

Aplicación del indicador de eficiencia de equipos OEE, para el área de inyección como una forma de optimizar los procesos y recursos en la empresa Inversiones Pérez Vélez SAS

Camila Andrea Cano Betancurt

Asesor

Gabriel Jaime Rivera León

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI

Ingeniería Industrial

2023

Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado a Dios por su infinito amor, a mi madre Sara Cano mi mayor tesoro, a mis hermanos, Daniel, Danilo, Karool y Sofía, ustedes han sido mi motivo para lograrlo, deseo ser su ejemplo de fortaleza y superación.

A mi novio Carlos Alvarez por estar presente en todos los momentos de esta carrera y por alentarme a lograr mis objetivos.

Agradecimientos

Agradezco a la empresa Inversiones Pérez Vélez SAS por darme la oportunidad de crecer profesionalmente y brindarme los espacios para este proyecto, han sido grandes influyentes para adquirir conocimientos y experiencias en el área industrial.

Al tutor Gabriel Jaime Rivera León por su ayuda y acompañamiento en este proceso.

Resumen

El proyecto de implementación del indicador de desempeño OEE se llevó a cabo en la empresa Inversiones Pérez Vélez SAS de la estrella Antioquia, en el área de producción de inyección donde se fabrican productos plásticos para la parte eléctrica de la construcción.

El objetivo de la implementación del indicador es mejorar la productividad basados en el desempeño del proceso, calidad y disponibilidad de moldes y maquinas.

Para conseguir un mejor análisis de información se implementa: Recolección e ingreso a una base de datos, análisis pertinente del indicador, implementación y adecuación de fórmulas, capacitaciones, prueba del indicador, socializaciones con los interesados para su respectiva aprobación y evaluación del indicador.

Las etapas más importantes de este proyecto fueron: la implementación del formato de producción de los operarios, implementación de tablero de seguimiento, programa en Excel, análisis y aplicación de las diferentes herramientas de productividad, reuniones con los integrantes del grupo de producción para la toma de decisiones y medidas respectivas de acuerdo con los resultados arrojados por el indicador.

El trabajo se enfocó en la mejora continua de los tres indicadores, desempeño, calidad y disponibilidad, los cuales van mostrando prioridades respecto a cada proceso ya sea de mantenimiento, personal, proceso o maquinaria, identificando oportunidades de mejora, y haciéndolas sostenibles.

Palabras clave: Indicador; desempeño; disponibilidad; calidad; mejoras; metodologías.

Abstract

The OEE performance indicator implementation project was carried out at the Inversiones Pérez Vélez SAS company in Estrella Antioquia, in the injection production area where plastic products are manufactured for the electrical part of the construction.

The objective of the implementation of the indicator is to improve productivity based on the performance of the process, quality and availability of molds and machines.

To achieve a better analysis of information, the following is implemented: Collection and entry into a database, pertinent analysis of the indicator, implementation and adaptation of formulas, training, indicator testing, socializations with the interested parties for their respective approval and evaluation of the indicator.

The most important stages of this project were: the implementation of the production format for the operators, implementation of the monitoring board, Excel program, analysis and application of the different productivity tools, meetings with the members of the production group for the of decisions and respective measures according to the results obtained by the indicator.

The work focused on the continuous improvement of the three indicators, performance, quality and availability, which show priorities regarding each process, be it maintenance, personnel, process or machinery, identifying opportunities for improvement, and making them sustainable.

Keywords: *Indicator*; performance; availability; quality; improvements; methodologies.

Tabla de Contenido

Introducción	10
Planteamiento del Problema	11
Justificación	12
Objetivos.....	13
Objetivo General.....	13
Objetivos Específicos.....	13
Descripción de la empresa	14
Misión	14
Visión.....	14
Valores	14
Estructura organizacional.....	16
Marco Teórico.....	17
Diagrama de proceso.....	19
Metodologías para el mejoramiento de procesos.....	20
El ciclo de Deming.....	20
Diagrama de Pareto.....	20
Gráficos de control.....	21
Método Poka – Yoke	21

Gestión del mantenimiento	22
El mantenimiento de equipos y máquinas	22
Mantenimiento correctivo.....	22
Mantenimiento preventivo.....	23
Mantenimiento predictivo.....	23
Proceso de inyección de productos para la construcción.....	24
Eficiencia Global de los equipos (OEE).....	26
Situación actual y diagnóstico de la empresa	27
El mantenimiento de máquinas en el área de inyección	27
Identificación de situaciones de mejora en el área de inyección	28
Propuesta de solución al problema	28
Propuesta de implementación del indicador de eficiencia de equipos OEE para el mejoramiento del proceso de inyección de la empresa.....	29
Aplicación de metodologías de mejoramiento de procesos al área de inyección de la empresa	29
Implementación y cálculo del indicador OEE a los procesos del área de inyección	37
Resultados obtenidos en la implementación del indicador OEE al proceso de inyección	40
Evaluación de los resultados obtenidos en el cálculo del indicador OEE	42
Propuesta de mejora para el área de inyección, teniendo en cuenta los resultados obtenidos a partir del indicador OEE.....	43

Conclusiones 45

Recomendaciones 46

Lista de imágenes

Imagen 1 <i>Estructura de la empresa</i>	16
Imagen 2 <i>Ciclo Deming</i>	20
Imagen 3 <i>Paros noviembre 2022</i>	23
Imagen 4 <i>Foto Inyectora de la empresa</i>	24
Imagen 5 <i>Imagen de productos de Inversiones Pérez Vélez SAS</i>	25
Imagen 6 <i>Formula OEE</i>	27
Imagen 7 <i>Indicador mes de noviembre y diciembre 2022</i>	30
Imagen 8 <i>Promedio de desempeño, disponibilidad y calidad</i>	30
Imagen 9 <i>Descripción de paros</i>	31
Imagen 10 <i>Mejora del indicador</i>	31
Imagen 11 <i>Lista de chequeo</i>	31
Imagen 12 <i>Paros representativos</i>	314
Imagen 13 <i>Paros representativos en diagrama de Pareto</i>	314
Imagen 14 <i>Gráfico de control con los paros</i>	315
Imagen 15 <i>Indicador representado en diagrama</i>	315
Imagen 16 <i>Paros por daños mecánicos</i>	316
Imagen 17 <i>Tablero de sombras</i>	317
Imagen 18 <i>Mejora de paros</i>	318
Imagen 19 <i>Reporte diario</i>	319
Imagen 20 <i>Códigos de paros</i>	40
Imagen 21 <i>Base de datos para el OEE</i>	41
Imagen 23 <i>Mejora de ciclos</i>	42

Introducción

Actualmente para que una empresa sea competitiva y sostenible en el tiempo debe tener calidad en sus productos y ser eficiente en todos sus procesos logrando equilibrio en el costo.

Inversiones Pérez Vélez SAS una empresa dedicada a la producción y comercialización de productos para la construcción en la parte eléctrica, tiene una gran competencia en el mercado, por lo que el ser eficiente en los procesos es algo vital para la consecución del liderazgo.

El presente proyecto muestra el desarrollo, implementación y sostenibilidad del indicador OEE como método de optimización de procesos y recursos en la empresa Inversiones Pérez Vélez SAS, permitiendo identificar las condiciones actuales y logrando una mejora en la producción, calidad del producto, disponibilidad de las máquinas, moldes y reducción de costos de producción. Se hace énfasis en la reducción de producto no conforme, paros innecesarios que influyen en el rendimiento de la producción, mejoras en los ciclos de cada producto y el conocimiento del personal operativo sobre la parametrización de las máquinas y solución de problemas.

Se realiza la respectiva investigación del método de este indicador, teniendo como referencia otras empresas que lo han aplicado y lo hacen parte de sus indicadores diarios puesto que permite identificar el estado de los procesos, la solución de los posibles problemas que influyan en la productividad y eficiencia de estos.

Planteamiento del Problema

Toda empresa requiere del registro y control de sus datos para medir, cuantificar, y revisar el estado de los procesos. En el área de inyección de la empresa inversiones Pérez Vélez SAS, se viene presentando problemas productivos los cuales acarrear gastos en tiempos de paro, poca producción, problemas de calidad en los productos, alto costo de producción y gastos de repuestos, por ende, hay una oportunidad para implementar el proyecto de un indicador que muestre la realidad del proceso con números, un mejor análisis detallado y más información para poder tomar decisiones oportunas. El indicador de eficiencia o desempeño mide tres factores muy importantes dentro la planta, calidad de la producción la cual tiene como formula la cantidad total producida/cantidad no conforme, la disponibilidad que es el producto del tiempo total disponible/el tiempo total trabajado y el desempeño que se obtiene de la cantidad de producto real/producto ideal, finalmente la división de estos tres indicadores da un % el cual debe cumplir con la meta planteada. Antes de la implementación no se tenían argumentos justificables frente a la toma de decisiones ya que no existían datos o números que lo demuestren. Al poner en marcha este indicador y haciéndole el seguimiento pertinente para su información, se empieza a obtener argumentos suficientes para la toma de decisiones encaminadas a la gestión de mejoras para disminuir costos de producción y un control confiable de cada uno de los paros presentados durante todos los turnos, logrando un desempeño ideal acorde a los costos de cada producto planteado por la gerencia.

