longitud en la pala 1, la postura lumbar del colaborador experimentaba una inclinación pronunciada, lo que podría causar molestias en la espalda baja. Por lo tanto, al realizar el cambio de herramienta, se tomó en cuenta este aspecto para prevenir posibles enfermedades o lesiones en la espalda baja del colaborador.

Es importante resaltar q el uso de esta herramienta seda en dos etapas del proceso Etapa 1 al cargar tolva y la etapa 2 al vaciar cama lo que conlleva afectación positiva en el cálculo de los suplementos de 2 etapas del proceso productivo.

Figura 15

Uso de herramientas etapa 1 – etapa 2



Es importante también destacar que este cambio disminuye la fatiga, teniendo en cuenta que no es suficiente el cambio de la herramienta para mejorar la fatiga que genera esta actividad se hace un análisis de la fatiga en diferentes horas de la jornada laboral (inicio, medio y fin de la labor), como se pudo ver en la Tabla 6 de la ejecución, se realiza una toma de tiempos con solo 4 horas en la labor haciendo relevo a los colaboradores y estos son los resultados:

Tabla 15

Toma de tiempos en segundos por # de palada cargadas en tolva

Hora	Seg/# carga	Seg/# carga	Seg/# carga	Seg/# carga	Seg/# carga	Tiempos segundos	% del T. Total
6:30 a. m.	30,21	28,34	31,26	28,1	28,5	38,4	27%
10:30 a. m.	34,52	36,1	36,5	37	37,3	47,5	33%
1:30 p.m.	45,21	44,2	43,23	43,45	43,2	57,5	40%

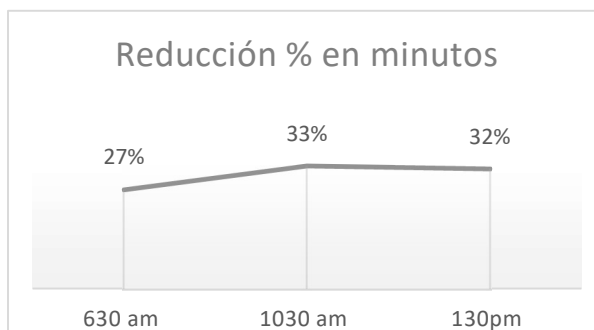
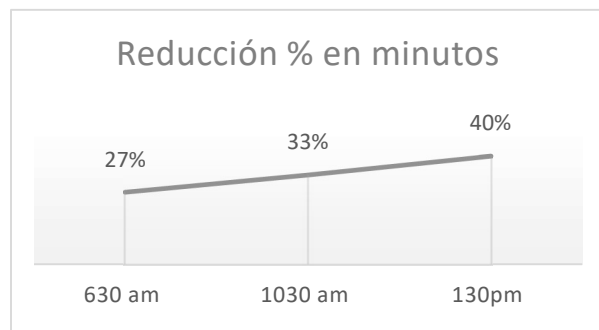
Tabla 16

Toma de tiempos en segundos por # de palada cargadas en tolva con relevo de 4 horas

Hora	Seg/# carga	Seg/# carga	Seg/# carga	Seg/# carga	Seg/# carga	Tiempos segundos	% del T. Total
6:30 a. m.	30,21	28,34	31,26	28,1	28,5	38,4	27%
10:30 a. m.	34,52	36,1	36,5	37	37,3	47,5	33%
1:30 p.m.	33,2	36,21	37,6	32,8	37,3	46,4	32%

Figura 16

Análisis de la reducción % en minutos con el relevo de labor



Fuente. Propia

Se evidencia entonces el resultado de la toma de tiempos a 8 horas de labor que al finalizar la jornada tiene un tiempo promedio de cargue en tolva de 57,5 segundo mejorando este punto con los relevos de labor a 46,4 segundos por cargue los porcentualmente se expresa gráficamente con una reducción del 8% pasando del 40% al 32% de tiempo ocupado en el cargue de la tolva, se concluye que la fatiga del colaborador también será menor al estar solo 4 horas en esta labor.

Continuando con esta línea de mejoramiento es primordial destacar los avances significativos en el fortalecimiento del uso de Elementos de Protección Personal (EPP). Tras los análisis efectuados, se evidenció la carencia de guantes, mascarillas para protección respiratoria y protección auditiva entre los colaboradores. Se ha puesto un énfasis especial en el área de Seguridad y Salud en el Trabajo, reconociendo la importancia de prevenir posibles enfermedades respiratorias derivadas de la exposición al material (tierra) durante las labores.

Además, se ha sugerido una revisión profunda del tema de carga individual, dado que los colaboradores no cuentan con cinturones para carga, este aspecto es de suma relevancia, considerando que al finalizar el proceso productivo (Etapa 3), el empaque del sustrato se realiza en bultos de 25 kg cada uno.

Es esencial implementar medidas de protección adecuadas para salvaguardar la integridad física y la salud de los trabajadores teniendo en cuenta que límite de carga según la Administradora de Riesgo Laboral con la que cuenta la compañía es de 25kg.

