



UNIVERSIDAD
**SAN IGNACIO
DE LOYOLA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial y Comercial

**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA
FABRICACION DE ADITIVOS PARA UNA UNIDAD
CONCRETERA EN LIMA**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial
y Comercial**

PONCE TORANZO, PAOLO EDUARDO

**Asesor:
Zelada García, Michael**

**Lima – Perú
2017**

JURADO DE LA SUSTENTACION ORAL

.....

Presidente

.....

Jurado 1

.....

Jurado 2

Entregado el:

Aprobador por

.....

Paolo Ponce Toranzo

.....

Asesor de Tesis

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

UNIVERSIDAD SAN IGNACION DE LOYOLA

FACULTAD DE INGENIERIA

Yo, Paolo Eduardo Ponce Toranzo, identificado con DNI N° 44459789 Bachiller del Programa Académico de la Carrera de Ingeniería Industrial y Comercial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola, presento mi tesis titulada "Incremento de la productividad en la fabricación de aditivos para una concretera en Lima".

Declaro en honor a la verdad, que el trabajo de tesis es de mi autoría; que los datos, los resultados y su análisis e interpretación, constituyen mi aporte. Todas las referencias han sido debidamente consultadas y reconocidas en la investigación.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad u ocultamiento de la información aportada. Por todas las afirmaciones, ratifico lo expresado, a través de mi firma correspondiente.

Lima, Setiembre de 2017

.....

Paolo Eduardo Ponce Toranzo

DNI: 44459789

EPIGRAFE

La aplicación del enfoque en sistemas
en la solución de los problemas de
suministro y distribución de una empresa.

(Bowersox, 1979)

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCION	10
REALIDAD PROBLEMÁTICA	11
FORMULACION DEL PROBLEMA	15
Problema General	15
Problemas Específicos	15
MARCO REFERENCIAL	15
Antecedentes Nacionales	15
Antecedentes Internacionales	17
ESTADO DEL ARTE	19
MARCO TEORICO	24
Principios del lean manufacturing	24
Los principios de los desperdicios	24
Sobreproducción	24
Excesos de procesos o procesos inapropiados	25
Movimientos innecesarios	25
Desperdicios por defectos	25
Tiempos de espera	25
Inventarios innecesarios	25
Transporte	25
Herramientas de lean manufacturing	26
Estudio de tiempos y movimientos	26
Smed (single minute exchange of die)	26
Teorica de restriccion (toc)	27
Metodologia de las 5's	28
SEIRI (Clasificar o Seleccionar)	28
SEITON (Ordenar)	28
SEISO (Limpiar)	28
SEIKETSU (Estandarizar)	29
SHITSUKE (Disciplina)	29
TPM (Total Productive Maintenance)	29
OBJETIVO DE LA INVESTIGACION	31
Objetivo General	31
Objetivo Específicos	31
JUSTIFICACION	31
Teórica	31

Practica	32
Social	32
HIPOTESIS	33
MATRIZ DE CONSISTENCIA	34
MARCO METODOLÓGICO	35
Metodología	35
Paradigma	35
Enfoque	35
Método	35
VARIABLES	35
Variable Independiente	35
Variable Dependiente	36
POBLACION Y MUESTRA	36
Población	36
Muestra	36
UNIDAD DE ANÁLISIS	38
INSTRUMENTOS Y TECNICAS	38
INSTRUMENTOS	38
PROCEDIMIENTOS Y METODO A ANALISIS	42
PROCEDIMIENTOS	42
MÉTODO DE ANÁLISIS	44
Procedimiento para el Objetivo 1	44
Procedimiento para el Objetivo 2	45
Procedimiento para el Objetivo 3	46
Procedimiento para el Objetivo 4	46
RESULTADOS	47
Análisis de la prueba	47
Prueba de hipótesis	48
Análisis financiero	53
DISCUSION	55
CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES	57
SUGERENCIA	57
REFERENCIAS	58
ANEXOS I	61
ANEXO II	63

ANEXO III

69

ANEXO IV

73

RESUMEN

Este proyecto de grado se enfoca en la necesidad de la empresa manufacturera en incrementar su productividad a través de la implementación de un sistema de enfriamiento forzado, el cual ayudara a reducir sus tiempos de producción, donde en la actualidad no se tiene identificados los cuellos de botella dentro del proceso productivo y demoras por tener una planificación no acertada.

Se realiza el cálculo del tiempo que toma todo el proceso actual de producción desde la etapa de carga hasta la descarga, el cual es de 270 min., y se obtuvo realizando la toma de tiempo de cada etapa en el proceso de fabricación durante un día de trabajo.

Posteriormente se identificó el cuello de botella, el cual se ve en la etapa de enfriamiento, donde el proceso actual se demora 180 min.; con la propuesta se estaría mejorando a 150 min, lo que aumenta la capacidad de producción.