Justificación

Este proyecto se desarrolla desde la rama de la industria productiva, nace de la necesidad de conocer y mejorar oportunamente la eficiencia del proceso de inyección y a su vez la mejora de cada uno de los indicadores, para esto es necesario la identificación para luego realizar medidas por medio de la toma de decisiones. La empresa cuenta con estándares los cuales van enfocados a costos del producto los cuales sirven como base para la implementación de metas.

En la actualidad las empresas cuentan con el requisito de implementar sistemas de gestión exigido por la normatividad Colombiana, por ende, se establecen indicadores de gestión y mejoramiento continuo de sus procesos productivos permitiendo implantar acciones preventivas y correctivas acompañadas de un plan de seguimiento, para ser competitivos y sostenibles en el tiempo, teniendo así una visión clara del comportamiento de las líneas de producción, esto debido a los altos costos que ofrece en el mercado, por ello, la adopción de sistemas que ayuden a medir como el OEE que permite analizar y alcanzar las metas productivas que se proponen de acuerdo con los estándares, y a su vez implementar otros indicadores de productividad y mejora. Este indicador toma gran relevancia en el análisis de procesos, identifica las fallas en la máquina, materia prima, cuellos de botella y operación en general. La empresa decide implementar este indicador con el fin de mejorar el proceso de inyección de tal forma que se puedan tomar decisiones coherentes frente a cada situación presentada.

Objetivos

Objetivo General

Implementar el indicador de Eficiencia OEE en la empresa Inversiones Pérez Vélez SAS como una forma de optimizar los recursos de la organización.

Objetivos Específicos

Realizar un diagnóstico que permita evaluar las condiciones iniciales en las que opera el área de inyección en la empresa.

Identificar las necesidades de información y de recursos para la implementación del indicador.

Recolectar la información necesaria para la implementación del indicador por medio del formato de producción.

Aplicar la metodología del indicador OEE al área de inyección de la empresa Inversiones Pérez Vélez SAS.

Realizar seguimiento y análisis de los datos según la aplicación del indicador.

Proponer acciones de mejora para el área de inyección, teniendo en cuenta los resultados arrojados por el indicador.

Descripción de la empresa

Inversiones Pérez Vélez SAS es una empresa con más de 30 años en el mercado, experta en la manufactura de inyección de plástico y metalmecánica que, a través de la innovación, mejora continua, crecimiento de sus trabajadores y fortalecimiento de sus aliados, hace lo posible por ser sostenible en el tiempo.

Se dedica a la fabricación de productos para la construcción en la parte eléctrica, los cuales comercializa en toda Colombia, exporta a Centroamérica, el caribe y Ecuador, cuenta con 32 trabajadores vinculados los cuales colaboran a la producción de más de 100 referencias comercializables.

El estar trabajando en esta empresa como coordinadora de producción permite la intervención y análisis de procesos para la implementación de este indicador el cual ayuda a la mejora del proceso de inyección y a futuro en las otras áreas.

Misión

Desarrollar y mejorar los procesos industriales para entregar a los clientes productos de alta calidad que cumpla tanto con la normatividad establecida como con las necesidades de los clientes. Todo esto soportado por el crecimiento integral del equipo humano de la empresa.

Visión

Consolidar su marca en el mercado, aspira aumentar y estar a la altura de la competencia siendo innovador y eficientes en sus procesos basados en la mejora continua de sus prácticas.

Valores

Respeto: aceptan y aprecian al personal que conforma la empresa, son humanos y respetan las ideas y formas de pensar de cada uno.

Responsabilidad: son responsables con todas y cada una de las obligaciones, se reconocen y buscan mejorar cada error, se asumen las consecuencias de acuerdo a las normas de la empresa y se reporta a tiempo cada actividad.

Compromiso: se tiene sentido de pertenencia con las actividades y el proyecto a desarrollar, se toma cada proceso como propio y se logra dar los mejores resultados.

Honestidad: se manejan correctamente los recursos brindados para el desarrollo del proyecto, se tiene confidencialidad con los datos e información de la empresa y se utilizan para un solo fin que es el proyecto.

Marco Teórico

El objetivo de este proyecto es presentar el marco teórico que hace referencia a los principales conceptos que se aplicaran en el proyecto de investigación para la aplicación del indicador y que a su vez será de guía para los avances del análisis del proyecto, así como de las propuestas de mejora y sostenibilidad por medio del indicador OEE, lo que dará como resultado la identificación, la medición, diagnósticos, solución de problemas y mejoras en los procesos y costos del área de inyección mediante indicadores porcentuales. Se implementan diagramas y mapas de procesos como sustento del desarrollo de la investigación y desarrollo.

TRABAJOS PREVIOS

Macias, C. L. C., & Quintero, R. A. P. (2012). Implementación del sistema de indicadores de productividad y mejoramiento OEE (overall effectiveness equipment) en la línea tubería en corpacero para la mejora de los procesos ya que se ha presentado producto defectuoso, pérdidas de tiempo, averías, bajo rendimiento y desperdicios de material y se establece como meta implementar la herramienta de medición OEE en el 100% de los equipos de la línea de producción tubería de la empresa CORPACERO S.A. sucursal Bogotá, con el fin de obtener las causas reales de las principales pérdidas en cada máquina involucrada en el proceso y así presentar a la alta dirección las posibles acciones de mejora. Se define la capacidad instalada por modelos y capacidades de las máquinas, recopilaron información por medio de formatos que se le facilitaron a los operarios.

Algarra Rodriguez, I. L., & Sierra Parga, C. C. (2018). Estudio de la efectividad global de los equipos (OEE) y propuesta de mejoramiento basada en el uso de herramientas de manufactura esbelta en la empresa Inemflex SAS; Esta empresa tuvo la necesidad de medir y controlar la efectividad de sus equipos, con el propósito de crear acciones de mejoras, que

permitan al sistema productivo ser eficiente y competitivo en el mercado colombiano, se calculó el indicador mediante el uso de la base de datos generada por el software ERP (Sistema de planificación de recursos empresariales), en el que se determinó que su rango porcentual, está por debajo de los estándares de competitividad según word class.

Socconini, L. (2019). Libro practico para quienes inician la cultura Lean, incentiva la innovación, la disciplina y la búsqueda continua de la excelencia, mediante herramientas que mejoran la efectividad de los equipos y los tiempos de entrega.

Rojas Ruiz, S. (2021). Diseño de un plan para la implementación de un indicador de eficiencia global (OEE) en el centro de distribución de Industria Mercadeo y Color SAS. Donde se evidenciaron diferentes problemas y se vio la necesidad de implementar el indicador para obtener oportunidad de mejora en el área de picking, por lo cual se decidió plantear la evaluación de este y que tenga en cuenta la disponibilidad, el rendimiento y la calidad del proceso, obteniendo así una medición más completa y poder determinar la raíz del problema.

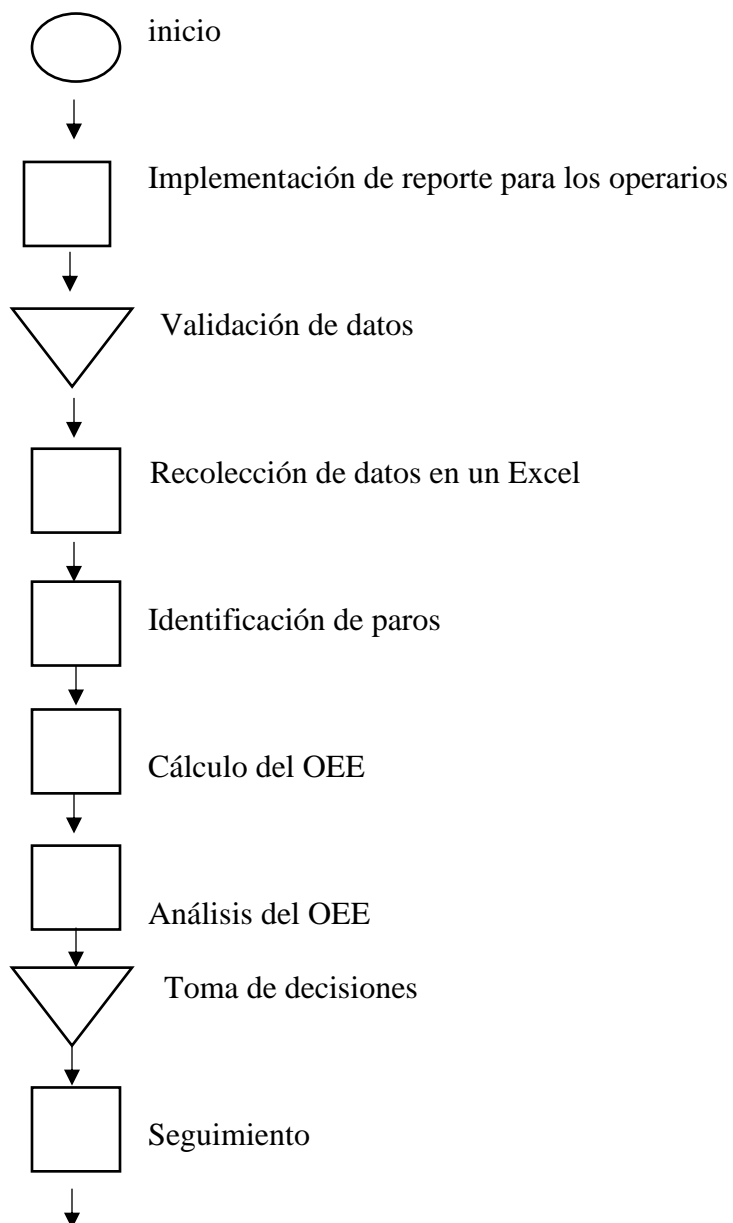
Bances Cruz, L. C. (2017). Determina cómo la aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de equipos OEE incide en el mejoramiento del proceso de fabricación de puntas de bolígrafos, se pudo identificar la relación entre el indicador OEE y la productividad de la fabricación de los bolígrafos.