Figura 17*Uso de los Elementos de protección**Fuente. Propia***Estrategias para Mejorar en La producción**

Analizar la producción actual para buscar aumentar la producción de unidades conlleva una serie de beneficios que van desde satisfacer la demanda de las fincas al a que abastece la planta hasta mejorar la competitividad y la rentabilidad de la empresa.

Dentro de las muchas herramientas que tiene la ingeniería industrial se encontró sumamente útil usar en este análisis el diagrama de actividades múltiples este es una herramienta que permite comprender, analizar, identificar oportunidades de mejora en aras de aumentar la eficiencia y optimizar los recursos actuales de la planta de sustrato.

esta herramienta es crucial en el ámbito de la gestión y la mejora de procesos, su importancia radica en varios aspectos fundamentales:

Visualización de Procesos. El diagrama de actividades múltiples proporciona una representación visual de los diferentes pasos y actividades que componen un proceso, esto permite a los equipos comprender fácilmente cómo se desarrolla el proceso y cómo se relacionan las distintas actividades entre sí.

Identificación de Cuellos de Botella. Al analizar el flujo de trabajo representado en el diagrama, es posible identificar áreas donde se acumulan tareas o actividades, lo que puede indicar cuellos de botella que ralentizan el proceso y afectan la eficiencia.

Análisis de Tiempos y Recursos. El diagrama de actividades múltiples facilita la evaluación de los tiempos de ejecución de cada actividad, así como el uso de recursos necesarios. Esto ayuda a identificar oportunidades para reducir tiempos muertos, optimizar recursos y mejorar la productividad global del proceso.

Detección de Actividades Redundantes o Innecesarias. Al visualizar el proceso en su totalidad, es posible identificar actividades redundantes o innecesarias que pueden eliminarse o simplificarse para aumentar la eficiencia y reducir los costos.

Establecimiento de Estándares y Mejores Prácticas. El diagrama de actividades múltiples sirve como base para establecer estándares y mejores prácticas en la ejecución del proceso ayudando a garantizar la consistencia y la calidad en la realización de las actividades.

Facilitación de la Comunicación y la Colaboración Al proporcionar una representación visual clara del proceso, el diagrama de actividades múltiples facilita la comunicación y la colaboración entre los miembros del equipo y las partes interesadas involucradas en la ejecución y mejora del proceso.

Diagramas de Actividades Múltiples

Diagrama de actividad múltiple inicial

Figura 18

Diagrama de actividad múltiple inicial

	Etapa 1		Etapa 2			Etapa 3		
	1 Paleador	1 Transportador	1 colaboradores	Maquina	Maquina	2 colaboradores	2 colaboradores	3 colaboradores
0	Cernir tierra 6 Toneladas	transportar tierra en coche sobrante de cernido	Emperejar cama	Esterilizar cama	Efriar cama	vaciar cama		
1								
2								mezclar aserrin tierra
3						vaciar cama		
4	Cernir tierra 6 Toneladas		Emperejar cama	Esterilizar cama			mezclar aserrin tierra	empacar
5								
6								
7								
* capacidad 12 TN								

Fuente. Propia

Diagrama de actividad múltiple Propuesta

Figura 19

Diagrama de actividad múltiple propuesta

Diagrama de actividades múltiples mejoras								
Etapa 1		Etapa 2			Etapa 3			
2 Paleador	1 Transportador	1 colaboradores	Maquina	Maquina	2 colaboradores	2 colaboradores	2 colaboradores	
0		Emperejar cama <i>se mejora la cama y se quita esta labor</i>	Esterilizar cama	Efriar cama	vaciar cama			
1	Cernir tierra 6 Toneladas	Transportar tierra en coche sobrante de cernido		<i>se revisa tiempo actual de 10 horas y se valida que la temperatura baja en 8 horas y adicional a ello se propone agregar un tubo mas de enfriamiento lo que en teoria bajaria a 4 horas el tiempo de efrimiento.</i>		mezclar aserrin tierra	Empacar	
2								
3								
4	Cernir tierra 6 Toneladas	Emperejar cama <i>se mejora la cama y se quita esta labor</i>	Esterilizar cama			vaciar cama	mezclar aserrin tierra	empacar
5		<i>Se usa una banda transportadora que reemplaza operario y se quita la actividad de transportar tierra en coche.</i>						
6								
7	cernir tierra Toneladas 3,1							

*Con el estudio de Tiempo se de termina 3,1 mas de capacidad
*Capacidad 15,1 TN

Fuente. Propia

En la etapa 1 del proceso el diagrama permite visualizar que se está generando un transporte de tierra que implica que un colaborador desplaza la tierra que la cernidora no alcanza a cernir se hace el análisis de este cuello de botella y se identifica que por cada 6000 kg que pasa por la cernidora esta no expulsa 2204 kg que deben ser reprocesados lo que porcentualmente equivale a 37% de reproceso.

Este material saliente de la cernidora es transportado en un coche por un colaborador y llevado a un montículo donde el tractorista la mueve nuevamente para ser reprocesado este proceso se repite toda la jornada laborar.

Se encuentra entonces 2 oportunidades de mejora la primera es reducir la salida de material sin cernir; Este se logra repositonando el equipo 14grados más altos reduciendo su

inclinación con ello el material este más tiempo en la cernidora y baja menos rápido lo que le permite a la cernidora dar más vueltas en su eje y lograr cernir una mayor cantidad de tierra y adicional se incrementa una vuelta más de velocidad a la máquina.

