



Reducción de tiempos perdidos en prensas ocasionados por falta de pasta a través de un ciclo de mejoramiento, en el proceso de producción de Baldosas en la Organización Corona Sede Girardota.

María Juliana Vargas Bermúdez

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniera Industrial

Asesor

Rafael Ricardo Mendoza Herrera, Ingeniero Industrial, Mag. en Psicopedagogía

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Industrial
Medellín, Antioquia, Colombia
2023

Cita	(Vargas Bermúdez, 2023)
Referencia	Vargas Bermúdez, M. J. (2023). <i>Reducción de tiempos perdidos en prensas ocasionados por falta de pasta a través de un ciclo de mejoramiento, en el proceso de producción de Baldosas en la Organización Corona Sede Girardota</i> . [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda López

Decano/director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Mario Alberto Gaviria Giraldo.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Este trabajo es dedicado a mis padres, hermano y abuela que con su apoyo, amor y esfuerzo hicieron que este logro sea posible.

Agradecimientos

Agradezco a la Organización Corona por permitirme realizar mi semestre de industria allí, crecer como profesional, potenciar habilidades y desarrollar nuevas y aplicar los conocimientos adquiridos durante los 5 años de carrera.

Quiero agradecer a todas las personas con las que compartí y de las que aprendí durante estos 6 meses, especialmente a Alba Ochoa, Catalina Jiménez y Viviana Castro, quiénes fueron mis jefas y mentoras por su gran disposición y enseñanzas durante este periodo. Igualmente, agradezco a mi asesor interno, el profesor Rafael Mendoza, por su paciencia y capacidad de escucha.

Finalmente es para mí un honor y un privilegio agradecer a mi querida alma máter, la Universidad de Antioquia, por brindarme tantos aprendizajes, espacios de crecimiento, por permitirme aprender de profesores excepcionales y compartir con personas maravillosas a las que hoy puedo llamar amigos.

Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
1 Objetivos	14
1.1 Objetivo general	14
1.2 Objetivos específicos	14
2 Marco teórico	15
2.1. Filosofía Kaizen	15
2.2. Ciclo de mejora	15
2.3. Disponibilidad	15
2.4. Optimización de procesos	15
2.5. Lean Six Sigma	15
2.6. ¿Por qué? Porque	16
2.7. 5W+1H	16
2.8. Diagrama de Ishikawa	16
3 Metodología	17
3.1. Definición	17
3.2. Medición	17
3.3. Análisis	17
3.4. Implementación	17
3.5. Control	17
3.6. Cierre	17
4 Resultados y análisis	18
5 Conclusiones	36

Referencias

37

Anexos

38

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Estudio de tiempos Tripper.</i>	19
Tabla 2 <i>5W+1H Falta de pasta.</i>	26
Tabla 3 <i>Análisis ¿Por qué? porque Disponibilidad limitada de pasta en prensa.</i>	28
Tabla 4 <i>Número de paros / día de la semana.</i>	31
Tabla 5 <i>5W+1H Pasta alrededor de Tolve.</i>	33
Tabla 6 <i>¿Por qué? Porque Pasta alrededor de la Tolve 1.</i>	34

Lista de ilustraciones

Ilustración 1 Diagrama de flujo sistema pasta-prensa.....	18
Ilustración 2. Proceso sistema pasta-prensa.....	19
Ilustración 3. Tiempo perdido en minutos Jun/Dic 2022 bajo el código 4102.....	22
Ilustración 4. Tiempo perdido en minutos Ene/Abr 2023 bajo el código 4102.....	22
Ilustración 5. Tiempo perdido en minutos Jun/Dic 2022 bajo el código 4204.....	23
Ilustración 6. Tiempo perdido en minutos Jun/Dic 2022 bajo el código 4302.....	24
Ilustración 7. Tiempo perdido en minutos Ene/Abr 2023 bajo el código 4302.....	25
Ilustración 8. Tiempo perdido en minutos Jun/Dic 2022 bajo el código 4304.....	25
Ilustración 9. Tiempo perdido en minutos Ene/Abr 2023 bajo el código 4304.....	26
Ilustración 10. Diagrama de Ishikawa “Disponibilidad limitada de pasta en prensa”.....	27
Ilustración 11. Tablero de bandas silos.....	29
Ilustración 12. Acumulación pasta Tolva 1	32

Siglas, acrónimos y abreviaturas

SGO	Sistema de gestión de operaciones
ATM	Atomizador
LILAC	Estándar de limpieza, inspección, lubricación, ajuste y control
Tn	Tolva número
Bloq/Reg	Bloqueo/Regulación

Resumen

En este documento se evidencia el proyecto realizado con el fin de mejorar la disponibilidad de pasta en el proceso de prensado en la planta de fabricación de baldosas de pared, ubicada en Girardota, perteneciente a la división de negocio Superficies, Materiales y Pinturas de la Organización Corona. El proceso de prensado viene experimentando paradas mayores y menores debido a la falta de pasta, la cuál es el insumo principal del proceso de producción de baldosas, que puede ser causada por diferentes factores como atascos en el sistema de transporte o fallos en los componentes tales como: recorrido ininterrumpido del tripper, fallas mecánica en bandas o tolvas.

Para encontrar causas adicionales y cumplir con el objetivo principal de este proyecto que es disminuir el tiempo de inactividad en las prensas causado por falta de pasta, la metodología que se utilizó es de carácter mixto y se llevará a cabo a través de un ciclo de mejora, basado en la metodología Lean Six Sigma “DMAIC”, fases a saber: definición, medición análisis, implementación, control y cierre.

A partir de los resultados de la implementación de la metodología descrita, se propone a la Organización realizar las siguientes mejoras: baliza y alarma sonora en el tripper; marcador de falta de pasta en el tablero de bandas silos como indicador de paros; incluir mecanismo rompe grumos en el divertí y en el sensor de nivel de pasta de las tolvas; aumento de frecuencias de vibraciones del tamiz. Estas propuestas quedan sujetas a la aprobación y autorización de presupuesto necesario para su implementación.

Palabras clave: Ciclo de mejora, Disponibilidad, Optimización de procesos, Análisis causa raíz, Lean Six Sigma.

Abstract

This document shows the project carried out in order to improve the availability of paste in the pressing process at the wall tile manufacturing plant, located in Girardota, belonging to the Surfaces, Materials and Paints business division of the Corona Organization. The pressing process has been experiencing major and minor stoppages due to the lack of paste, which is the main input of the tile production process, which can be caused by different factors such as jams in the transport system or failures in the components such as: uninterrupted tripper travel, mechanical failures in belts or presses.

In order to find additional causes and fulfill the main objective of this project, which is to reduce the downtime in the presses caused by lack of paste, the methodology that will be used is mixed and will be carried out through an improvement cycle, based on the Industrial Engineering methodology "DMAIC", with six phases: definition, measurement, analysis, implementation, control and closure.

After the application of this methodology, the following improvements are proposed to the Organization: beacon and sound alarm in the tripper; lack of pulp marker on the silo belt board as a stop indicator; inclusion of a lump breaker mechanism in the diverter and in the pulp level sensor in the hoppers; increase of vibration frequencies of the sieve. These proposals are subject to approval and authorization of the budget necessary for their implementation.

Keywords: Improvement cycle, Availability, Process optimization, Quality control, Root cause analysis, Lean Six Sigma.