Moncayo (2014). menciona que el indicador OEE informa sobre pérdidas y cuellos de botella del proceso, enlaza la toma de decisiones financiera y el rendimiento de las operaciones de planta, ya que permite justificar nuevas inversiones.

Diagrama de proceso

El diagrama de proceso es un medio para lograr los objetivos, ayuda a identificar el paso a paso, facilita la reducción de costos ocultos, identificación y eliminación de cuellos de botella, muestra la mejor forma de trabajos en línea, la información que brinda ayuda a la mejora de calidad y su sostenibilidad en el tiempo.

Se desarrolla diagrama OTIDA detallando el paso a paso para la implementación del indicador OEE en el área de inyección de la empresa Inversiones Pérez Velez SAS.





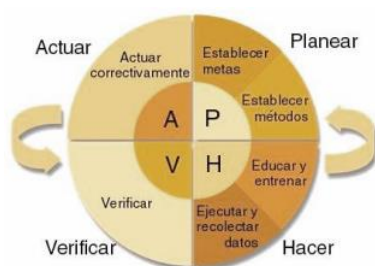
Metodologías para el mejoramiento de procesos

El ciclo de Deming

El ciclo de Deming permite la mejora de procesos de calidad, una parte de su filosofía es quitar y motivar las actividades de mejora, está integrado por 4 etapas las cuales serán necesarias para su objetivo: planear, hacer, verificar y actuar.

Imagen 2

Ciclo Deming



Fuente. LeanRoots, 2010

A partir de un planteamiento propio, forma de operar, metodología y potencial, ayudan a la efectividad en los resultados y puede ser aplicado dentro de cada proceso de la organización. En ocasiones será necesario repetir el ciclo hasta obtener los resultados.

(San Miguel, 2009) En un ambiente de calidad, la identificación y resolución de problemas debe ser la práctica habitual en el trabajo diario. En este sentido, los empleados pueden intervenir en estas actividades sin tener los conocimientos y técnicas adecuadas.

Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto reúne las diferentes características observadas las cuales son ordenadas de mayor a menor teniendo como fin identificar el 80-20. Esta herramienta permite

analizar y solucionar lo más importante dentro de un proceso, debido a que la ley de Pareto 80-20 indica que el 20% de algo será el responsable del 80% de los resultados o que el 80% de los problemas proceden del 20% de las causas. Por lo tanto, la toma de decisiones es relevante debido a que analizando este diagrama se toma en cuenta las principales causas originadas y con ello se lograría solucionar los problemas en el proceso analizado.

Este método ayuda a identificar las causas o problemas principales los cuales se deben solucionar para mejorar el 100% de las causantes de paros, demoras, fallas de calidad, cuellos de botella y demás variables que afectan la producción o cualquier proceso analizado.

Gráficos de control

Cfr. Prado y otros 2012: 1 Eduardo Prado, Federico Zertuche, Georgina Solís, Integrantes del departamento de Postgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Saltillo en México, manifiestan que las Gráficos de control son generalmente usadas para monitorear y controlar procesos de manufactura, cuando un proceso no cumple con la capacidad estadística o límites establecidos. Se detecta inmediatamente un punto fuera de los límite superior o inferior de las especificaciones, se investigan las causas en el momento que se detecta el problema para ajustar y solucionar el proceso.

Un gráfico de control puede ser realizado manualmente por medio de una hoja de cálculo usando datos reales de un proceso de forma continua o como sea establecido según el analizador. Se deben elegir las características a tener en cuenta del estudio para recolectar los datos y luego del análisis se vuelve a realizar el estudio para corroborar la veracidad o el sostenimiento en el tiempo.

Método Poka – Yoke

Este método nace de la idea de evitar al máximo los errores humanos. Técnica de calidad desarrollada por el ingeniero japonés Shigeo Shingo en los años 1960's, que significa a prueba de errores, este dispositivo es la definición a cualquier mecanismo que previene de manera sistemática los errores antes de que pasen.

Este sistema se puede implantar también para facilitar la detección de errores (PDCA, 2017). Shigeo Shingo hizo una clara distinción entre error y defecto, Los errores son inevitables; las personas son humanos y no se pueden esperar que estén concentrados todo el tiempo, o siempre entender completamente las instrucciones que se les ha dado (Fisher, 1999).

Gestión del mantenimiento

La mejora continua del proceso de gestión del mantenimiento va de la mano con el avance y mejoramiento del indicador establecido, mediante la inteligencia, constancia, análisis y conocimiento que sirven de apoyo en la toma de decisiones que lleven al objetivo, de acuerdo con los análisis del OEE, el mantenimiento de los moldes e inyectoras son claves para el aumento del indicador.

La gestión del mantenimiento consiste en la programación y planificación teniendo en cuenta el periodo de vida útil de la maquinaria y así minimizar los fallos.

Al momento de iniciar con la implementación del indicador se presentan paros por daños en los moldes, tornillos reventados, falta de lubricación, reparaciones en las partes de los moldes, donde se pierde tiempo en la solución y, por ende, retraso en la producción.

El mantenimiento de equipos y máquinas

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es la acción inevitable al momento de una avería que ocasiona paros, el tiempo de este mantenimiento varía de acuerdo con la gravedad y

disponibilidad de repuestos. El mantenimiento correctivo tiene dos niveles, programable o inmediato, esta decisión se toma de acuerdo con la necesidad de la producción con el molde o la maquina averiada.

en los meses analizados de noviembre y diciembre del 2022 se realiza análisis de los paros ocasionados por daños los cuales requieren mantenimientos correctivos inmediatos. Se presentan paros con frecuencia hasta de 50 veces al mes lo cual indica una necesidad de intervención por parte del área de mantenimiento.

Imagen 3

Paros noviembre 2022

INY	(Todas)	
ABC	B	
MES	11	
AÑO	2022	
Etiquetas de fila		
	Cuenta de MIN P	Suma de MIN PARO2
Daño Mecanico	54	25.783
Montaje de Molde	22	968
bajada de molde	20	643
Cambio de Material pp ↔ pc	12	247
parametrización	18	237
poste o techo reventado	3	140
Tornillo Roto	3	109
calzas molde	3	95

Fuente. Autoría propia

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es la acción de intervención programada con antelación, donde se realizan actividades en pro de mejorar el funcionamiento y estado de los equipos, con la finalidad de alargar la vida útil y su buen funcionamiento, previniendo paros correctivos y mejorando la productividad.

Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo es el análisis o examen realizado al proceso o equipo para detectar posibles fallas próximas, donde se puede realizar cambios oportunos que sigan

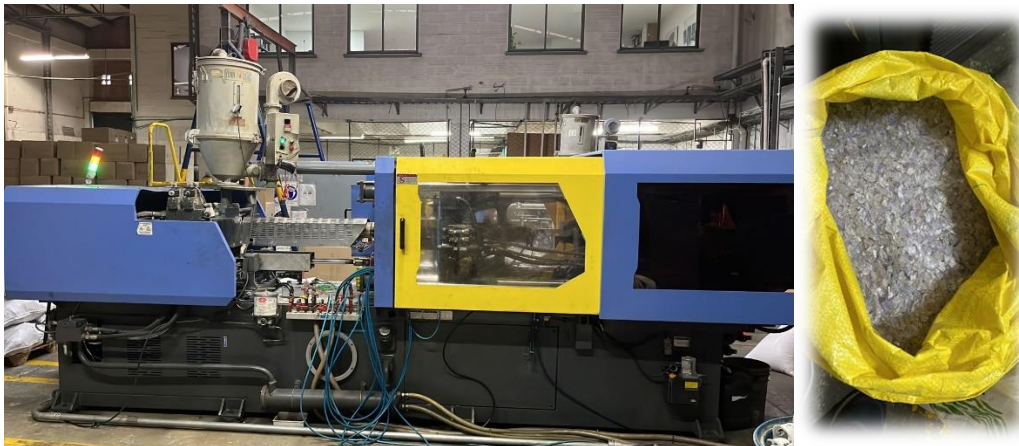
optimizando el funcionamiento de los procesos, se monitorea para asegurar la durabilidad y se descarta o acierta la necesidad de un mantenimiento preventivo.