La segunda oportunidad de mejora que implica que un colaborador desplace material en un coche toda la jornada laboral. Esta se soluciona poniendo a punto una de las bandas antiguas, con esta se anula el desplazamiento en coche del material saliente, optimizando así el proceso y eliminando una tarea manual innecesaria, cabe aclarar que ya no se necesita la intervención del colaborador en esta actividad y el montículo de tierra es movido por el tractorista tal cual como se hace si el colaborador transportara la tierra en el coche.

Figura 20

Evidencia mejora etapa 1



En la etapa 2 del proceso el diagrama permite visualizar dos oportunidades de mejoras la primera es en la emparejada de la cama, la cama es el contenedor metálico que contiene la tierra cernida mientras se da su proceso de esterilización.

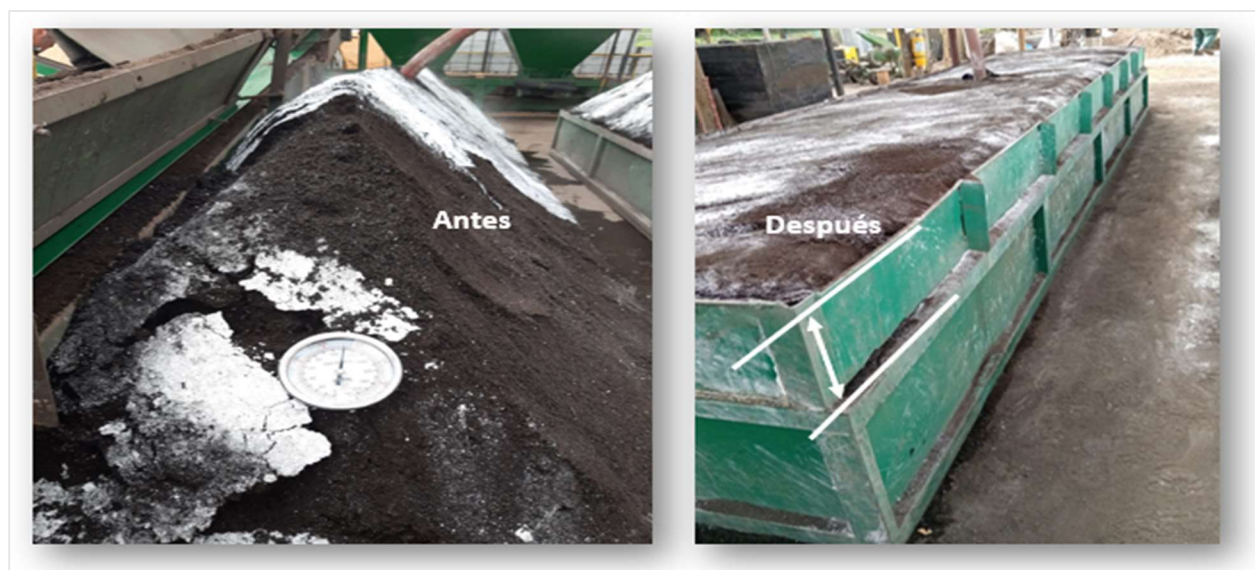
El emparejamiento de la cama es un proceso que hace un colaborador con una pala y le va dando forma de pirámide a la cama esto lo hace para lograr mayor cantidad de tierra a

esterilizar, el colaborador espera que la cama vaya llenando y le da forma a la pirámide lo que hace que se generen tiempos improductivos.

La solución propuesta y ejecutada para esta actividad fue cubicar la cama hasta lograr el volumen de la pirámide y levantar el alto de la cama en lamina solada permitiendo suprimir esta labor innecesaria.

Figura 21

Evidencia mejora etapa 2



Fuente. Propia

El siguiente cuello de botella es generado en el enfriamiento de la cama el procedimiento dice que la temperatura disminuye de 80 grados a temperatura ambiente en una mínima de 10 horas; teniendo en cuenta que la planta actualmente labora un solo turno el enfriamiento de las camas se deja hasta el día siguiente si ser necesario. Este enfriamiento se da de manera mecánica inyectando aire a la tierra por medio de tubería distribuida en la cama. Aquí se encontraron varias oportunidades de mejora unas que fueron implementadas y otras que quedaron como propuesta.

Propuesta 1, Validar Número de Horas Necesaria para Lograr Temperatura

Ambiente. Se hace una validación del procedimiento y se encuentra que la temperatura baja de 80°C a 20°C en un máximo de 8 horas en las condiciones actuales, teniendo una reducción de 2 horas acorde al procedimiento.

Propuesta 2, Repotenciar los Equipos Inyectores de Aire. El área de mantenimiento hace la valoración de los equipos y encuentra que los equipos tienen un desgaste normal lo que reduce su capacidad de enfriamiento y sugieren reemplazar los equipos. Esto queda como propuesta para el año 2024 dentro de las iniciativas presupuestales.