Introducción

Corona es una multinacional colombiana con más de 140 años de historia empresarial dedicada a la manufactura y comercialización de productos para el hogar, la construcción, la industria, la agricultura y el sector de energía. Se divide en:

- Cuatro Divisiones de Negocios: Baños y Cocinas; Superficies, Materiales y Pinturas; Insumos Industriales y Manejo de Energía; y Mesa Servida.
- Dos Unidades Comerciales que son Almacenes Corona y Comercial Corona Colombia. (Organización Corona, 2022)

Este trabajo se llevó a cabo, en la planta de Girardota, bajo la división de negocio Superficies, Materiales y Pinturas al desarrollo y fabricación de productos para la construcción y remodelación que incluyen revestimientos (pisos, paredes y decorados), materiales de construcción (pegantes, boquillas, morteros, limpiadores, herramientas de instalación, estucos, yesos, pinturas, acabados texturizados, masillas tipo joint compound, masillas joint free, masillas para revoque en seco, masillas para acabados, aditivos para morteros, juntas, sellos e impermeabilizantes, entre otros) soluciones y sistemas constructivos que hacen más fácil y rápida la construcción mientras se cuida y protege la salud de la familia y la del maestro de obra. (Organización Corona, 2022)

Corona trabaja bajo el sistema de excelencia de operación industrial llamado Sistema de Gestión de Operaciones (SGO CORONA), es la adaptación organizacional basada en el entorno y en el modelo TPM por Shinichi Shinotsuka, y tiene como propósito principal poner en el centro a todos los integrantes de la Organización, su liderazgo y autonomía porque a través de las personas se puede lograr transformaciones y retos inimaginables. Tiene como norte el cliente satisfecho y lo soportan 5 indicadores principales y la cultura Corona. Este sistema cuenta con dos columnas que lo sostienen y mantienen firme, la primera está conformada por 8 pilares de gestión: Salud y Seguridad; Medio Ambiente; Calidad; Mantenimiento Autónomo; Mantenimiento Planeado; Mejoras Enfocadas; Gestión Temprana; Sistemas de Gestión Integral. La segunda columna está conformada por los principios rectores claves del mejoramiento continuo, son: éticos, hábitos de gestión en el piso de la planta; decisiones basadas en hechos y

datos; obsesión por eliminar desperdicios; promover los cambios y la mejora continua; responsables social y ambientalmente. (Organización Corona, 2022)

El desarrollo de actividades estuvo completamente articulado al SGO, alineado al funcionamiento interno de la Organización y se concentrará en la planta de fabricación de baldosas de pared que se divide en 4 grandes procesos, a saber: Preparación pasta y esmalte; ensamble; cocción; clasificación y empaque final, los cuales se llevan a cabo de forma lineal. Todo el proceso de producción depende del buen rendimiento de preparación de pasta donde se mezclan las materias primas hasta obtener la consistencia y resistencia de pasta deseada para ser trasladada a ensamble y continuar con el proceso de producción.

En el proceso de prensado se han evidenciado paros menores y mayores por falta de la materia prima principal que es la pasta, esto se presenta por diferentes causas dentro del proceso actual, de las cuales podemos mencionar anticipadamente: bloqueos al sistema de transporte, fallo de algunos componentes y el tiempo que tarda el operario en dar aviso al proceso que le antecede. Es importante mencionar que la información sobre un fallo se transmite entre operarios de forma verbal y puede variar entre 1 y 15 minutos en llegar al operario de atomizadores (ATM), esto debido a que el operario de prensa debe dirigirse a donde se encuentre el operario de ATM y en algunas ocasiones no está en el punto por lo que debe continuar con la búsqueda; una vez entregada la información depende de la identificación oportuna de la causa de falta de pasta y de la reactivación del sistema por parte de los operarios de ATM.

Con el propósito de encontrar causas adicionales a las que se han mencionado, y disminuir los paros menores y mayores por disponibilidad de pasta en prensado, se llevó a cabo un ciclo de mejora basado en el DMAIC, una de las herramientas aprendidas durante el pregrado asociadas a la filosofía Kaizen y a la metodología Lean Six Sigma. Esta herramienta consta de 6 fases: definición, medición, análisis, implementación, control y cierre. En estas fases se hace uso de herramientas propias de la Ingeniería Industrial como: 5W+1H, análisis de métodos y tiempos, espina de pescado y ¿Por qué? porque.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Disminuir tiempos perdidos en prensas ocasionados por falta de pasta a través de un ciclo de mejoramiento.

1.2 Objetivos específicos

- Definir y medir las variables internas y externas involucradas en la llegada oportuna de la cantidad necesaria de pasta a prensas y analizar estándares, condiciones básicas y variables críticas del proceso.
- Generar una propuesta de mejora que permita aumentar la disponibilidad de la línea, evitar reprocesos, movimientos innecesarios y cumplir los requerimientos del cliente y del proceso.
- Implementar la propuesta de mejora si y sólo si la empresa da el aval de implementación y autoriza el presupuesto necesario.

2 Marco teórico

2.1. Filosofía Kaizen

Este término es utilizado por primera vez por Masaaki Imai en sus dos libros sobre el tema y en ellos define filosofía Kaizen como: "Mejoramiento y aún más significa mejoramiento continuo que involucra a todos, gerente y trabajadores por igual" (Imai, 1989). Para Newitt (1996), la definición de Imai (1986, 1989), se basa en que la palabra Kaizen es una derivación de dos ideogramas japonesas que significan: KAI = Cambio, ZEN = Bueno (para mejorar) (Farley 1999).

2.2. Ciclo de mejora

La mejora puede aplicarse como “cambios radicales” o “pequeños cambios”. La primera opción puede aplicarse en pocas ocasiones, mientras que la segunda opción es aplicable en forma reiterada en un mismo proceso. Es posible visualizar en forma cíclica la mejora continua de un proceso: cada mejora genera otra posibilidad de mejora. Este ciclo ha sido denominado ciclo de mejora. (Trías et al, 2009)

2.3. Disponibilidad

Puede tener diversos significados en un entorno empresarial. En términos de TI, puede referirse a la facilidad de acceso a datos o recursos en un formato utilizable. También puede referirse a la disponibilidad general de un sistema. Esto incluye la rapidez con la que es posible recuperarse cuando sucede un incidente o cuando una parte del sistema se colapsa o no está disponible. (Capterra, 2019)

2.4. Optimización de procesos

La optimización de procesos es la disciplina que adapta continuamente los procesos con el fin de mejorarlos. Para eso se debe hacer un análisis y, así, identificar los puntos deficientes y encontrar las soluciones para perfeccionarlos. La eficiencia de una empresa depende de sus procesos. Y es por eso por lo que su optimización es fundamental para alcanzar la competitividad esperada y convertirse en una referencia en el mercado. (SYDLE, 2021)

2.5. Lean Six Sigma: “Método organizado y sistemático para la mejora estratégica de procesos y el desarrollo de nuevos productos y servicios que se basa en métodos estadísticos y en el método científico para reducir drásticamente los índices de defectos definidos por el cliente.” (Linderman et al. 2003)

2.6. ¿Por qué? Porque: Es una metodología en la que se realizan preguntas que involucren el problema y surjan durante el estudio con el fin de analizar de las posibles causas de los problemas.

2.7. 5W+1H: Es una herramienta utilizada por las empresas en la búsqueda de los factores que provocan los problemas, como lo mencionan Trias et al (2009), “La 5W+H es una metodología de análisis empresarial que consiste en contestar seis preguntas básicas: qué (WHAT), por qué (WHY), cuándo (WHEN), dónde (WHERE), quién (WHO) y cómo (HOW)”.

2.8. Diagrama de Ishikawa: También conocido como espina de pescado por la figura que se forma al completarlo, donde está presente de una forma clara y sencilla las probables causas de los problemas.

Ishikawa clasifica las diferentes causas de un problema en 5 variables, las famosas 5 M.

Materia: es todo lo que es consumible o útil para el proyecto, como las materias primas, el papel, el agua, la electricidad, etc. **Medio:** esta noción se corresponde con el entorno, es decir, con el contexto que puede tener un impacto en el proyecto (lugar de trabajo, espacios verdes, etc.).

Métodos: abarca los procesos existentes, el flujo de información, la investigación y desarrollo, los modos operacionales utilizados, etc. **Material o Máquina:** se refiere al material necesario que se utiliza en el proyecto. Por ejemplo: los locales eventuales, las piezas de recambio, el equipamiento, el material informático, los softwares, las tecnologías, las máquinas o el equipo de gran tamaño. **Mano de obra:** hace referencia a los recursos humanos que participan en el proyecto y a la cualificación de la persona. (de Saeger, 2016)

3 Metodología

La metodología con la que se llevó a cabo este proyecto fue del tipo mixto. Teniendo en cuenta los objetivos propuestos, la implementación de un ciclo de mejoramiento fue la herramienta principal para alcanzar los objetivos formulados en este proyecto, en donde se utilizaron instrumentos de recolección de datos tales como: entrevistas a los actores del proceso y los grupos focales de investigación. De esta forma, la metodología del proyecto se desarrolló a través de las siguientes fases:

3.1. Definición: Como su nombre lo indica, en esta fase se contemplan las oportunidades de mejora y se define el objetivo de la propuesta de implementación, respondiendo a cada una de las preguntas claves: qué, cuándo, cómo y para qué con la ayuda de la herramienta 5W+1H; así mismo el indicador que se controlará en todo el proceso.