Proceso de inyección de productos para la construcción

El proceso de inyección en Inversiones Pérez Velez SAS cuenta con 2 máquinas inyectoras, donde se fabrican productos para la construcción, un 90% con plástico reciclable y un 10% con plástico original.

Imagen 4

Foto Inyectora de la empresa

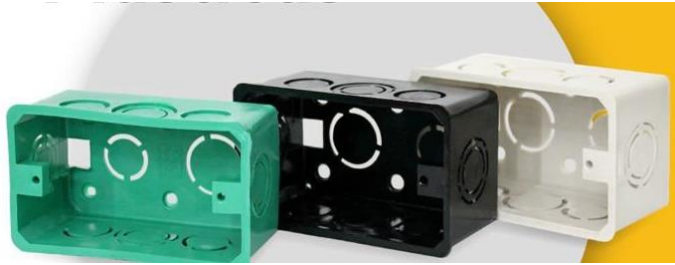


Fuente. Autoría propia

Los productos son utilizados en la parte eléctrica de las construcciones, estos productos deben cumplir con estándares de calidad que garanticen su buen funcionamiento.

Imagen 5

Imagen de productos de Inversiones Pérez Vélez SAS



Fuente. Autoría propia

El proceso inicia con la preparación del material, donde se desmetaliza y se le agrega el pigmento de acuerdo con el color solicitado en la orden de producción, luego se procede a inyectar, donde se funde el polímero y sale por una boquilla expandiéndose por toda la geometría de las cavidades del molde, luego estas piezas se solidifican por medio de frío y el calor, permitiendo desprender la pieza con facilidad, durante el proceso se debe estar pendiente de los parámetros ya que de esto depende la calidad del producto. Debe estar un operario en cada máquina, el cual debe alimentar la maquina y recibir el producto para retirar producto sobrante (pitorro) y verificar su calidad, luego se empaca para su respectivo despacho.

Nokauts: Es la moneda desprendible de la caja para su instalación, el cual debe desprender fácilmente.

Rebaba: Es el plástico sobresaliente del arte de la caja, plástico de más, quiere decir que hay un problema con el ajuste del molde.

Postes: son las partes que hace la caja fuerte y resistible al momento de su instalación.

Pitorro: Es la rama sobrante del producto, por donde se inyecta el material y llena las cavidades del molde, este pitorro se remuele y se vuelve a inyectar.

Daño mecánico: Es el daño presentado en las partes de la máquina y moldes que afectan su funcionamiento los cuales solo se pueden intervenir por el área de mantenimiento.

Eficiencia Global de los equipos (OEE)

El valor de la Eficiencia Global de los Equipos (OEE) permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejoras en su clase y que ya hayan alcanzado el nivel de excelencia. (Cruelles, 2010).

El OEE es la métrica indicada al momento de optimizar procesos de producción, está relacionada directamente con los costes estandarizados por la empresa al momento de avaluar los productos. Esta métrica da vista a las oportunidades de mejora y cuellos de botella en los procesos, ayuda a la mejora de los estándares, implementación de procedimientos, adquisición de conocimiento necesario por parte de los involucrados, al cumplimiento de tiempos y calidad. El indicador permite tomar decisiones con justificaciones y enlazarlo directamente con los costos teniendo en cuenta tiempos de cumplimiento, provisiones de insumos, materiales, máquinas y personal.

El OEE es un indicador reconocido por su forma completa de cuantificar factores importantes en la industria como lo es la calidad, disponibilidad y eficiencia los cuales se calculan de la siguiente forma:

Imagen 6

Formula OEE

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción teórica}} \times 100\%$$

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Producción conforme}}{\text{Producción total}} \times 100\%$$

Fuente 1. Albán Franco, E. D., Camacho Sellan, P. L., & López, M. F. (2021).

El OEE es igual a = disponibilidad x eficiencia x calidad

Al implementar este indicador en Inversiones Pérez Velez SAS se hace con la finalidad de mejorar los tiempos de paro, la calidad de los productos, el estado de los moldes y maquinaria, obteniendo un porcentaje mensual igual o mayor al 85%.

Situación actual y diagnóstico de la empresa

Inversiones Perez Vélez SAS una empresa de manufactura, inició en el año 1980 llamándose Eléctricas JG, produciendo y ensamblando productos para la construcción, está ubicada es en la estrella – Antioquia, cuenta con 35 trabadores y distribuye a nivel nacional e internacional, donde se ha hecho reconocida la marca por su calidad y servicio, es la única empresa en Colombia que inyecta productos libres de alógeno, su producción es basada al cuidado del medio ambiente ya que el 90% de la materia prima del área de inyección es reciclable.

Cuenta con dos áreas, el área de metalmecánica que fabrica productos con láminas de hierro y el área de inyección que produce productos plásticos. Para este proyecto se hace enfoque en el área de inyección para estandarizar y mejorar los costos del producto teniendo en cuenta los paros constantes presentados y el aumento de unidades no conformes.

El mantenimiento de máquinas en el área de inyección

El mantenimiento preventivo en el área de inyección es programado anualmente, donde se revisan filtros de aceite, motores y demás partes de la maquinaria. Se realiza intervención en compañía de los operarios, haciendo limpieza general y revisión de todos los equipos asociados al proceso de inyección, se hacen cambios de insumos como los lubricantes, se revisa paralelismo de las máquinas y limpieza general de los moldes.

El mantenimiento correctivo de la maquinaria y moldes se realiza de forma inmediata, tratando de perder el menor tiempo posible a causa de la falla, se tiene inventario de repuestos como tornillos y materiales para la fabricación de piezas.

El mantenimiento predictivo se realiza cuando esporádicamente se detecta una situación anormal, un sonido en la máquina, una fuga de aceite o un calentamiento de los motores.

Identificación de situaciones de mejora en el área de inyección

Se identifican varias situaciones que acarrearán pérdidas en el proceso de producción, identificados a continuación:

- Paros constantes por los mismos motivos, porcentaje de unidades no conformes más del 10%.
- Daños frecuentes en las máquinas y moldes con problemas iguales.
- Demoras en los montajes de los moldes.
- Ciclos fuera del estándar establecido en las fichas técnicas.
- Materiales contaminados.
- Desinformación por parte de los operarios sobre la importancia de los parámetros y eficiencia del proceso.

Propuesta de solución al problema

Luego de la selección del indicador OEE para implementarlo como opción de mejora para los problemas presentados en el área de inyección, se sugiere seguir el paso a paso del diagrama de procesos para cumplir con el objetivo del indicador.

Se propone inicialmente la recolección de datos por medio de reportes diarios por parte de los operarios de las inyectoras para el análisis de los paros más representativos, identificación de causas de productos no conformes, cálculo real del desempeño del proceso y trabajar de la

mano con el área de mantenimiento y calidad para dar solución según corresponda, capacitar e informar a los operarios sobre el proceso de inyección, parámetros, importancia del desempeño en cada turno para la empresa. Para esto es importante el indicador OEE el cual ayuda a la mejora continua de los procesos.

Propuesta de implementación del indicador de eficiencia de equipos OEE para el mejoramiento del proceso de inyección de la empresa

Para la implementación del indicador es necesario la recolección de datos, análisis de información y formulación, para esto, se debe organizar una plantilla o base de datos que permita evidenciar el día a día de la línea de producción, identificando datos como: unidades conformes, unidades no conformes, estándares de producción (cantidad que debe producirse en un turno) y tiempos de paro.

Realizado esto se deben implementar las fórmulas de calidad, disponibilidad y eficiencia del proceso para calcular el % del OEE, luego se hacen los respectivos análisis con las áreas involucradas del proceso para identificar oportunidades de mejora y proceder a la toma de decisiones.

Aplicación de metodologías de mejoramiento de procesos al área de inyección de la empresa

El ciclo de Deming: Se tiene como objetivo lograr un indicador del OEE del 85%, lo cual garantizará el cumplimiento mínimo de los costos de producción según estándares establecidos por gerencia, para esto se implementan metodologías que ayuden a este cumplimiento. El ciclo Deming busca la optimización constante de actividades por medio del planear, hacer, verificar y actuar; se adecua a este proceso para buscar el cumplimiento del indicador.

Planear: para mejorar el indicador se debe analizar cuáles son los motivos principales que afectan el porcentaje y revisar con los involucrados (calidad, mantenimiento, líder de inyección y operarios) para buscar soluciones. Se evidencia que los últimos dos meses están por debajo de la meta, noviembre con un 59% y diciembre con un 76%.