Propuesta 3, Poner Temporizadores a los Inyectores de Aire. Teniendo en cuenta que estos equipos tienen alto consumo de energía eléctrica y que encendidos hasta el día siguiente sin ser necesario se sugiera adaptar temporizadores que permiten apagar estos equipos, como esta propuesta genera valor se sugiere que el supervisor deje a nota en portería de la hora de inicio y fin de la inyección de aire y sea el vigilante encargado de dar ronda quien apague estos equipos. Con esta medida se logra reducir hasta 10 horas los equipos encendidos sin ser necesario.

Este equipo tiene un motor con 3 caballos de fuerza con un promedio en consumo de energía de 2238 vatios horas, con esta medida de ser apagado por el vigilante se logra un ahorro anual de \$ 10.809.002 pesos, el cálculo es el siguiente:

Tabla 17

Calculo ahorro de energía eléctrica kW

Ítems	Cantidad
Caballos de fuerza motor (HP)	3
Vatios generados hora	2.238
Precio kW	\$ 516
# Equipos	3
Horas conexión innecesaria	10
Días laborados mes	26

Meses laborados año	12
Ahorro anual	10.809.003

Propuesta 4, Ampliar de 1 a 3 Entradas de Aire Sobre la Misma Tubería. Las camas solo tienen una entrada de aire lo que limita el enfriamiento de la cama se sugiere colocar dos entradas más para reducir el tiempo de enfriamiento, esta propuesta queda a consideración del jefe de planta.

Propuesta 5, Ampliar Tubería en Cama para Generar Mayor Flujo de Aire. La tubería está distribuida a lo largo de la cama en la parte baja haciendo q el flujo del aire sea más lento por tanto el enfriamiento de la cama sea demorado, la propuesta es poner más tubería en la parte de arriba de la cama permitiendo un mayor flujo de aire y por ende una reducción del tiempo de enfriado logrado así hasta el 50% del tiempo actual de enfriado. Esta propuesta se lleva a cabo como prueba piloto en una cama y el resultado fue bueno no se logra reducir el tiempo de enfriado en el 50% pero si logra un 28% de disminución en tiempo.

Figura 22

Piloto con 3 entradas de aire



Fuente. Propia

En la etapa 3 del proceso el diagrama de actividades múltiples nos permite identificar que al empaquetar el sustrato no es necesario tener 3 colaboradores se hace una adaptación de altura y distribución a la máquina de empaque para que solo queden 2 colaboradores lo que permite optimizar el recurso mano de obra y asignarle nuevas labores.

Adicional a ello se hace un análisis del desperdicio de aserrín que es generado por el tamaño de la partícula, si la esta es muy grande no pasa por la cernidora y se vuelve desperdicio en proceso, se propone como solución la adquisición de una pulverizadora.

El análisis para la justificación de la máquina es el siguiente:

Por cada 1000kg producidos se desperdicia 36,7 kg de aserrín con una producción promedio mes de 315000 kg el desperdicio sería de 3570 kg calculado con 6 días de operación, el costo de cada kg de aserrín es de 205 pesos con un costo aproximado de pérdida de 732.465 pesos al mes.

La cotización de la máquina fue por un valor de \$ 7.345.000 pesos, lo que nos permite tener un retorno de la inversión en 10 meses.

Esta propuesta fue aprobada e incluida en presupuesto de iniciativas del 2024.

Diagrama de actividad múltiple Mejorado.

Figura 23

Diagrama de actividades múltiple mejorado

	Etapa 1	Etapa 2		Etapa 3		
	2 Paleador	Maquina	Maquina	2 colaboradores	2 colaboradores	2 colaboradores
0	Cernir tierra 6 Toneladas	Esterilizar cama	Efriar cama	vaciar cama		
1					mezclar aserrin tierra	empacar
2						
3	Cernir tierra 6 Toneladas	Esterilizar cama		vaciar cama	mezclar aserrin tierra	empacar
4						
5						
6						
7	cernir tierra Toneladas 3,1					

*Capacidad 15,1 TN

Fuente. Propia

Tras llevar a cabo un análisis exhaustivo y emplear una variedad de herramientas y técnicas de ingeniería industrial, tales como el cálculo detallado de la unidad estándar, la optimización de herramientas y la reducción porcentaje de suplementos, reducción en la fatiga diagrama de actividades múltiples, balanceo de línea y mejora continua, se han implementado mejoras significativas en múltiples etapas del proceso productivo.

En la primera etapa, se logró la mecanización eficiente del transporte del material para reprocesar como también la reducción de la fatiga implementado relevo de labor cada 4 horas, afectación positiva en la ergonomía del colaborador al bajar el peso de la carga manual y la postura por el uso de herramienta inadecuada eliminando así los cuellos de botella y aumentando la eficiencia general del proceso.

En la segunda etapa, se perfeccionó el emparejado de la cama y se optimizó el flujo de aire se optimiza el consumo de energía eléctrica, lo que resultó en la optimización de mano de

obra y reducción en los tiempos de operación de esta etapa, permitiendo la reducción del cuello de botella identificado en esta etapa como lo es el enfriamiento de la tierra.

En la tercera etapa, se propuso la adquisición de maquinaria especializada para eliminar el desperdicio de aserrín y se reasignaron tareas para lograr una distribución óptima del trabajo, reduciendo la necesidad de mano de obra y optimizando la materia prima.