3.2. Medición: Consiste en la descripción de la situación actual del proceso de prensado y disponibilidad de pasta, a través de un análisis de métodos y tiempos. Adicionalmente, por medio de la herramienta espina de pescado, se identificaron las causas asociadas al fenómeno y al proceso del problema definido en la fase anterior.

3.3. Análisis: Se refiere a la selección de las causas más atribuibles al problema con el fin de aplicarles la técnica de análisis de ¿Por qué? porque a cada una.

3.4. Implementación: El objetivo de esta fase es definir una propuesta de mejora para que sea parte de un plan de acción que a su vez permitirá avanzar en la puesta en marcha de la propuesta y alcanzar los objetivos del proyecto. También se definirán los tiempos y fechas para cada uno de los pasos a seguir en el plan de acción y sus respectivos responsables.

3.5. Control: En esta fase se busca documentar los hallazgos, datos y comentarios obtenidos para realizar los respectivos ajustes, correcciones y ejercer el control pertinente. Así mismo, permite realizar el seguimiento a la implementación de la mejora con el fin de verificar si la propuesta seleccionada se está usando o se está llevando a cabo.

3.6. Cierre: Consta de la presentación del ciclo de mejora ante los asesores, obtención del aval del jefe y cierre del ciclo.

4 Resultados y análisis

La producción de baldosas es un proceso lineal y la parte directamente involucrada en los paros presentados en prensa es el sistema Pasta-Prensa. Para entender el flujo de la pasta se realizó el diagrama de flujo (Ilustración 1) y con el ánimo de identificar los componentes y máquinas de este sistema se bosquejé el gráfico del proceso (Ilustración 2).

Ilustración 1

Diagrama de flujo sistema pasta-prensa.

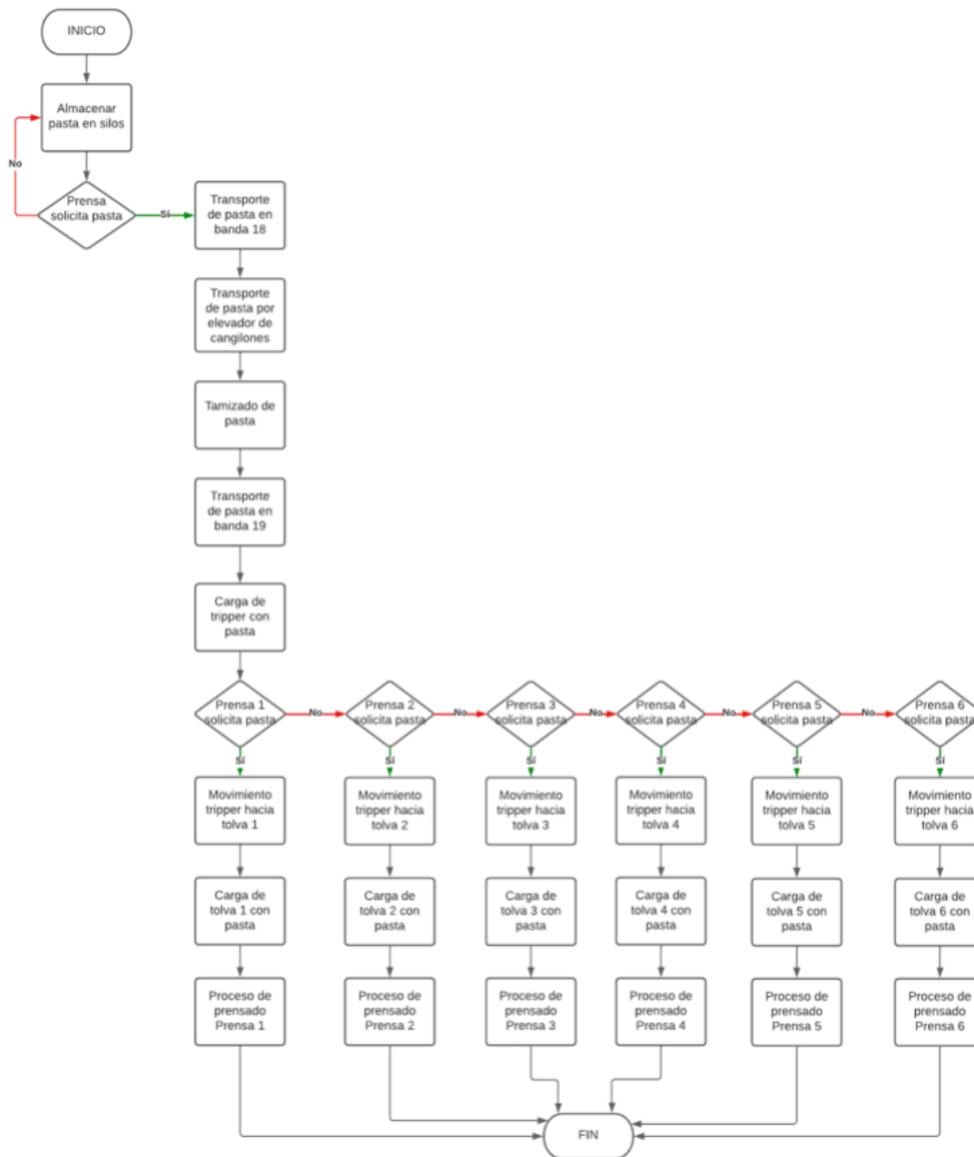
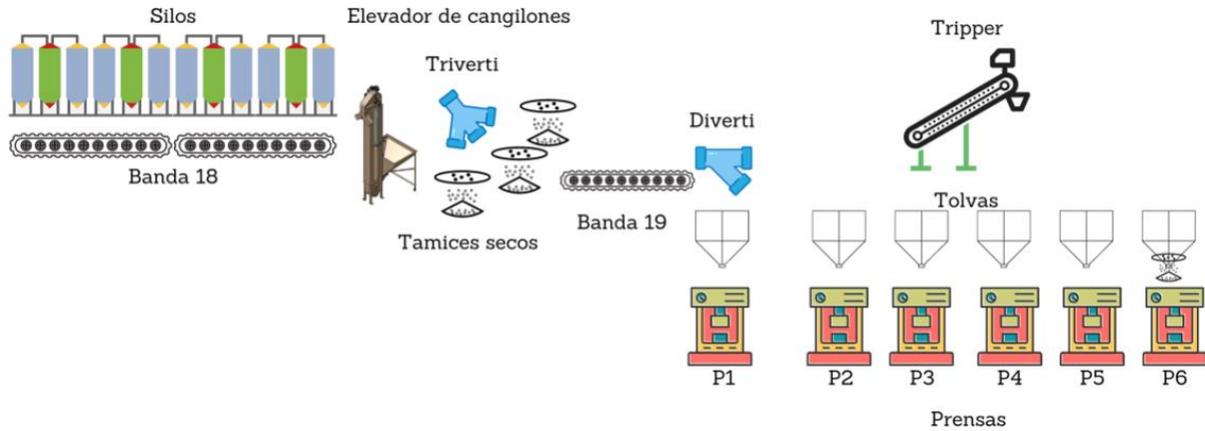


Ilustración 2.

Proceso sistema pasta-prensa



Como se puede observar en la *Ilustración 2*, el Tripper es el encargado de dosificar y entregar la pasta directamente a las tolvas que alimentan la prensa. El tripper cumple con dos funciones específicas y dentro de su programación tiene un tiempo máximo para el cumplimiento de cada una: la primera de ellas es el “Desplazamiento” entre tolvas y, la segunda, es la “Descarga” de pasta en cada una de las tolvas. El tiempo máximo para cada función es de 2 minutos y 4 minutos y medio, respectivamente. Es importante mencionar que el tripper cumple con estas funciones de la tolva 2 a la 6, y no tiene un recorrido concreto pues se dirige a la tolva que en el sistema marque como nivel insuficiente de pasta, encargándose así de mantenerlas abastecidas para el proceso de prensado.