Imagen 7

Indicador mes de noviembre y diciembre 2022

AÑO	2022	
	Promedio de	
Mes	OEE	META OEE
11	59%	85%
12	76%	85%
Total, general	68%	85%

Fuente. Autoría Propia

Hacer: por medio de tablas dinámicas se analiza la información y se evidencia que el factor que está afectando el OEE es la disponibilidad,

Imagen 8

Promedio de desempeño, disponibilidad y calidad

AÑO	2022			
INY	(Todas)			
Etiquetas de fila	Promedio de DESEMPEÑO	Promedio de DISPONIBILIDAD	Promedio de CALIDAD	
11	106%	89%	95%	
12	98%	86%	93%	
Total general	101%	87%	94%	

Fuente. Autoría Propia

por lo que se revisa cuáles fueron los paros más representativos para mejorar, en este caso Daño mecánico resalta con una totalidad de tiempo perdido de 29143 minutos donde se dañó una

inyectora y estuvo parada 61 turnos, la maquina queda parada por un problema en los bujes y se debieron fabricar nuevamente, este paro se pudo evitar haciendo mantenimientos preventivos, se incluye esta revisión de la maquina en el plan de mantenimiento para su chequeo periódico y evitar la repetición de este daño.

Imagen 9

Descripción de paros

ABC	B	
MES	(Varios elementos)	
AÑO	2022	
DESCRIPCION GRUPO	(Todas)	
ARTICULO	(Todas)	
DESCRIPCION PARO	Suma de MIN PARO	Cuenta de MIN PARO2
Daño Mecanico	29143	61
Montaje de Molde	1680	42
Daño Chiller	1640	5
bajada de molde	1140	42
Daño en Perifericos	792	2
Cambio de Material pp ↔ pc	565	27
poste o techo reventado	551	10
parametrizacion	435	36
Reemplazo de Alimentos	350	13
Falta de operario anexo 3	300	6

Fuente. Autoría Propia

Verificar: luego de la entrega de la maquina por parte de mantenimiento se verifica los primeros 5 días su funcionamiento, y por parte de mantenimiento se establece chequeo de los bujes cada mes. Durante el mes de enero no se presenta este paro y se evidencia mejora en el indicador.

Imagen 10

Mejora del indicador

AÑO	2023	
Etiquetas de fila	Promedio de OEE	Promedio de META OEE
1	87%	85%
Total general	87%	85%

Fuente. Autoría Propia

Actuar: este análisis se continúa haciendo semanal para dar solución a los paros mas representativos, haciendo seguimiento al cumplimiento de cada uno de los estándares o procedimientos adquiridos durante la toma de decisiones.

Se analizan los dos meses juntos ya que se está iniciando el programa, pero la idea es hacer semanal.

El segundo paro más representativo fue por montajes, teniendo en cuenta que este paro es necesario para el cambio de referencias, se analiza cómo mejorarlo y se realiza una lista de chequeo para mitigar el tiempo de desplazamiento ya que se estaban desplazando a conseguir las herramientas que no tenían a la mano, esta lista de chequeo se empieza a verificar antes de realizar los montajes con la finalidad de ahorrar tiempos.

Imagen 11

Lista de chequeo

LISTA DE CHEQUEO CAMBIO DE REFERENCIA			
FECHA: 10/01/2023 TURNO: 1		PRODUCTO: Caja 2x4 de blanca	
MAQUINA: 1		RESPONSABLE: Carlos Tolson	
#	FACTOR DE CHEQUEO	SI/NO	OBSERVACIONES
1	Chequeo de aguas	✓ SI	
2	Se encuentra el molde cerca de la maquina proxima a cambiar?	✓ SI	
3	Diferencial al lado de la maquina y sin obstaculos para transitar?	✓ SI	
4	Molde a subir a la maquina con los accesorios instalados (cuando aplique) o cerca para evitar desplazamientos?	✓ SI	
5	Soporte para descargar molde bajado	✓ SI	
6	Mangueras en buen estado	✓ SI	
7	Botador central y/o externo	✓ SI	
8	Racores necesarios	✓ SI	Se debe comprar
9	Bridas necesarias para el molde	✓ SI	
10	Boquilla	✓ SI	
11	Brilla metal	✓ SI	
12	Argolla del molde	✓ SI	
13	Silicona	SI	No es necesario
14	Material pre-calentado	NO	No aplica
15	Caja de herramientas	SI	
16	Cajas de carton para empaque	SI	
17	Trapo para limpieza	SI	
18	Manguera de aire activa y cerca	SI	

Fuente. Autoría Propia

Diagrama de Pareto: Este diagrama ayuda a establecer el orden de las prioridades en un proceso u organización, en este caso se aplica para el análisis de los paros para determinar el

20% de los problemas del área de inyección, se hace el diagrama con el mes de noviembre y diciembre para determinar si el paro por daño mecánico es el único influyente en ese 20%.

Imagen 12

Paros representativos

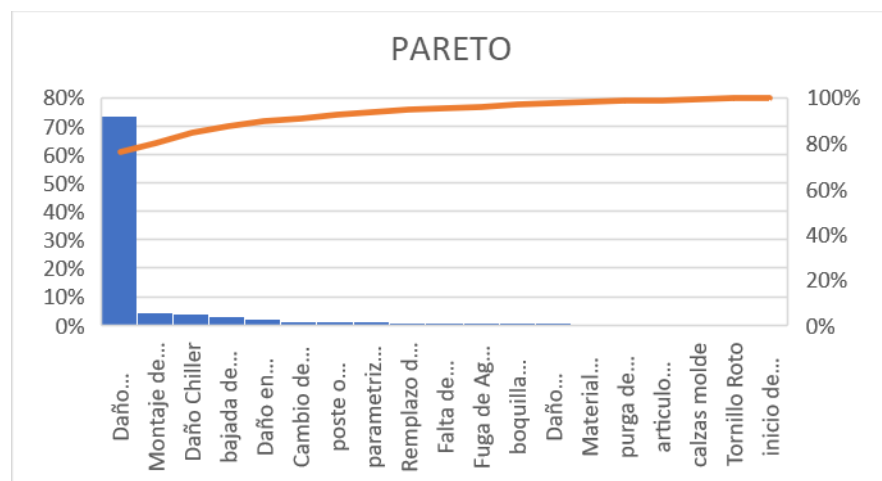
DESCRIPCION PARO	Suma de MIN PARO	
Daño Mecanico	29143	74%
Montaje de Molde	1680	4%
Daño Chiller	1640	4%
bajada de molde	1140	3%
Daño en Perifericos	792	2%
Cambio de Material pp ↔ pc	565	1%
poste o techo reventado	551	1%
parametrizacion	435	1%
Reemplazo de Alimentos	350	1%
Falta de operario anexo 3	300	1%
Fuga de Agua (Molde)	285	1%
boquilla obstruida con metal	273	1%
Daño Electrico	248	1%
Material Humedo	205	1%
purga de maquina	186	0%
articulo pegado en molde	174	0%

Fuente. Autoría Propia

Se evidencia que el paro representativo fue el de daño mecánico, por lo que, al solucionar este paro, se elimina el mayor porcentaje que afecta el indicador.

Imagen 13

Paros representativos en diagrama de Pareto



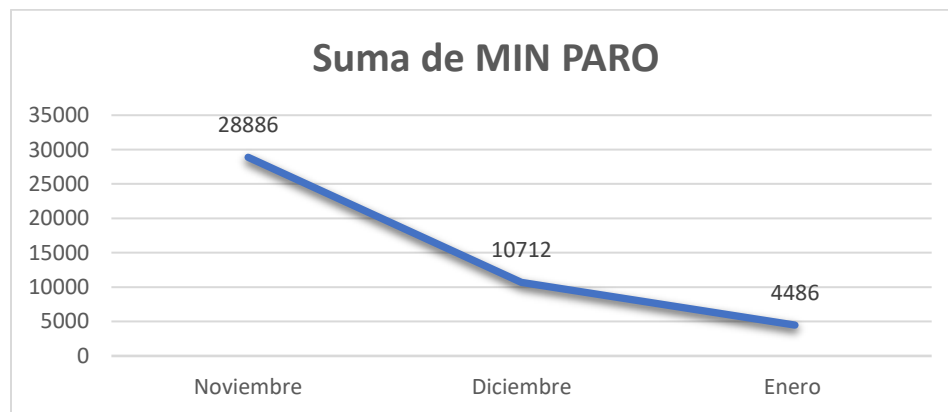
Fuente. Autoría Propia

El segundo paro es montaje de molde, el cual es un paro necesario por los cambios de referencia, en este caso el objetivo es disminuir los tiempos, que en cada montaje se pueda reducir un poco para que estos paros sean mínimos.

Gráficos de control: Esta herramienta permite el análisis y solución de problemas de los procesos, detectan la variación de los procesos y ayudan a tener una visualización clara del avance o retraso del proceso, por lo que inicialmente se utiliza para ver el comportamiento de los paros en los últimos 3 meses, se verifica si ha funcionado los planes de acción frente a los paros más representativos.