Como resultado de estas mejoras integrales, se estima una reducción del 11% en la mano de obra requerida, un aumento considerable en la producción diaria de 3100 kg en comparación con los promedios anteriores, y una mejora notable en las condiciones laborales del personal, incluida la implementación de elementos de protección personal.

Estos avances no solo han impulsado la eficiencia y la productividad en el proceso, sino que también han elevado el estándar de seguridad y bienestar para los colaboradores, reafirmando el compromiso de la empresa con la excelencia operativa y el cuidado del equipo humano.

Análisis del Resulta de Unidades Producidas

Tabla 18

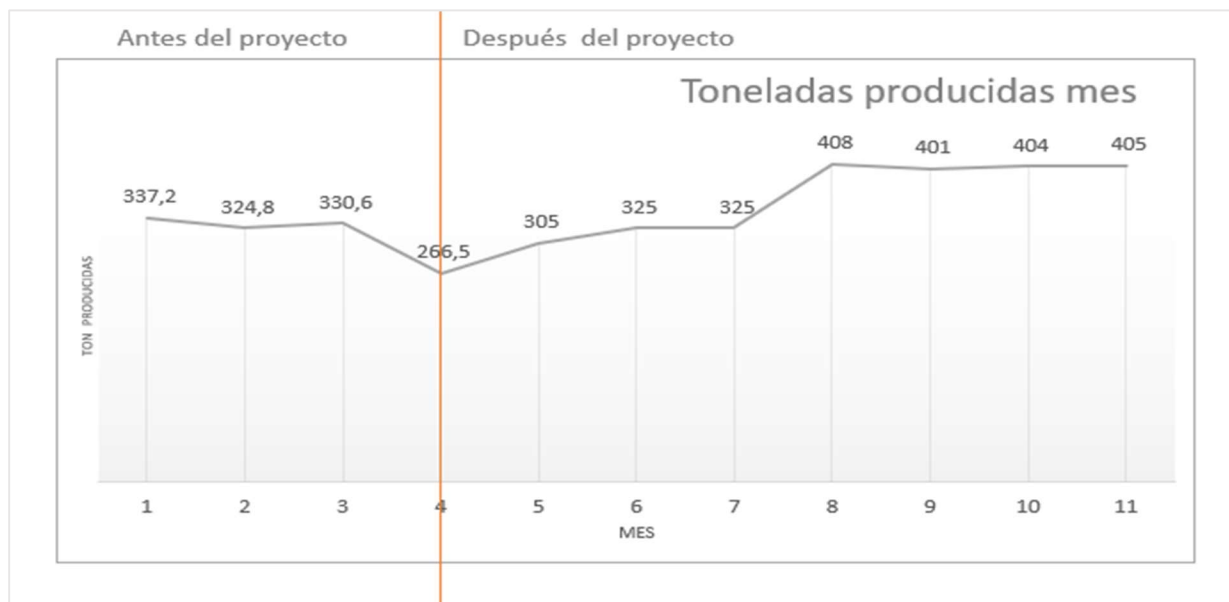
Resultados obtenidos, eficiencia en unidades producidas

Variable	Kg Producidos
Promedio unidades producidas Enero -Abril antes del proyecto	12.107
Promedio unidades producidas Agosto -Noviembre después del proyecto	15.505
Incremento de la producción por ciento %	28%

***Se toma el promedio de agosto a noviembre donde se nota la estabilidad de la producción.**

Figura 24

Unidades producidas antes del proyecto y su resultado



Fuente. Propia

Optimización Costo de la Planta Año

Tabla 19

Análisis del resultado de optimización costo de la planta.

Descripción	Ahorro anual
*Se entrega un colaborador ahorro anual	\$ 22.200.000
*se procesa 3,1 toneladas más por día, esto bajaría el costo de kg	\$ 43.524.000
*se ahorra 28% de tiempo y energía en la actividad de enfriar cama.	\$ 10.809.003
Total	\$ 75.533.003

Tabla 20

Costo implementación mejoras

Actividad	Variable	costo \$
Transportar tierra sobrante: se usa una recuperada	Reparar banda	175.600
	Mano de obra	56.250
Mejorar en cama: se le da más altura estructura metálica	Materiales	675.000

	Mano de obra	112.500
Piloto para enfriar cama: tubería nueva	Mano de obra	75.800
	Materiales	320.000
Total		1.415.150

Para mantener y potenciar los resultados obtenidos, es crucial establecer un riguroso control y seguimiento de la producción. Para ello, proponemos la implementación de indicadores que permitan monitorear de manera precisa el estado actual de la producción y controlar los niveles de desperdicio. Esta medida es de suma importancia para asegurar la continuidad de las mejoras en la planta y facilitar la toma oportuna de decisiones por parte de la alta dirección. Garantizar un monitoreo constante y efectivo es fundamental para optimizar los procesos, identificar áreas de oportunidad y mantener la eficiencia operativa en todo momento.

En la actualidad, el registro de la producción diaria se realiza de forma manual en papel. Esta información, vital para la toma de decisiones, se recopila y analiza conforme a las necesidades de la jefatura, y se envía al área financiera al final de cada mes. Sin embargo, este proceso arcaico impide disponer de datos en tiempo real, lo que resulta en demoras significativas y limita la capacidad de análisis oportuno.