Con el fin de descartar que una de las causas principales de los paros presentados por falta de pasta en prensa es el incumplimiento del tripper en su programación se realizó un estudio de tiempos detallado en la siguiente tabla:

Tabla 1.*Estudio de tiempos Tripper*

Acción	29-mar		10-abr		12-abr	
	10:00 a.m.		10:00 a.m.		10:00 a.m.	
	Tolva	Tiempo	Tolva	Tiempo	Tolva	Tiempo
Desplazamiento	T3 a T5	1,04	T4 a T6	1,01	T4 a T5	0,36
Descarga	Tolva 5	3,16	Tolva 6	4,26	Tolva 5	3,36
Desplazamiento	T5 a T2	1,21	T6 a T2	1,47	T5 aT3	1,01
Descarga	Tolva 2	3,28	Tolva 2	3,23	Tolva 3	2,01
Desplazamiento	T2 a T3	0,32	T2 a T3	0,38	T3 a T6	1,21
Descarga	Tolva 3	2,33	Tolva 3	4,02	Tolva 6	3,36
Desplazamiento	T3 a T4	0,25	T3 a T4	0,42	T6 a T5	0,38
Descarga	Tolva 4	3,28	Tolva 4	3,08	Tolva 5	3,46
Desplazamiento	T4 a T5	0,34	T4 a T5	0,37	T5 a T4	0,35
Descarga	Tolva 5	4,07	Tolva 5	4,06	Tolva 4	2,37
Desplazamiento	T5 a T2	1,23	T5 a T6	0,34	T4 aT6	0,49
Descarga	Tolva 2	2,52	Tolva 6	4,28	Tolva 6	3,27
Desplazamiento	T2 a T3	0,35	T6 a T2	1,43	T6 aT3	1,24
Descarga	Tolva 3	3	Tolva 2	3,35	Tolva 3	3,05
Desplazamiento	T3 a T4	0,43	T2 a T3	0,33	T3 a T5	0,59
Descarga	Tolva 4	2,3	Tolva 3	3,19	Tolva 5	3,2
Desplazamiento	Promedio	0,64625		0,71875		0,70375
Descarga	Promedio	2,9925		3,68375		3,01

Gracias al anterior estudio de tiempos se descarta que la causa de los paros sea fallas en el cumplimiento de la programación del tripper, pues los tiempos se encuentran dentro de lo estipulado por el programa. Por otro lado, en la Organización Corona se asignan códigos internos para cada tipo de paro que se presenta durante el proceso donde el operario asignado al área o a la máquina se encarga de reportarlo, teniendo en cuenta que el proyecto se centra en el sistema Pasta-Prensa y la necesidad es disminuir los paros por falta de pasta se hizo una primera selección de códigos para hacer el análisis del histórico de

paros presentados. Basados en la *Ilustración 2. Proceso sistema Pasta-Prensa*. Se descartaron los códigos que no intervenían en esta área y se seleccionaron los siguientes:

- 4102, BLOQ/REG TRANSPORTE PASTA: Se reporta cuándo hay un paro mecánico y se está presentando algún daño en tolvas, silos o tamices.
- 4204, FALLA TRANSPORTE PASTA: Se reporta cuándo hay un paro no programado en el tripper.
- 4302, BLOQ/REG TRANSPORTE DE PASTA: Se reporta cuándo existe paro por falla eléctrica o se presenta un bajón de energía que detuvo el tripper.
- 4304, FALTA DE PASTA: Este paro se evidencia cuando se detiene la prensa y en el tablero de nivel de pasta se enciende el indicador, esto se debe a que el flujo de pasta se detuvo en los silos porque se taparon con sedimentos de pasta o porque alguno de los silos no tiene la cantidad mínima de pasta requerida para surtir el proceso. Otra causa no tan común es que el sensor de nivel de pasta de la tolva se tapone con sedimentos de pasta y siga indicando al sistema que tiene el insumo suficiente cuando realmente ya lo agotó e incurra en paro, para esta causa específica el operario realiza limpieza del sensor y reestablece el proceso.

El proceso de identificación y reporte de paros es común para todos los códigos y funciona de la siguiente manera: El operario de prensas cuándo nota falta de pasta se dirige hasta donde está el operario de atomizador (ATM) para informar el hecho; una vez informado el operario de ATM deberá indagar la causa, reestablecer el flujo de pasta e informar al operario de prensas cuál era la causa del paro para que reporte el código correspondiente.

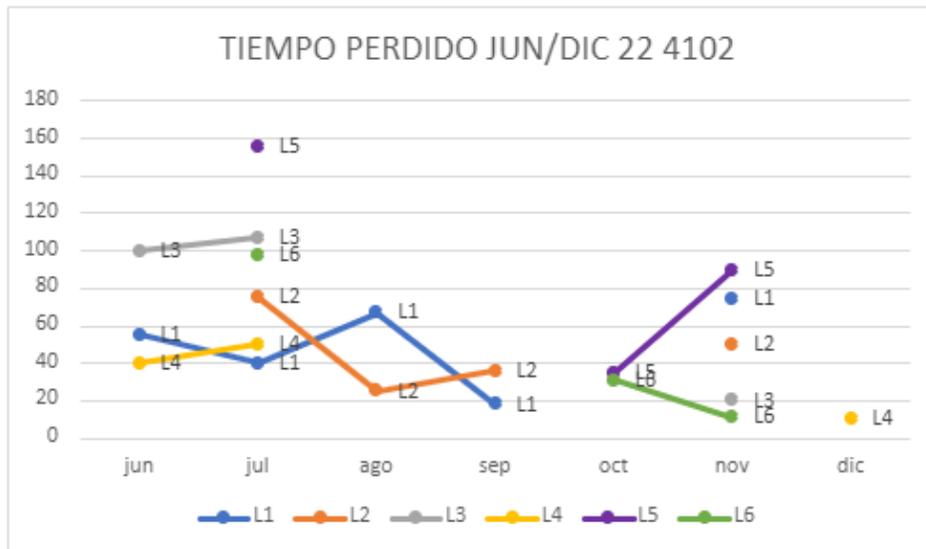
Una vez seleccionados los códigos se recolectó información histórica desde el mes de junio de 2022 hasta el mes de abril de 2023 con la intención de reconocer las líneas, meses y códigos que más reportan minutos de paro. Se separan los datos de 2022 a la de 2023 para tener más claridad sobre las variaciones de paros en cada año y se obtuvo la siguiente información:

- **4102, BLOQ/REG TRANSPORTE PASTA:**

En el periodo junio a diciembre del año 2022 (*Ilustración 3*) se puede identificar que la línea con reportes de paros más constante, es decir, con más meses reportados es la línea 1 y la línea con el tiempo más alto reportado es la línea 5 durante el mes de julio.

Ilustración 3.

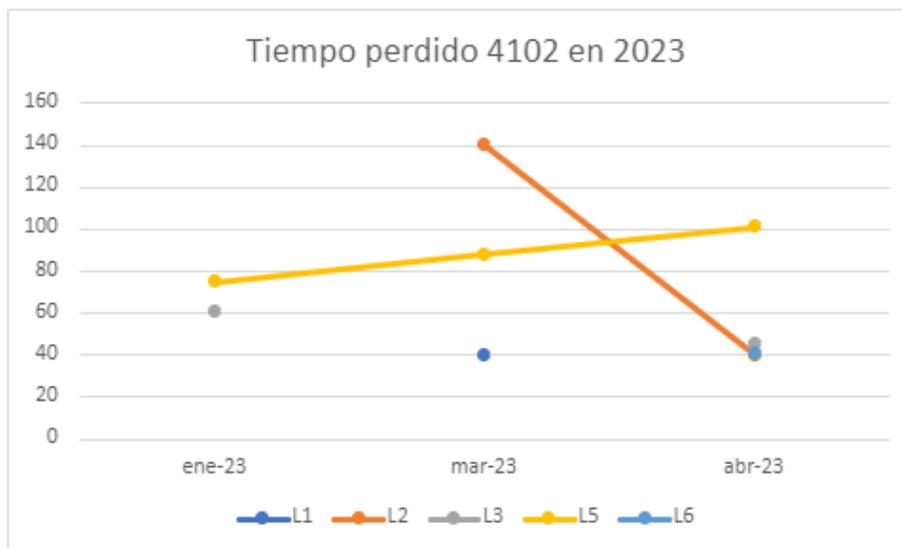
Tiempo perdido en minutos Jun/Dic 2022 bajo el código 4102.