Imagen 14

Gráfico de control con los paros



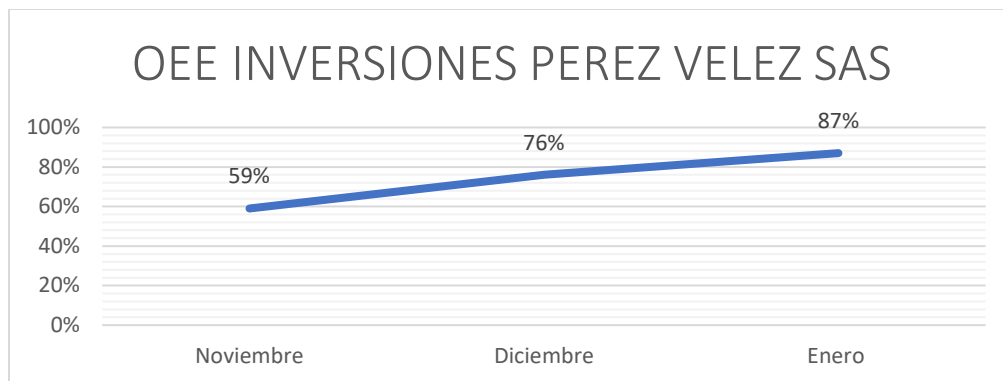
Fuente. Autoría Propia

Se evidencia una mejora en los tiempos de paro por mes ya que la tendencia va a la baja, se mejora un 84% en el mes de enero con respecto a los paros del mes de noviembre, la maquina no vuelve a fallar y esto ayuda mucho al indicador.

En segunda estancia se hace un gráfico (fuente 15: Camila Cano (2023)) del comportamiento del indicador lo últimos 3 meses.

Imagen 15

Indicador representado en diagrama

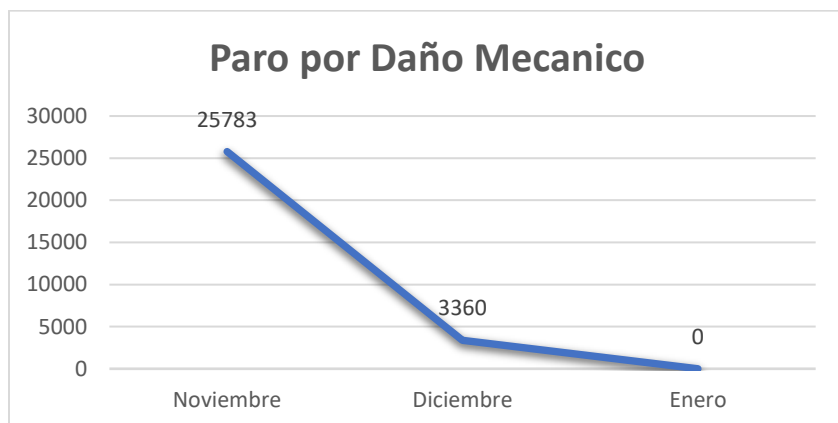


Fuente. Autoría Propia

Se evidencia la mejora en el porcentaje del OEE, el cual supera la meta dando a la empresa credibilidad en el proceso y el análisis que se está realizando con el área.

Imagen 16

Paros por daños mecánicos



Fuente. Autoría Propia

El paro por daño mecánico fue el más representativo al momento de implementar el indicador, se hace la mejora y seguimiento de funcionalidad de la maquina y no se vuelve a presentar.

Método Poka–Yoke: Con la finalidad de mejorar el indicador, se analiza el segundo paro más representativo el cual es por montajes, se realiza reunión con los operarios para determinar que actividades se pueden optimizar con el fin de disminuir los tiempos, se concluye que una de

las actividades que les toma tiempo es la búsqueda de herramientas para realizar el montaje, las cuales no las encuentran en un lugar fijo cada que las necesitan, por lo tanto se realiza un tablero de sombras y se ubica cerca de las maquinas con el fin de que las tengan a la mano.

Imagen 17

Tablero de sombras



Fuente. Autoría Propia

Con este Poka - Yoque se mejoran los tiempos de desplazamientos, esta actividad se realiza para el mes de diciembre y se disminuyen 22 minutos en el promedio de tiempos de montajes.

Imagen 18

Mejora de paros

	MES		Valores	
		11		12
DESCRIPCION PARO	Suma de MIN PARO	Cuenta de MIN PARO2	Suma de MIN PARO	Cuenta de MIN PARO2
bajada de molde	643	20	497	22
Montaje de Molde	968	22	712	20
parametrizacion	237	18	198	18
Total	1848	60	1407	60
	92	promedio 20	70	promedio 20

Fuente. Autoría Propia

entregar la producción al almacén y se procede a su diligenciamiento donde también se documentan los posibles paros presentados durante los turnos y toda la información pertinente.

Imagen 20

Códigos de paros

CODIGO	NOMBRE SUBGRUPO	NOMBRE GRUPO
1.	PARO POR MATERIAL	
1,2	Material Muy Grueso no Baja	PARO POR MATERIAL
1,3	Material Contaminado	PARO POR MATERIAL
1.3.1	Material Humedo	PARO POR MATERIAL
1,4	material con metal	PARO POR MATERIAL
1,5	Ensayo Material	PARO POR MATERIAL
1,6	Cambio de Color	PARO POR MATERIAL
1,7	Falta de Materia prima anexo 1	PARO POR MATERIAL
1,8	Cambio Tono del Material	PARO POR MATERIAL
1,9	boquilla obstruida con metal	PARO POR MATERIAL
1.9.1	boquilla obstruida con otros	PARO POR MATERIAL
10	purga de maquina	PARO POR MATERIAL
11	problemas de material (temperaturas)	PARO POR MATERIAL
2.	PARO POR MOLDE	
2,1	Reparacion de Nokaut	PARO POR MOLDE
2,2	Fuga de Agua (Molde)	PARO POR MOLDE
2,3	Tornillo Roto	PARO POR MOLDE
2,4	Tornillo Suelto	PARO POR MOLDE
2,5	Brillar Cavidades	PARO POR MOLDE
2,6	ajuste radio de boquilla	PARO POR MOLDE
2.6.1	boquilla fría	PARO POR MOLDE
2,7	Tapar Cavidades	PARO POR MOLDE
2,8	Destapar Cavidades	PARO POR MOLDE

Fuente. Autoría Propia

Los paros son reportados en minutos, se identifican por un código para que al operario se le facilite el diligenciamiento y se separan por grupos, los cuales son: material, molde y máquina.

Al implementar el libro de Excel se agregan las fórmulas del OEE, para irlo calculando e identificar temas a mejorar.

Imagen 21

Base de datos para el OEE

ARTICULO	INY	AÑO	ME	DI	TUR	OPERA	CAV.	CICL	TPO	PRO.	PRO.	SAL.	SAL.	RE	MA	ORD	EN	Y	TRAZABILIDAD	CANT	ESTÁNDAR	%	ESEMPEÑ	UND X	MIN	MIN
			S	A	NO	RIO	MOLD	O	REAL DE	CON	NO	IN	FIN	PO	RCA	EN	Y			TOTAL		MALAS		CICLO	PARO	PARO
							E		TRABAJO		CON			RTE	CIÓ	ASE	O							S (A)	AMADO	(B)
SUPLEMENTO PLASTICO PI	1	2022	5	17	3	nelson	4	16.2	480	6960	81	0	62	SI	SI	SI			PP-NM-157	7.103	6400	1.14%	110.98%	7.111	0	0
CAJA 2 X 4 PP- RETIE	3	2022	5	17	1	duque	4	20.5	480	5500	67	87	128	SI	SI	SI			PA-AB-43	5.608	6063	1.19%	92.49%	5.609	0	0
CAJA 2 X 4 PP- RETIE	3	2022	5	17	2	Tulio	4	20.8	480	5500	8	128	12	SI	SI	SI			PA-AB-43	5.392	5899	0.15%	91.41%	5.394	0	13
CAJA 2 X 4 PP- RETIE	3	2022	5	17	3	andres	4	20.1	480	5500	8	12	220	SI	SI	SI			PA-AB-43	5.716	6063	0.14%	94.27%	5.731	0	0
SUPLEMENTO PLASTICO PI	1	2022	5	18	1	duque	4	15.6	480	6720	5	62	153	SI	SI	SI			PP-NM-157	6.816	5907	0.07%	115.40%	6.820	0	37
SUPLEMENTO PLASTICO PI	1	2022	5	18	2	Tulio	4	15.6	480	7440	9	153	80	SI	SI	SI			PP-NM-157	7.376	6400	0.12%	115.25%	7.380	0	0
SUPLEMENTO PLASTICO PI	1	2022	5	18	3	andres	4	15.5	480	7440	16	80	16	SI	SI	SI			PP-NM-157	7.392	6400	0.22%	115.50%	7.432	0	0
CAJA 2 X 4 PP- RETIE	3	2022	5	18	1	miguel	4	20.4	480	5750	17	220	109	SI	SI	SI			no codigo	5.656	6063	0.30%	93.28%	5.658	0	0
CAJA 2 X 4 PP- RETIE	3	2022	5	18	2	william	4	20.3	480	5500	8	109	189	SI	SI	SI			PA-AB-43	5.588	5975	0.14%	93.53%	5.592	0	7
CAJA 2 X 4 PP- RETIE	3	2022	5	18	3	nelson	4	20.3	480	5750	31	189	72	SI	SI	SI			PA-AB-43	5.664	6063	0.55%	93.42%	5.675	0	0
SUPLEMENTO PLASTICO PI	1	2022	5	19	1	miguel	4	15.6	480	7200	0	16	192	SI	SI	SI			PP-REMOLIDO	7.376	6400	0.00%	115.25%	7.380	0	0
SUPLEMENTO PLASTICO PI	1	2022	5	19	2	william	4	15.5	480	6960	28	192	88	SI	SI	SI			PP-REMOLIDO	6.884	5960	0.41%	115.50%	6.921	0	33
SUPLEMENTO PLASTICO PI	1	2022	5	19	3	nelson	4	15.7	337	4498	14	88	0	SI	SI	SI			PP-REMOLIDO	4.424	3893	0.32%	113.63%	4.464	0	45
SUPLEMENTO PLASTICO PI	1	2022	5	19	3	nelson	4	16.5	143	1920	0	0	56	SI	SI	SI			PC-NM-32	1.976	1813	0.00%	108.97%	1.978	0	7