La falta de acceso inmediato a información actualizada dificulta la toma de decisiones ágiles y precisas, y subraya la necesidad urgente de adoptar tecnologías de la Industria 4.0 y de realizar una transformación digital en la empresa. La implementación de sistemas automatizados de registro y análisis de datos permitirá una gestión más eficiente y dinámica, facilitando una toma de decisiones informada y estratégica en tiempo real. Esta transición hacia la digitalización es crucial para mantener la competitividad y la relevancia en un entorno empresarial cada vez más ágil y orientado a los datos.

Por tanto, se desarrolla una aplicación con la herramienta Power Apps de Microsoft donde la funcionalidad de esta es registrar los datos por medio de un celular, Tablet o PC, estos datos son almacenados en base de datos o tablas de datos permitiendo la toma de estos datos y con herramientas de visualización como Power BI de Microsoft se hacen tableros con interactividad gráfica de la producción permitiendo hacer seguimiento en tiempo real de estado del proceso productivo.

En esta aplicación no solo se propone llevar el registro de la unidades producidas también se propone hacer seguimiento los despachos a fincas, el stock de producto terminado y materia prima en planta, y los pedidos de sustrato de finca a planta de sustrato, este último también es un proceso manual donde la finca pide por medio de correo electrónico la necesidad de sustrato para la semana siguiente, este correo es tabulado en un Excel y este Excel es impreso por jefe de planta y entregado a supervisión de la planta el otro método es que lo lleva directamente al formato que se le entrega al supervisor y no queda con la información consolidada en Excel por tanto si tiene alguna duda nuevamente tendrá que buscar los correos recibidos, la aplicación permite los usuarios soliciten el sustrato y de manera inmediata se verá online la solicitud, quitando todos los pasos anteriores y permitiendo ver a todos los usuarios esta solicitud (Solicitante-jefatura-supervisión)

Los indicadores propuestos y que se visualizaran en este tablero interactivo son:

- Indicador de unidades producidas / capacidad de producción.
- Solicitud de sustrato / Entrega en finca
- Control desperdicio / unidades producidas.

Estos son los indicadores propuestos, la jefatura de la planta sugiera no realizar los indicadores hasta lograr estabilizar la producción, pero si acepta el cambio de la toma de datos y

permite hacer la transformación de la captura de información y esta quedara con unidades producidas, despachos, stock y pedidos de finca.

El resultado es el siguiente:

Figura 25

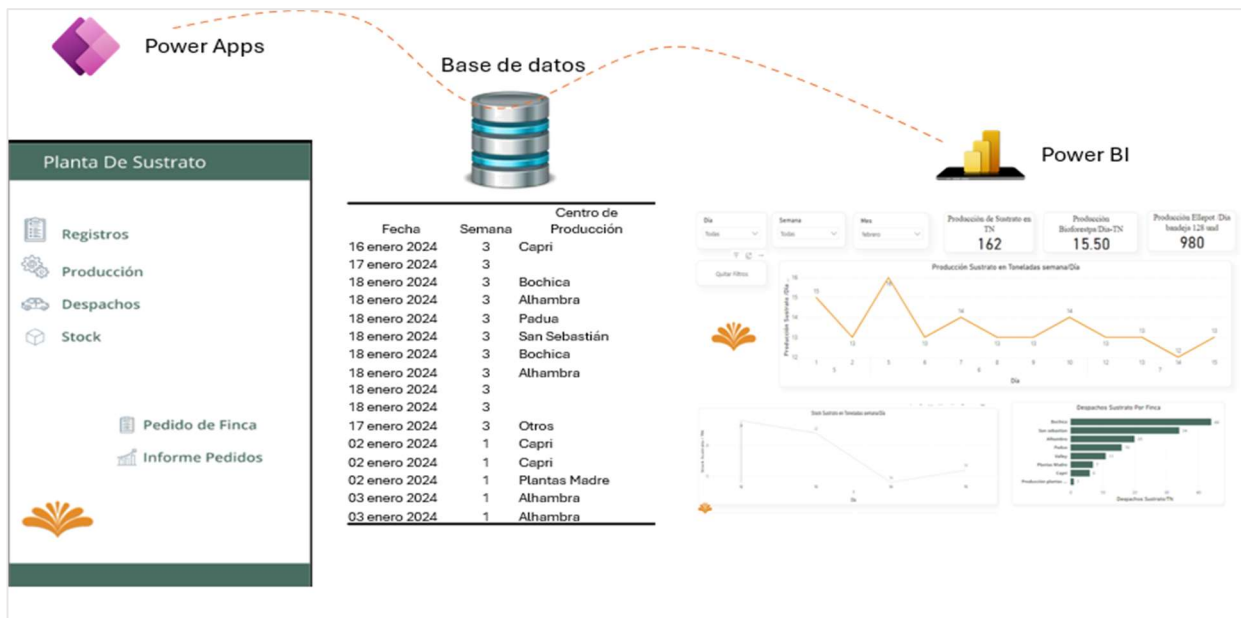
Formato para registro de producción.