En cuanto a la información del año 2023 (*Ilustración 4*) se puede concluir que la línea 5 es la que más presenta paros, al contrario de las demás líneas que han presentado paros, pero no en meses consecutivos.

Ilustración 4.

Tiempo perdido en minutos Ene/Abr 2023 bajo el código 4102.



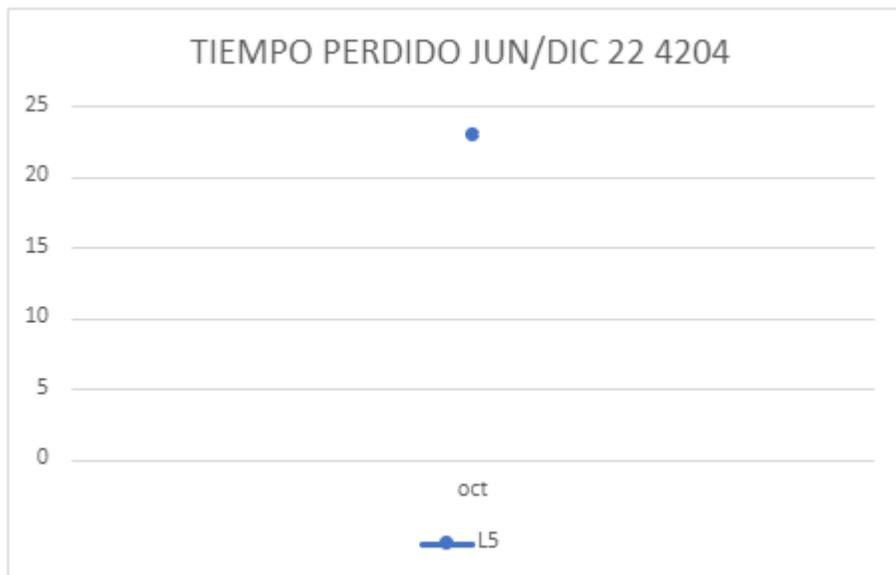
De ser este código el elegido para la profundización del análisis se sugiere se haga seguimiento a la línea 5.

- **4204, FALLA TRANSPORTE PASTA:**

Según el consolidado de información de paros, desde junio de 2022 a abril de 2023 solo se ha presentado un paro por falla de transporte de pasta, por lo que no se considera necesario profundizar en este código pues no es un porcentaje relevante con respecto a los tiempos perdidos por paros en ese periodo de tiempo.

Ilustración 5.

Tiempo perdido en minutos Jun/Dic 2022 bajo el código 4204.

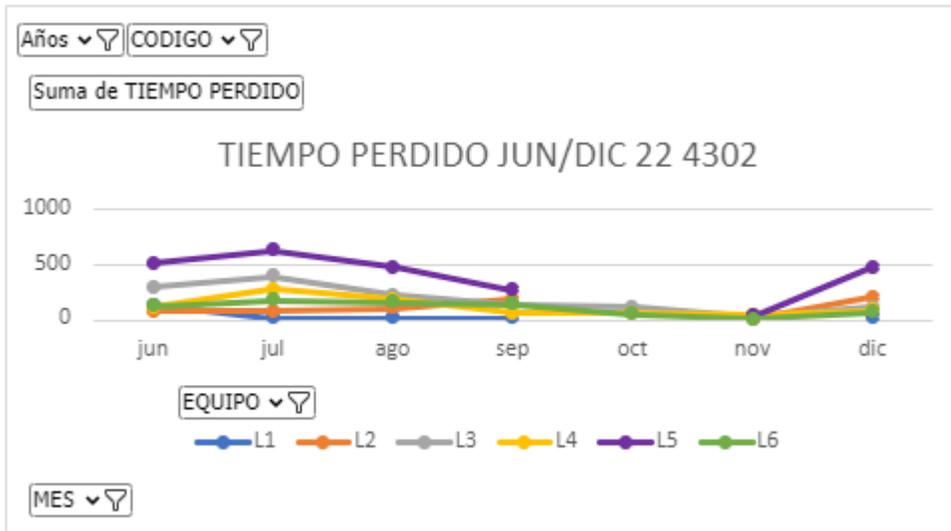


- **4302, BLOQ/REG TRANSPORTE DE PASTA:**

Durante los últimos 6 meses del año 2022 todas las líneas presentaron similitud en los paros de Bloq/Reg Transporte de pasta, bastante significativos en relación con el tiempo total de paros de las líneas con los otros códigos. Sin embargo, la línea 5 sigue liderando el tema de mayor cantidad de paros es este periodo de tiempo.

Ilustración 6.

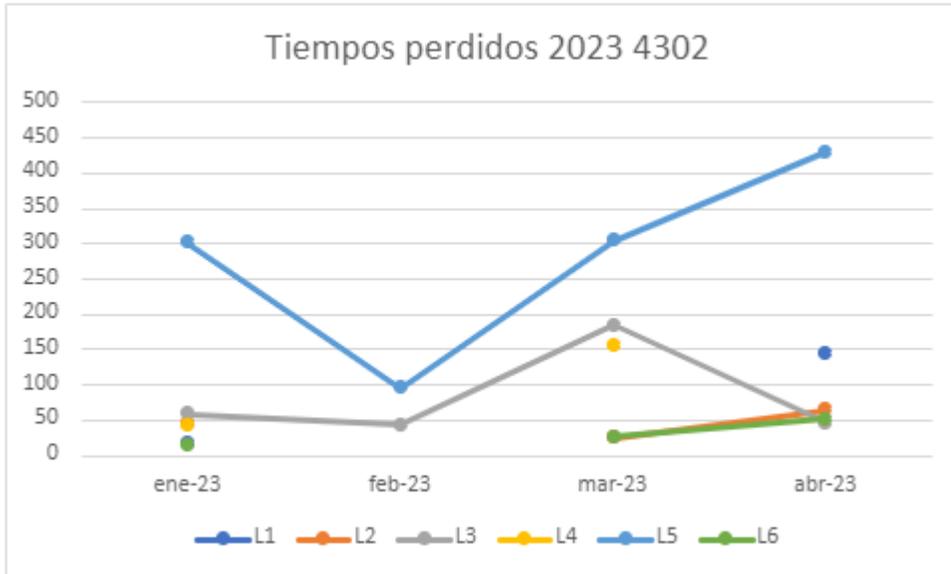
Tiempo perdido en minutos Jun/Dic 2022 bajo el código 4302



La disminución en el tiempo de paros por Bloq/Reg Transporte de pasta (Ilustración 7) y la cantidad de líneas involucradas en lo que va del 2023 es relevante comparándola con los registros del 2022 (Ilustración 6).

Ilustración 7.

Tiempo perdido en minutos Ene/Abr 2023 bajo el código 4302.



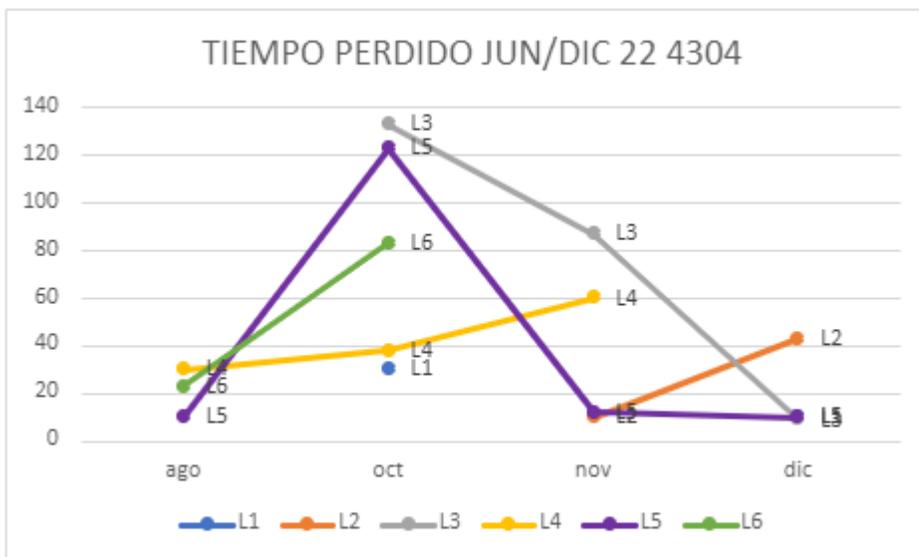
Teniendo en cuenta la Ilustración 6 y 7 se sugiere enfocar los esfuerzos en la línea 5 pues es donde más se reportan paros por este código.