Fuente. Autoría Propia

Para calcular la calidad, se tiene en cuenta la totalidad de producto conforme y la no conforme, para calcular la disponibilidad se tiene en cuenta el tiempo total disponible del turno que son 480 minutos y el tiempo total de paros, para calcular el desempeño se tiene en cuenta los costos de los productos que tiene la empresa, los cuales indican que cantidad promedio que se debe producir para sostener el costo, esta cantidad promedio se calcula con un ciclo estándar, teniendo en cuenta ese ciclo se calcula la cantidad que se debería producir y se divide con la cantidad real producida en cada turno, luego se multiplican los resultados obtenidos de cada indicador.

Imagen 22

Base de datos para el OEE

MIN PARO (B)	% MIN PARO	TPO PERDIDO (MIN)	DESCRIPCION DE MALAS	CANTIDAD TOTAL SEGUN CICLO	CANTIDAD REAL	DIFERENCIA CANT REAL - PROD CONFOR	MAT PROCE SADO	MAT CONSUMIDO	TIPO DE MATERIAL	(ILOS TORT.	DISPONIBILIDAD	CALIDAD	OEE
0	0,0%	-1	0	7111	6968	8	92	90	PA	0	100%	97,7%	108%
0	0,0%	0	0	5609	5501	1	168	165	PA	0	100%	97,6%	90%
13	2,7%	0	0	5394	5502	2	162	165	PA	0	97%	99,7%	89%
0	0,0%	-1	0	5731	5515	15	171	165	PA	0	100%	99,7%	94%
37	7,7%	0	0	6820	6724	4	89	87	PA	0	92%	99,9%	106%
0	0,0%	0	0	7380	7444	4	96	97	PA	0	100%	99,8%	115%
0	0,0%	-3	0	7432	7480	40	96	97	PA	0	100%	99,6%	115%
0	0,0%	0	0	5658	5752	2	170	173	PA	0	100%	99,4%	93%
7	1,5%	0	0	5592	5504	4	168	165	PA	0	99%	99,7%	92%
0	0,0%	-1	0	5675	5761	11	170	173	PA	0	100%	98,9%	92%
0	0,0%	0	0	7380	7204	4	96	94	PA	0	100%	100,0%	115%
33	6,9%	-2	0	6921	6997	37	89	90	PA	0	93%	99,2%	107%
45	13,4%	-3	0	4464	4538	40	58	58	PA	0	87%	99,4%	98%

Fuente. Autoría Propia

Se inicia a calcular el OEE por turno, anteriormente se había definido una meta, la cual se hizo basada en el costo de los procesos, se define con los directivos un indicador mínimo del 85%, porcentaje que garantizaría el costo estándar.

Se hace un análisis de los resultados obtenidos según el indicador y se empieza a evidenciar los problemas presentados, los cuales impiden el cumplimiento de la meta, paros presentados durante el turno que interrumpen la disponibilidad del tiempo, problemas de calidad del producto, lo que aumenta el porcentaje de no conformes y ciclos altos que permiten un desempeño hasta del 40%.

Resultados obtenidos en la implementación del indicador OEE al proceso de inyección

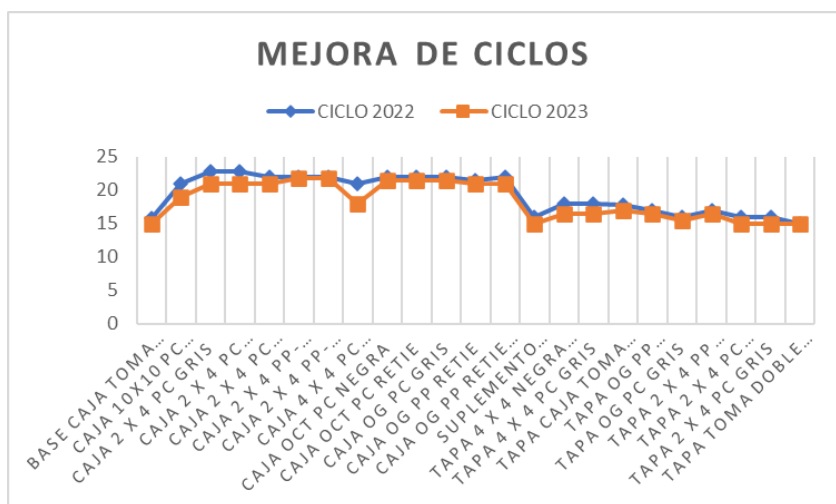
A partir de la implementación del indicador OEE se presentaron las siguientes mejoras en el área de inyección de la empresa Inversiones Prez Velez SAS:

- Mejoras en los tiempos de montajes de moldes luego de implementar e poka-Yoke para la disponibilidad de herramientas en el proceso.

- Reducción de paros por daños en los moldes luego de analizar e involucrar el área de mantenimiento en los paros presentados por tornillos reventados, reparación de nokauts y postes o techos reventados.
- Reducción en los ciclos luego de realizar las mejoras en los moldes, mejoras en la materia prima y capacitación al personal sobre los parámetros de inyección.
- Para tal fin se invirtió en tiempo, puesto que las herramientas estaban en la empresa, se dedicó tiempo en análisis, capacitaciones, mejoras e intervenciones de moldes las cuales son duraderas en el tiempo y a corto plazo mostraran el ahorro realizado minimizando paros por daños o desconocimiento de actividades.

Imagen 23

Mejora de ciclos



Fuente. Autoría Propia

- Actualización de costos de los productos según los estándares actualizados con los ciclos.
- Mejoras en el porcentaje de no conformes luego de mejorar la materia prima y los parámetros de inyección.

- Mejora en el porcentaje del OEE mismo luego de su implementación.

Evaluación de los resultados obtenidos en el cálculo del indicador OEE

En el presente trabajo realizado, los resultados demuestran la implementación de un indicador para el análisis y mejora del proceso de inyección donde se evidencia la importancia de su aplicación por medio de los datos analizados según su naturalidad.

En Calidad se evidencia mejora en los productos, menos defectos y mas unidades conformes en cada turno, esto aumenta la producción y mejora la credibilidad con los clientes finales, disminuye la cantidad de producto a remoler y el indicador individual de calidad mejora para aportar al OEE. Se aplica la herramienta 80-20 para determinar los motivos mas repetitivos de productos no conformes y poder detectar la causa de estos, los cuales se presentaban por temas de parámetros y materiales, para esto, se toma la decisión de capacitar el personal para parametrizar cada molde y de auditar la materia prima cada que llegara a la empresa.

En Disponibilidad de máquina, mejoraron los tiempos de paro por montajes, por daños, por faltas de mantenimientos preventivos y por parámetros. Se mejora la productividad ya que la máquina queda disponible todo el turno para producción, al empezar a realizar mantenimientos preventivos ayuda a que estos tiempos no afecten el indicador y que la maquinaria permanezca en buen estado y disponible para trabajar. Con la aplicación de la herramienta 80-20 se pudo determinar los paros mas representativos y dar su respectiva solución.

En desempeño, mejoraron los ciclos de cada producto lo que ayuda a un mejor rendimiento de unidades por turno, mejora la pronta entrega para los clientes y la producción de diferentes productos seguidamente. Se pudo detectar los productos que generaban cuello de botella con el ensamble, se empezó a ensamblar en línea para un mejor rendimiento con la

entrega final. Con la mejora de los ciclos se mejoran los costos y aumenta la rentabilidad para la empresa.

Al capacitar los operarios y todos los involucrados en el proceso de inyección, ayudó a una mejor parametrización, mejores tiempos de montajes de moldes, credibilidad en la información reportada y se generó un interés por cada día mejorar el proceso ya que se les incluyó en el cálculo del OEE.

Propuesta de mejora para el área de inyección, teniendo en cuenta los resultados obtenidos a partir del indicador OEE

Luego del análisis, seguimiento y garantía del funcionamiento del indicador se proponen ideas de mejora para su funcionamiento y practicidad.

Los paros de inyección se están reportando y midiendo generalmente, en este caso se propone separarlos por área (calidad, mantenimiento y producción), el coordinador de calidad se encargaría de analizar los paros de calidad y dará solución a estos, igualmente el coordinador de mantenimiento con los paros por daños y hace referencia a la disponibilidad, y el coordinador de producción analiza y soluciona los paros por errores humanos o faltas de conocimientos lo que hace referencia al desempeño del turno.