N°	LA CIA	N°REM	CONDUCTOR	ALHAMBRA	N°REM	CONDUCTOR	PADUA	N°REM	CONDUCTOR
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									

Fuente. Propia

Figura 26

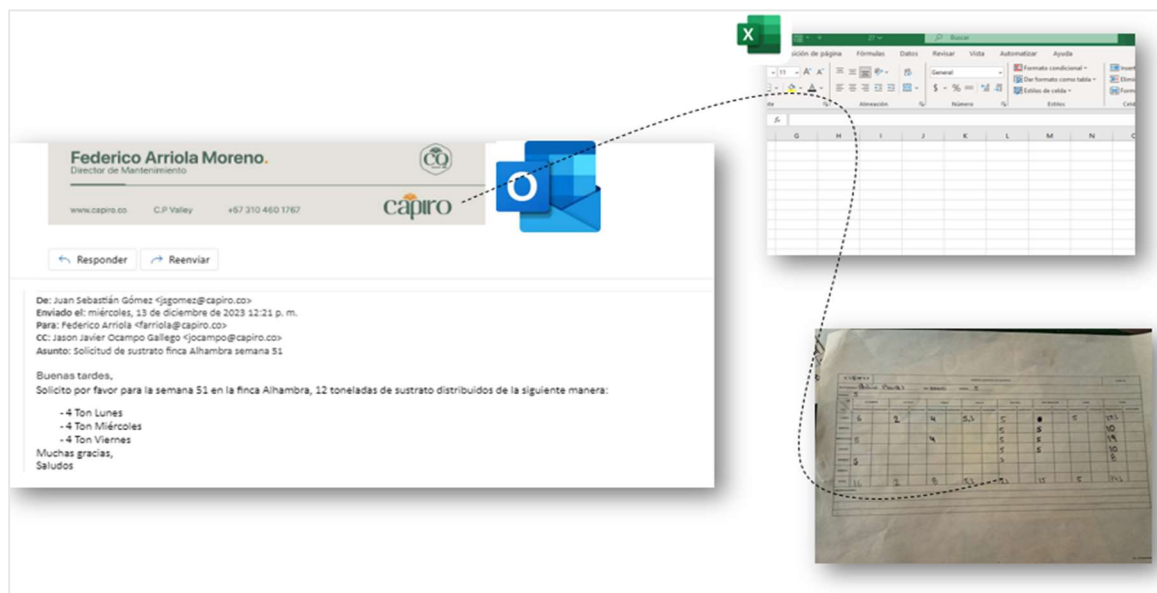
Proceso mejorado de la captura y visualización de datos



Fuente. Propia

Figura 27

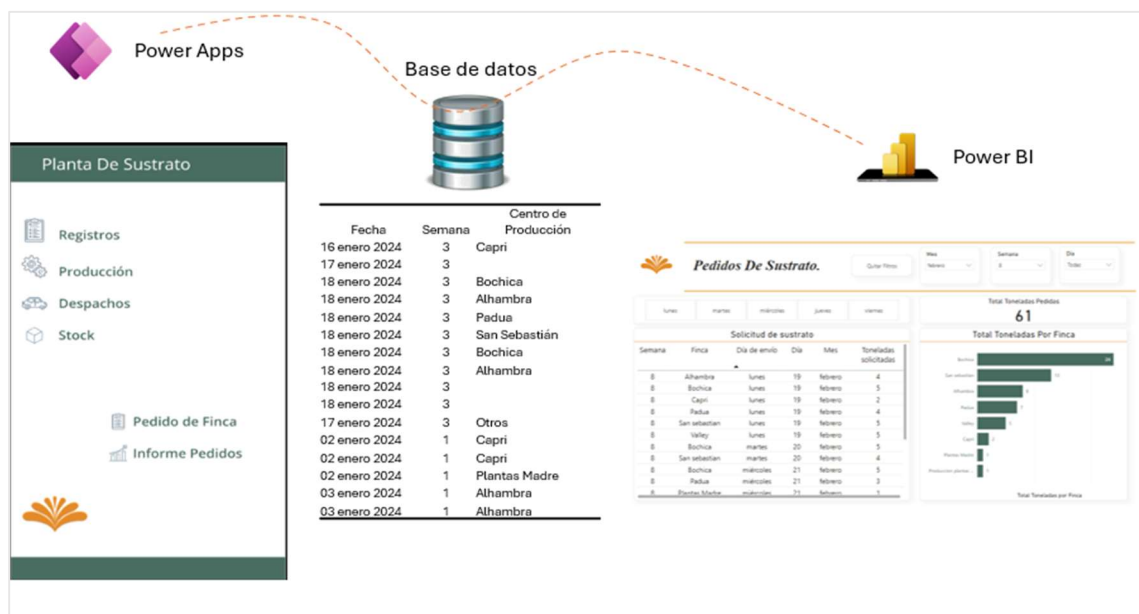
Proceso Actual pedido de Sustrato



Fuente. Propia

Figura 28

Proceso mejorado de la solicitud de sustrato



Fuente. Propia

El uso de la aplicación ha demostrado ser altamente efectivo, ya que elimina la dependencia del papel y reduce significativamente el tiempo empleado por los supervisores en tareas manuales como la recopilación y el análisis de datos en hojas físicas. Al proporcionar a la dirección una herramienta accesible en línea desde cualquier ubicación con conexión a internet, se facilita la toma de decisiones y se ofrece un panorama completo de la planta de producción en tiempo real.