- **4304, FALTA DE PASTA:**

Las líneas 3 y 5 fueron las que más presentaron paros durante los últimos 6 meses de 2022 (Ilustración 8), respecto a las demás líneas. No se tiene conocimiento de una causa particular del porqué estas líneas presentan paro por falta de pasta.

Ilustración 8.

Tiempo perdido en minutos Jun/Dic 2022 bajo el código 4304.



Durante el periodo seleccionado para el año 2023, solo se ha presentado paro por falta de pasta en la línea 2 en el mes de enero (*Ilustración 9*), esta información no muestra claridad ante los causales de paros por Falta de pasta.

Ilustración 9.

Tiempo perdido en minutos Ene/Abr 2023 bajo el código 4304



Luego de este análisis, teniendo en cuenta que el código que deriva directamente del sistema pasta-prensa y por sugerencia de la Organización, la investigación y oportunidades de mejora se centrarán en el código 4304 Falta de pasta. Para dar continuación con la definición específica del problema, se usó como apoyo la herramienta 5W+1H, que permitió identificar lo siguiente:

Tabla 2.

5W+1H Falta de pasta

QUÉ: ¿Qué problema se tiene?	Falta de pasta en prensas 3 y 5 de ensamble
CUÁNDO: ¿Cuándo ocurre?	En funcionamiento normal
DÓNDE: ¿Dónde ocurre?	Salida de tolva prensas 3 y 5
QUIÉN:	No depende de quien ejecuta la actividad
CUÁL: ¿Cuál es la tendencia del problema?	Al azar
CÓMO: ¿Cómo ocurre	Prensas de ensamble detenidas por falta de pasta
Descripción del Fenómeno	Se presenta falta de pasta en la salida de tolva de prensas 3 y 5 del proceso de ensamble, suele suceder en funcionamiento normal sin una tendencia identificada y no depende de la mano de obra. Lo que sucede es que las prensas se detienen y marcan "mancanza terra" en los tableros informando de la falta de pasta.

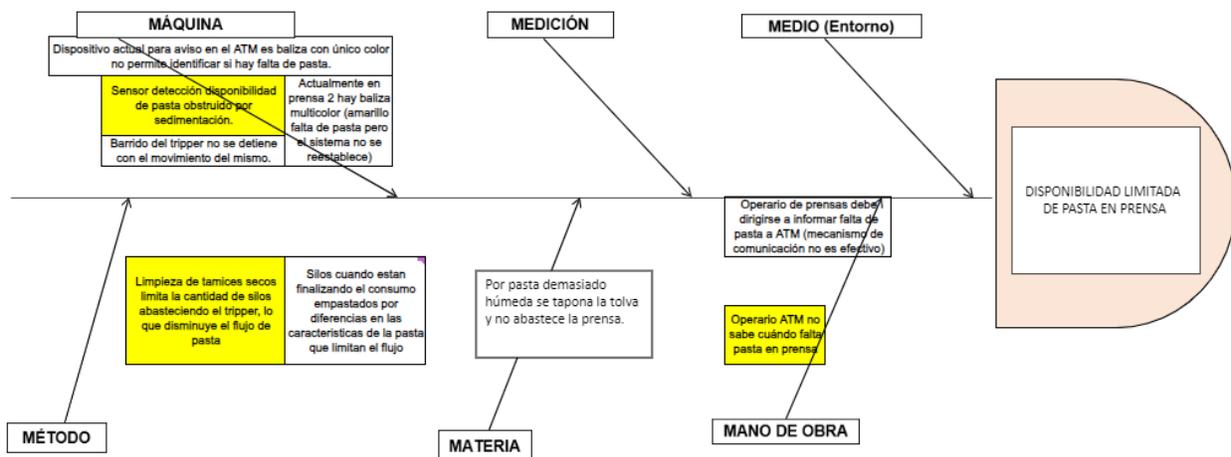
Una vez seleccionado el código e identificado el fenómeno, se realizaron grupos focales con los operarios de prensas y ATM, con el fin de recolectar de información para identificar las posibles causas de los paros presentados. Para la consolidación de la información en un diagrama de Ishikawa se tuvo en cuenta las 6M que maneja la organización, saber:

- Máquina: Componentes, partes y descripción de la máquina involucrada en el proceso.
- Método: Tareas que involucran la máquina o impactan de cualquier manera el fenómeno elegido.
- Materia: También conocido como materiales o materia prima, son las características o propiedades del insumo o materia prima que tienen influencia en el fenómeno.
- Mano de obra: Personal involucrado directamente en el fenómeno, habilidades y capacitaciones requeridas para el cumplimiento de sus funciones.
- Medición: Control de calidad, gastos y registros.
- Medio: Factores del medio ambiente que aportan al fenómeno, estos factores no se pueden controlar, pero se puede encontrar medidas de contingencia para ellos.

La información se condensó en el siguiente diagrama de Ishikawa (*Ilustración 10*)

Ilustración 10.

Diagrama de Ishikawa “Disponibilidad limitada de pasta en prensa”.



Las causas resaltadas de color amarillo dentro de la *Ilustración 10* fueron consideradas como las más atribuibles al problema, a continuación, se extiende el contexto de cada una a través de la herramienta del ¿Por qué? porque:

Tabla 3.*Análisis ¿Por qué? porque Disponibilidad limitada de pasta en prensa.*

	CAUSA 1 ¿POR QUÉ?	CAUSA 2 ¿POR QUÉ?	CAUSA 3 ¿POR QUÉ?
1	¿Por qué el operario de ATM no sabe cuándo falta pasta en prensa? Porque no hay sistema de comunicación entre áreas	¿Por qué hay falta de pasta en la prensa 3 y 5? Porque se agotó y el sistema no informó	¿Por qué hay falta de pasta en la prensa 2? Porque hay poco flujo de pasta que no alcanza a llenar las cavidades de la prensa
2	¿Por qué no hay un sistema de comunicación entre áreas? Porque se implementó un walkie talkie y no funcionó	¿Por qué se agotó y el sistema no informó? Porque el sensor de nivel de pasta de la tolva esta obstruido	¿Por qué hay poco flujo de pasta que no alcanza a llenar las cavidades de la prensa? porque la tolva no está lo suficientemente llena para hacer la dosificación
3	¿Por qué se implementó un walkie talkie y no funcionó? Porque los operarios de ATM no hacían uso del walkie talkie	¿Por qué el sensor de nivel de pasta de la tolva esta obstruido? Porque se sedimentó pasta sobre el sensor	¿Por qué la tolva no está lo suficientemente llena para hacer la dosificación? porque el tripper está transportando cantidad mínima de pasta a todas las tolvas
4	¿Por qué los operarios de ATM no hacían uso del walkie talkie? Porque recibían llamados innecesarios desde prensa / Porque podría provocar un incidente realizar las actividades llevando consigo el walkie talkie	¿Por qué se sedimentó pasta sobre el sensor? Porque no se realizó la limpieza adecuada del sensor	¿Por qué el tripper está transportando cantidad mínima de pasta a todas las tolvas? porque solo están funcionando tres silos
5	¿Por qué recibían llamados innecesarios desde prensa? / ¿Por qué podría provocar un incidente realizar las actividades llevando consigo el walkie talkie? Porque al menor paro en prensado era más sencillo comunicarse con ATM y que verificaran / Porque para realizar sus actividades deben moverse por escaleras y zonas estrechas donde se puede enganchar el walkie talkie	¿Por qué no se realizó la limpieza adecuada del sensor? Porque esta limpieza se realiza de forma reactiva, es decir, una vez la tolva se vacía por esta causa. No existe este punto de limpieza en el estándar LILAC	¿Por qué solo están funcionando tres silos? Porque se está realizando limpieza programada de tamices secos y no están funcionando los 4 silos que generalmente surten al tripper