Imagen 24

Propuesta para los paros

PRODUCCION	CALIDAD	MANTENIMIENTO	PROGRAMADOS	NO PROGRAMADOS
Material Humedo	Material Muy Grueso no Baja	Fuga de Agua (Molde)	Ensayo Material	Paro por fuerza mayor
Cambio de Color	Material Contaminado	Brillar Cavidades	Revisión de la camisa	Otros (ida de la luz)
Falta de Insumo o materia Prima	Material con metal	ajuste radio de boquilla	Bajar el Husillo	
purga de maquina	Cambio Tono del Material	intervención molde taller	Revisar Paralelismo	
Reparacion de Nokaut	Boquilla obstruida con metal	botador ó perforador Roto	mantenimiento eléctrico	
Tornillo Roto	Boquilla obstruida con otros	Fabricar o Ajustar Botador central	Capacitacion	
Tornillo Suelto	Revisión Calidad	refrigeracion molde	Mantenimiento General (Programado)	
Tapar o destapar cavidades		calzas molde	Mantenimiento en Perifericos	
Resistencia Molde Mala		Daño Eléctrico	inventario	
poste o techo reventado		Resistencia Quemada		
lubricacion molde		Fusible Quemado		
Aseo Maquina		Rele de Estado Solido quemado		
inicio de maquina		Termocupla Rota		
Falta de operario		Daño Hidraulico		
Reemplazo de Alimentos		Fuga de Aceite (Manguera)		
Molde Estrellado		Valvula hidraulica Mala o Fallando		
Empitorrada o Empastada		Daño Mecanico		
operario realizando otra labor		Barra Rota		
aceite de maquina recalentado		Pasador de la Tijera Rota		
Alistamiento de molde		manguera rota		
Pendiente Por Montaje de Molde		Daño Chiller		
Cambio de Material pp ↔ pc		Daño en Perifericos		

Fuente. Autoría Propia

Al separar los paros y asignar un doliente se hace mas efectiva y pronta la solución de los problemas, se mitigan los paros en cada área y se mejora l productividad.

Otra propuesta de mejora es realizar los reportes de manera automática por medio de un cuestionario en línea donde los operarios reporten por medio de una Tablet la información del turno, de esta forma se eliminaría el uso del reporte físico y se hace más rápida la diligenciada.

Conclusiones

El OEE en el año 2023 ha estado por encima del 85% cumpliendo con el estándar planteado y aportando a los costos de producción de la empresa.

El tener el OEE con un porcentaje alto ayuda a responder a cualquier novedad o pedido imprevisto, ya que se tiene las máquinas en buen estado y funcionamiento de los moldes.

Los ciclos de los productos en el año 2023 han bajado hasta 2 segundos por molde gracias a las mejoras realizadas por parte de mantenimiento y personal de inyección con el buen manejo de los moldes y sus parámetros adecuados.

Al reducir los ciclos de inyección se reduce el gasto de energía.

Pasar de un 59% que presentó en noviembre de 2022 a un 87% en el mes de enero del año 2023 indica la mejora y funcionalidad del indicador.

Se pudo determinar que el conocimiento de los operarios es esencial en el proceso ya que ellos son los que están en el día a día con la máquina y el producto.

Se pasó de 92 minutos en montajes de moldes a 70 minutos con la implementación del Poka-Yoke, la lista de chequeo y las capacitaciones.

En noviembre del 2022 se perdieron 25.000 minutos por daño mecánico y en el mes de enero fueron 0 minutos gracias al mantenimiento preventivo de las maquinas.

Recomendaciones

Se recomienda dar continuidad a este indicador y seguir con el manejo y análisis de la información como se ha establecido en este proyecto.

Se recomienda aplicarlo en las otras áreas y procesos de la empresa.

Aplicar las mejoras propuestas en este proyecto para optimizar el indicador.

Se recomienda capacitar al personal técnico y a toda el área operativa para que se relacionen y ayuden a su ejecución efectiva.

Referencias Bibliográficas

- Aldama, S. (2013). Implementación y desarrollo de la OEE en la línea 3 de producción. Santiago de Querétaro. <https://docplayer.es/40492624-Universidad-tecnologica-de-queretaro-implementacion-y-desarrollo-del-oeeficiencia-global-del-equipo-en-la-linea-3-de-produccion.html>
- Algarra Rodriguez, I. L., & Sierra Parga, C. C. (2018). Estudio de la efectividad global de los equipos (OEE) y propuesta de mejoramiento basada en el uso de herramientas de manufactura esbelta en la empresa Inemflex SAS. <https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/599/AlgarraRodriguez-IvonneLizeth-2018-1.pdf?sequence=26>
- Bances Cruz, L. C. (2017). Aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de equipos y su incidencia en el mejoramiento del proceso de fabricación de puntas de bolígrafos. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/6405>
- Cáceres Carbajal, C. M. (2018). Propuesta de mejora de la eficiencia global de los equipos orientado en el TPM para una empresa envasadora de bebida gasificada no alcohólica. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/623002>
- Cruelles Ruiz, J. (2010). La teoría de la medición del despilfarro. Toledo: Reverté Aguilar, SL. https://books.google.com.pe/books?id=W5f4zsqoMkkC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_vpt_read#v=onepage&q&f=false
- Cruzado, A. (2014). Propuesta de modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la gestión por procesos para la mejora de la productividad y la competitividad. Lima <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/346246>

Cabrera Vargas, M. A., Bermúdez Jiménez, A. M., Cruz Arias, J. Y., Hómez Molano, C. A., & Candia Ortega, G. A. (2022). Plan de Mejora del Indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness) de Extrusión en la Compañía Durman.

<http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/11681>

Fisher, M. 1999. Process improvement by poka-yoke. Emerald insight, 264-266

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/00438029910294153/full/html?fullSc=1>

Macias, C. L. C., & Quintero, R. A. P. (2012). Implementación del sistema de indicadores de productividad y mejoramiento OEE (overall effectiveness equipment) en la línea tubería en corpacero sa.

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44291867/IMPLEMENTACION_OEE-libre.pdf?1459513403=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3Dimplementacion_oee.pdf&Expires=1687297502&Signature=KKQSmFfZPVjSjJRy2aoORWCD--q6hn1SSC3gwJ1Pspiz~cRXEdDIObYxGCj461BCa5jn9zz~6w2hjl-Jp4mmGBvIX42Gq9eRvFTqkY6RTzVLmWe1H6neSB9G1KuCjyKqvWH9lbE9okryjVQqrvt43GNFLaMhfoXjT29OKh8V0FDcqK6Eq5YVJZQDFfdHy2BiJqADeT1P7doDUfzwRb7TQOA1oGrIVkYifyTmc4wvCmy8U--RJ0BgUIizZNM0w6Hi~2EU38nhEwNgyo12NmlryqOEBYR5YVF4hp12CU49Y-zhGT0wQgIGPLUPuNrM32aehsLBBLE-JHfDdr-yGwSgg_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Rojas Ruiz, S. (2021). Diseño de un plan para la implementación de un indicador de eficiencia global (OEE) en el centro de distribución de Industria Mercadeo y Color SAS.

https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/20828/6/RojasSara_2021_IndicadorEficienciaGlobal.pdf

Ramírez-Espinoza, W. (2016). Sistema para mejorar la productividad y confiabilidad del proceso de empaque para productos moldeados por inyección en Panduit de Costa Rica Ltda.

https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6936/sistema_mejorar_productividad_confiabilidad_proceso.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Socconini, L. (2019). Lean manufacturing. Paso a paso. Marge books.

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rjyeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=Socconini,+L.+\(2019\).+Lean+manufacturing.+Paso+a+paso.+Marge+books.&ots=DIHTt-vlcU&sig=bhgInc65SyBr87n5qrOpaFOG1pc#v=onepage&q=Socconini%2C%20L.%20\(2019\).%20Lean%20manufacturing.%20Paso%20a%20paso.%20Marge%20books.&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rjyeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=Socconini,+L.+(2019).+Lean+manufacturing.+Paso+a+paso.+Marge+books.&ots=DIHTt-vlcU&sig=bhgInc65SyBr87n5qrOpaFOG1pc#v=onepage&q=Socconini%2C%20L.%20(2019).%20Lean%20manufacturing.%20Paso%20a%20paso.%20Marge%20books.&f=false)

Salinas Larrahondo, N., Cardona Barreto, V. A., & Gonzalez Montoya, A. (2018). Propuesta de mejoramiento del indicador OEE en la línea de pegamento de la empresa Evacol SAS.

<https://repositorio.uniajc.edu.co/bitstream/handle/uniajc/1207/PROYECTO%20FINAL%20EVACOL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sapag Chain, N., Sapag Chain, R., & Sapag, J. M. (2014). Preparación y evaluación de proyectos. Mc Graw Hill educación.

<http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1243/1/Sapag-proyectos%206ta%20edici%c3%b3n.pdf>

Suarez Arenas, E. (2018). Mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos en la empresa Petramás SAC–Ate 2018.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35142>