Además, la mejora del proceso de solicitud de pedidos permite a los usuarios visualizar sus pedidos de manera instantánea, mientras que el jefe de planta se libera de tareas manuales tediosas. Esta transformación digital en las plantas de producción es fundamental para medir, controlar, analizar, cumplir y mejorar continuamente los procesos operativos que tarea de la ingeniería industrial.

Conclusiones

La mejora continua de los procesos productivos se presenta como un imperativo para la sostenibilidad y competitividad a largo plazo de esta industria. En un entorno global altamente dinámico, la implementación de prácticas innovadoras, la modernización de instalaciones y la optimización de procesos son elementos cruciales para mantener y fortalecer la posición de Colombia como referente en la floricultura mundial.

El análisis y la intervención de la ingeniería industrial en el contexto de la planta de sustrato han revelado oportunidades significativas para la mejora y la eficiencia operativa. La implementación de un estudio de tiempos ha permitido no solo identificar áreas críticas de proceso, sino también establecer una unidad estándar que sirve como base fundamental para la toma de decisiones y la planificación estratégica.

La ingeniería industrial ha desempeñado un papel crucial al identificar cuellos de botella, proponer soluciones innovadoras y dar pasos hacia la transformación digital en la planta de sustrato. Este enfoque holístico no solo busca mejorar los indicadores cuantitativos, sino también fortalecer la calidad, la eficiencia y la competitividad.

Recomendaciones

La creación de un ambiente laboral positivo es esencial. Se aconseja implementar medidas para mejorar el clima laboral, como programas de incentivos, capacitación en habilidades blandas y espacios de retroalimentación. Un personal comprometido y motivado será clave para el éxito de las iniciativas de mejora.

Se propone realizar programas de reinducción al personal, centrándose en la actualización de conocimientos, habilidades y roles específicos en el contexto de las nuevas tecnologías y procesos implementados. Esto garantizará que el equipo esté alineado con las transformaciones y contribuirá a una transición fluida hacia las mejoras propuestas.

Es crucial resaltar la relevancia estratégica del sustrato para la compañía. Se recomienda realizar campañas internas de concientización, destacando cómo la calidad del sustrato influye directamente en la producción de flores de alta calidad. Esta conciencia fortalecerá el compromiso del personal y su comprensión del papel crítico que desempeñan en el proceso.

Se aconseja establecer un sistema de monitoreo continuo para evaluar el impacto de las mejoras implementadas. Esto permitirá ajustes según sea necesario y garantizará una adaptación proactiva a cualquier cambio en el entorno operativo.

Referencia Bibliográficas

- Adrián M. Andrade, César A. Del Río y Daisy L. Alvear (2019) *Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado*. Scielo.org. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000300083
- Niebel, B. y A. Freivalds, (2014) *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. (11ª Ed). McGraw-Hill
- Vega-de la Cruz, L. O., & Nieves-Julbe, A. F. (2016). *Procedimiento para la Gestión de la Supervisión y Monitoreo del Control Interno*. (pp. 50-68.). Ciencias Holguín,
- Betancourt Quintero, D. (2019). *Qué es el estudio de métodos y cómo se hace en 8 etapas*. Ingenio Empresa. <https://www.ingenioempresa.com/estudio-de-metodos/>
- Rodríguez, J. (2015) *Ingeniería de métodos, productividad, trabajo estandarizado*. Slideshare. <https://es.slideshare.net/CHUCHO432/ingenieria-de-metodos-44651910>
- Salazar López, B. (2016). *Estudio del trabajo*. Ingeniería industrial online <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-del-trabajo/>
- Organización Internacional del Trabajo (1996). *Introducción al Estudio del trabajo* OIT
- Valle Núñez, A. P. (2020). *La planificación financiera una herramienta clave para el logro de los objetivos empresariales*. (pp.160-166) Revista Universidad y Sociedad,
- Zambrano Vargas S M. (2011) *Surgimiento y evolución de la ingeniería industrial*. Universidad de Santo Tomas. <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ivestigium/article/view/177/161>

La república (febrero, 2023) *Las exportaciones de flores crecieron 19,1% en 2022 y las rosas lideran el segmento*. la república. [https://www.larepublica.co/economia/las-](https://www.larepublica.co/economia/las-exportaciones-de-flores-crecieron-19-1-en-2022-y-las-rosas-lideran-el-segmento)

[exportaciones-de-flores-crecieron-19-1-en-2022-y-las-rosas-lideran-el-segmento](https://www.larepublica.co/economia/las-exportaciones-de-flores-crecieron-19-1-en-2022-y-las-rosas-lideran-el-segmento)

Superintendencia de industria y comercio de Colombia, SIC (2012) *Crisantemo en Colombia*.

Sic. <https://www.sic.gov.co/>

Abarca-Sánchez, S. A., & Ramos-Alfonso, Y. (2022). *Análisis de tiempos en el envasado de leche condensada en una Industria Láctea Ecuatoriana*. Scielo.org.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362022000400037