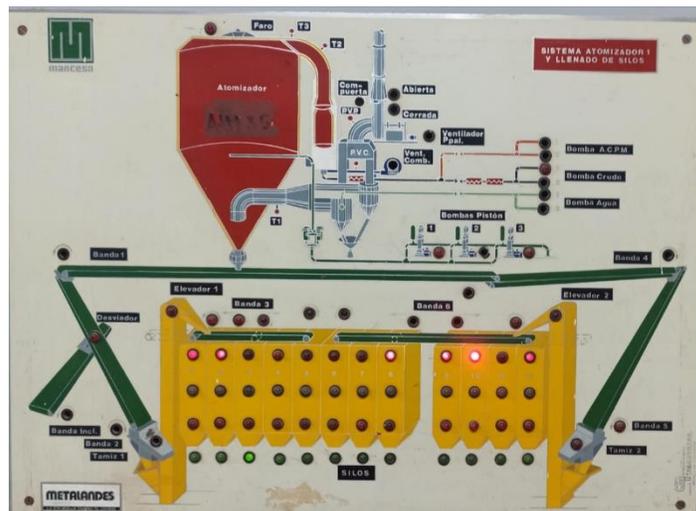
Propuestas de mejora:

Identificadas ya las causas raíz con la herramienta ¿Por qué? Porque el siguiente paso fue proponer mejoras y establecer un plan de acción en pro de cada una de ellas.

- Causa 1: En vista de que la necesidad es mantener informados los operarios de ATM sobre las faltas de pasta que se estén presentando en las diferentes prensas y que anteriormente no funcionó el uso de walkie talkies como medio de comunicación interna entre operarios de prensas y ATM, se propone entonces el añadir marcadores en el tablero de bandas silos (Ilustración 11), que se encuentra en la oficina de preparación pasta, de tal forma que le indique al operario cuando se está presentando un paro por falta de pasta en la prensa respectiva. Para esta mejora es un factor relevante el hecho de que el operario de ATM esté revisando de manera constante este tablero lo que garantizaría que la mayoría de las veces el operario de prensas no deberá dirigirse a preparación pasta con el fin de informar un paro.

Ilustración 11.

Tablero de bandas silos.



Adicional, se propone instalar una baliza que permita facilitar la identificación de detención del tripper cuando el operario se encuentre por esta zona. Su función como identificador visual asignando cada uno de sus colores a los paros. Para ello es necesario la programación y conexión de la baliza a todos los sistemas con el fin de identificar cuando es por disminución de flujo de pasta, por silos finalizando su consumo o tamices en limpieza. Como esta zona es de alta contaminación auditiva, se sugiere combinar la

baliza con una alarma sonora que alerte al encargado del área que se presentó un paro, la ventaja de fusionar estas dos herramientas es que una vez se escuche la alarma solo deberá mirar el color de la baliza y dirigirse directamente al área afectada y tomar las acciones pertinentes.

- Causa 2: El sensor de nivel de pasta se tapona por sedimento ocasionado por la misma, considerando que la materia prima se sedimenta por sus características y composición, asimismo, que esto es algo que no se puede evitar cambiando la fórmula ya establecida de la pasta se establece como acción primordial e inmediata incluir en el estándar LILAC de las tolvas de prensas la limpieza del sensor de nivel tres veces a la semana.

La propuesta adicional es instalar un sistema rompe grumos compuesto por un vibrador industrial con su debida programación para que se active cada cierto tiempo y asegure las condiciones de limpieza del sensor de nivel, garantizando así el abastecimiento correcto de las tolvas y la disminución de paros por falta de pasta.

- Tres veces a la semana se realiza la limpieza programada de los tamices secos, para que las condiciones de trabajo de los encargados de limpieza (contratistas) sean las correctas es necesario disminuir el flujo de pasta desactivando uno de los silos, es decir, como generalmente están activados 4 de los 12 silos al momento de la limpieza de los tamices funcionan 3 de los 12.

Con el objetivo de verificar si los días de limpieza de tamices secos se generan mayor cantidad de paros con respecto a los demás días se filtró la información de los paros registrados desde junio de 2022 hasta abril 2023 y se agrupó la suma de los paros que se presentaron cada día de la semana (*Tabla 4*)

Tabla 4.

Número de paros / día de la semana

Código	Número de paros / día de la semana						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
4304	4	0	1	3	4	4	2

Se hace esta distinción por días con el propósito de analizar la relación que tienen los paros con los días en que se realiza la limpieza de tamices secos (lunes, miércoles y viernes), de lo cual se puede concluir que: no existe un registro donde se especifique que el paro se dio por el nivel de pasta que se está transportando por la limpieza de tamices. Para el código seleccionado, 4304 Falta de pasta, con respecto a este ciclo de mejoramiento se pudo observar que los días con mayor cantidad de paros mayores y menores, entre junio de 2022 y abril 2023, coinciden con los días de limpieza de los tamices secos, es decir, lunes, miércoles y viernes. Según la afirmación anterior es necesario proceder con un plan de contingencia para los días que se realice la limpieza.

Con objeto de reducir el impacto que tiene la limpieza de tamices secos se hicieron las dos propuestas siguientes:

- SMED: Busca implementar actividades dentro de la limpieza con el fin de reducir tiempos y optimizar funciones. Esta propuesta fue descartada por viabilidad pues existen dos limitaciones en el proceso: por un lado los encargados de la limpieza de tamices son contratistas por lo tanto no se puede hacer variaciones directas a sus actividades, lo que se puede hacer es sugerir a la empresa que las revise; por el otro, la empresa para disminuir el tiempo de limpieza ofrece como solución realizar un paro de los tres tamices y realizar limpieza simultánea lo que no aportaría realmente a la disminución de paros en prensa pues también se tendrían que detener con los tamices.
- Aumento de frecuencia de vibraciones del tamiz: Basada en tamices de siguiente generación multifrecuencia X-Line cuccolini, la viabilidad de esta propuesta es favorable y queda bajo valoración de la Organización su implementación.

Hallazgos adicionales:

Durante la investigación y recolección de datos, específicamente durante el periodo en el que se realizó el estudio de tiempos, se notó un fenómeno adicional que no tiene repercusiones en el proceso de llenado de las tolvas de prensas siempre y cuando no sea repetitivo. Cómo se puede observar en la Imagen 1. el fenómeno detectado es la acumulación de pasta alrededor de la tolva 1.

Ilustración 12.

Acumulación pasta Tolva 1.



Sabiendo que si este fenómeno es repetitivo puede afectar el nivel de almacenamiento de la Tolva 1 y así posiblemente generar paros, se usa la herramienta 5W+1H como opción para encontrar sus causas-raíz y prevenir este fenómeno en próximas ocasiones, evitando así que su solución se dé de manera reactiva, es decir, se dé una vez ocurra el fenómeno.

Tabla 5.

5W+1H Pasta alrededor de Tolva.

HECHOS OBSERVADOS	
QUÉ: ¿Qué problema se tiene?	La compuerta que permite paso de pasta entre el tripper y la tolva 1 se bloquea.
CUÁNDO: ¿Cuándo ocurre?	Cuando la pasta se asienta en la compuerta
DÓNDE: ¿Dónde ocurre?	Alrededor de la tolva 1 se encuentra acumulación de pasta.
QUIÉN: ¿El problema depende o no de quien ejecuta la actividad?	No depende del operario.
CUÁL: ¿Cuál es la tendencia del problema?	Al azar.
CÓMO: ¿Cómo ocurre?	La compuerta que permite paso de pasta entre el tripper y la tolva 1 se bloquea debido a que se solidifica la pasta (por su humedad) y no existe sensor que indique al tripper que se cerró la compuerta por lo que sigue enviando pasta; llega el punto en que la pasta empieza a salir por todos los orificios y si no hay un operario observando esta situación se produce esta acumulación.

Habiendo identificado que la causa de la acumulación de pasta alrededor de la tolva 1 es la compuerta que permite paso de pasta entre el tripper y la tolva 1 se bloquea debido a que se solidifica la pasta (por su humedad) y no existe sensor que indique al tripper que se cerró la compuerta por lo que sigue enviando pasta, debido a esto llega el punto en que la pasta empieza a salir por todos los orificios y si no hay un operario observando esta situación se produce esta acumulación; se implementó la herramienta ¿Por qué? Porque (Tabla 6) con el fin de analizar el problema y encontrar razones más puntuales.

Tabla 6.*¿Por qué? Porque Pasta alrededor de la Tolva 1.*

	ANALISIS 1	ANALISIS 2	ANALISIS 3
1	¿Por qué hay pasta alrededor de la tolva 1? Porque salió por los orificios del diverti	¿Por qué hay pasta alrededor de la tolva 1? Porque salió por los orificios del diverti	¿Por qué hay pasta alrededor de la tolva 1? Porque salió por los orificios del diverti
2	¿Por qué salió por los orificios del diverti? Porque la compuerta que da paso a la pasta se bloqueó.	¿Por qué salió por los orificios del diverti? Porque en las uniones (empates) del diverti no están selladas	¿Por qué salió por los orificios del diverti? Porque el tubo de caída hacia la tolva 1 se taponó
3	¿Por qué se bloqueó la compuerta? Porque la pasta se asentó	¿Por qué en las uniones (empates) del diverti no están selladas? Porque estos componentes no deben estar completamente sellados	¿Por qué el tubo de caída hacia la tolva 1 se taponó? Porque la pasta se sedimentó dentro
4	¿Por qué se asentó la pasta? Por su composición y humedad a medida que avanza el tiempo se genera una capa de pasta.		¿Por qué la pasta se sedimentó dentro? Por su humedad hace que se sedimente y no se realizó la limpieza del tubo en el momento oportuno

Basado en los hallazgos obtenidos con el uso de la herramienta ¿Por qué? Porque podemos definir dos causas raíz con sus respectivas acciones de mejora:

- Se genera una capa de pasta (debido a su composición y humedad) dentro del diverti y no existe claridad en el estándar de limpieza sobre esta parte de la máquina, es por esto por lo que el primer paso del plan de acción fue revisar el estándar de limpieza, inspección, lubricación, ajuste y control (LILAC) y verificar si la limpieza del diverti está previamente establecida. Una vez se verificó y se determinó que está limpieza no está dentro del estándar se procedió a realizar dicho estándar (Anexo 1) con el operario encargado del área involucrada.
- Se sedimenta pasta en el tubo de caída hacia la tolva 1 y genera acumulación de pasta dentro del tubo, aunque este fenómeno se puede evitar con el estándar LILAC mencionado en el apartado anterior, se sugiere adaptar un sistema rompe grumos ya sea un vibrador industrial programado para que cada cierto tiempo se encienda y permita que los sedimentos se evacúen o un inyector de aire comprimido, estos inyectores ráfagas de aire que ayudan a romper los grumos y mantener la pasta fluida, programado para que cada cierto tiempo se encienda y permita que los sedimentos se evacúen. Estas propuestas quedan a consideración y disposición del área encargada.

5 Conclusiones

A partir de la aplicación del ciclo de mejoramiento se recolectó información preliminar que permitió definir el alcance específico sobre los paros, dónde se decidió dar enfoque a el código “4304: Falta de pasta”, que se reporta en el proceso de prensado cuando se detiene la prensa por dicha causa.

Con el direccionamiento del proyecto hacia este código y con el uso de herramientas de la Ingeniería Industrial como lo son: estudio de tiempos, ¿Por qué? Porque, diagrama de Ishikawa y 5w+1h se logró concluir que las tres causas principales de este paro son: mecanismo de comunicación entre operarios de ATM y prensa no es efectivo; sensor de nivel de pasta de las tolvas se tapona con sedimento; la limpieza de tamices secos afecta la cantidad de silos en funcionamiento lo que reduce el flujo de pasta y ralentiza el abastecimiento de las tolvas.

Finalmente, para cada una de estas causas se propone las siguientes mejoras o herramientas respectivamente: marcador de paro en prensa en el tablero de bandas de silos y baliza unificada con alarma sonora que indique paro del tripper; implementación de estándar LILAC para sensor de nivel de pasta en las tolvas y sistema rompe grumos; aumento de frecuencia de vibraciones del tamiz.

La implementación de estas propuestas de mejora queda sujeta a la valoración y aprobación de la Organización Corona, según su autorización de presupuesto necesario.

Referencias

Capterra. (2019). *Qué es la disponibilidad*. Recuperado de: <https://www.capterra.co/glossary/>

de Saeger, A. (2016). *El diagrama de Ishikawa*. 50Minutos. es.

Farley, C. (1999) "Despliegue de Políticas del KAIZEN". XI Congreso de Calidad Total organizado por el Centro de Productividad de Monterrey, Monterrey Nuevo León México. Fundación Mexicana de la Calidad Total y Centro de Productividad de Monterrey.

Imai, M. (1986) *Kaizen-The key to Japan's Competitive Success*. New York: Random House.

Imai, M. (1989) *Kaizen, la clave de la ventaja competitiva japonesa*. México, D.F.: CECSA.

Linderman K., Schroeder R., Zaheer S et al. (2003). Six Sigma: A goal-theoretic perspective. *Journal of Operations Management*,93-203, 21(2).

Newitt, D.J. (1996) "Beyond BPR & TQM - Managing through Processes: Is Kaizen Enough?", *Industrial Engineering Conference Proceeding*. London: Institution of Electric Engineers, Vol. 1, pp. 100-110.

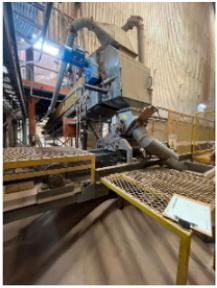
Optimización de procesos: *¿Qué es y por qué es tan importante para tu negocio?* (2021, Agosto 25). Blog SYDLE. <https://www.sydle.com/es/blog/que-es-optimizacion-de-procesos-6126ac39b060f57604039a57>

Organización Corona. Corona. (2022) Recuperado de: <https://orgcorona.sharepoint.com/sites/intranet/SitePages/Qui%C3%A9nes-somos.aspx>

Trías, M., González, P., Fajardo, S., & Flores, L. (2009). Las 5 W + H y el ciclo de mejora en la gestión de procesos. *Innotec Gestión*, (1 ene-dic), 20-25.

Anexos

Anexo 1. Estándar LILAC diverti

Codigo	CH-SGO-PMA-LILAC-01	ESTÁNDAR DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO- LILAC				SGO Corona Sistema de gestión de operaciones Corona	
Vigente desde:	2020-11-09					CÓDIGO SAP:	
PLANTA: GIRARODTA		MÁQUINA: DIVERTY				ENTIDAD:	
EMC:		PARA REALIZAR ESTAS ACTIVIDADES ES NECESARIO HACER USO DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL. APLICAR EL ESTÁNDAR DE BLOQUEO, CANDAJEO Y ETIQUETADO, Y DILIGENCIAR LA ATS CUANDO SEA NECESARIO.					
DIAGRAMA DE LA MÁQUINA		No	¿Qué parte de la máquina?	Tipo de actividad	Para cada tipo de actividad se deben responder estas preguntas 1. ¿Cómo se hace? 2. ¿Qué debe garantizar la actividad? Para el caso de Lubricación adicionalmente responder ¿Con Qué?	Tipo (min)	FRECUENCIA
		1	Compuerta	L	Abrir compuerta y con paño seco limpia de forma horizontal el exceso de pastar exeso de pasta.	2 min	3 dias
		2	Ducto caída pasta prensa 1	L	Con elemento rigido, golpear suavemente durante 10 segundos para dejar caer exceso de pasta acumulada.	2 min	3dias
		3	piso	L	con pala y escoba recoger acumulacion de pasta y depositarla en en cabidad destinada para su reutilizacion.	5 min	3dias
		4	Compuerta	I	Visualmente verificar que la pasta caiga con fluidez a la rejilla	42min	3dias
		5	Banda	I	Visualmente verificar que la banda gire correctamente y que no presente fallas en el pesplazamiento de la pasta.	2 min	3dias
		6	ductocaída prensa 1	I	Visualmente verificar que la cabidad del ducto no este taponada y con exceso de pasta	2min	3dias
		7					

Convenciones: Tipo de actividad: L(Limpieza) - I(Inspección) -LU(lubricación) - A (Ajuste) - C (Cambio)

Frecuencia: D(diaria) - Q(Quincenal) - S(semanal)- M (mensual)- 2M(2 meses) - 3M(3 meses) - 6M(6 meses)