Así, se realizaron las tomas de muestra en laboratorio para validar el nuevo proceso, queriendo decir que para ser válido el enfriamiento forzado se debe cumplir con los parámetros de control que el producto tiene. Esta validación se realiza con los instrumentos de medición para obtener pH y densidad.

El análisis del nuevo tiempo de producción, luego de ser validado por el área de investigación y desarrollo es de 240 min. Obteniendo una reducción de 30 min., con lo cual permite relajar una modelación más fina de la programación, teniendo en cuenta que una de las restricciones más significativas es el caldero, ya que este solo puede nutrir a 2 reactores en trabajo simultaneo sin que este tenga una reducción de su entalpia.

Finalmente, se obtuvo una mejora de la productividad del 16% en la etapa de enfriamiento, el cual contribuye con un 11.1% en aumentar la productividad de toda la etapa de fabricación.

Palabras claves: Tiempo de producción, enfriamiento forzado, cuello de botella, productividad.

ABSTRACT

This degree project focuses on the need for the manufacturing company to increase its productivity through the implementation of a system of forced cooling, which help reduce their production times, where in a today there is no identified bottlenecks in the production process and delays by having no successful planning.

The calculation of time that takes the entire current production from the stage up to the discharge, which is 270 min, and was doing the recording time of each stage in the manufacturing process during a day's work.

Subsequently identified the bottleneck, which is seen in the cooling phase, where the current process will be delayed 180 min; with the proposal would improve 150 min, which increases production capacity.

So were sample outlets laboratory to validate the new process, meaning that to be valid the forced cooling must comply with the parameters of control that the product has. This validation is performed with measuring instruments for pH and density.

The analysis of the new time of production, after being validated by the research and development area is 240 min. Obtaining a reduction of 30 min., which allows relazar one modeling more fine programming, taking into account that one of the most significant constraints is the cauldron, since this can only nurture 2 reactors at work simultaneously without having this a reduction of its enthalpy.

Finally, obtained 16% productivity improvement in the cooling phase, which contributes with a 11.1% increase the productivity of all the manufacturing stage.

Key words: time of production, forced cooling, bottleneck, productivity.

INTRODUCCION

Hoy en día, las necesidades de los clientes se han diversificado, y las empresas se encuentran en constantes cambios para amoldarse las necesidades. Para cumplir las expectativas, las empresas se trazan objetivos los cuales bajo estrategias coordinan promueven el aumento de la productividad.

La manufactura siempre fue considerar el eje principal de todo lo que nos rodea, pero las gestiones de manufactura han cambiado en los últimos tiempos de tal forma que todos los procesos deben ser optimizados para reducir las mermas y aumentar la capacidad de producción.

Por consecuencia, se puede decir que la definición de productividad es la reducción de costos en los procesos, pero aumentado los indicadores de calidad del mismo.

La presente investigación da inicio con la identificación del problema que aqueja la empresa, el cual es la baja productividad, quiere decir que su proceso no es optimo y puede ser mejorado para elevar el número de batches. Luego de ser identificados y planear las soluciones se realizará un monitoreo de las tareas para observar que se encuentren bajo control.

Finalmente, se hará una evaluación financiera del proyecto, el cual reflejara el impacto que puede tener el proyecto en la producción y este es significativo.

REALIDAD PROBLEMÁTICA

En un entorno de libre competencia, el consumidor tiene libertad para elegir el producto o servicio el cual le convenga, la brecha tecnológica entre los productos cada vez se acorta y las ventajas competitivas son fácilmente emuladas; la competitividad y la satisfacción del cliente son indicadores que se deben tener como referencia, las cuales guíen el accionar de las empresas. Para obtener mayores oportunidades de éxito, las empresas deben desarrollar ventajas competitivas innovadoras en su forma de operar, actuando directamente sobre los gastos y aumentando la productividad.

La ventaja competitiva que las empresas desarrollan a lo largo del tiempo, siempre se encuentra orientado a la mejora continua, es decir, siempre innovar en métodos y herramientas los cuales contribuyan a lograr una ventaja competitiva.

Para la presente investigación se tiene como foco de análisis el proceso productivo de aditivos que mejoran el desempeño del concreto, de acuerdo con las necesidades para lo cual se re requiera.

Las necesidades de los clientes (las unidades concreteras) son de volúmenes grandes, lo que ocasiono que la empresa manufacturera creciera de manera desordenada, algo que impacto directamente en la modalidad de fabricar los aditivos requeridos por los clientes.

A continuación, se muestra un modelo de cómo se es el flujo de los pedidos hasta su despacho.



Ilustración 1: Proceso del flujo de pedido. Elaboración Propia

Dentro de este modelo, surge el diagrama de la preparación de los aditivos.



Ilustración 2: Proceso de producción. Elaboración Propia

Este es el foco de investigación, ya que es donde se generan los mayores retrasos. La operación es semi automatizada, lo que puede generar algún tipo de error humano. El proceso de preparación de las materias primas es manual, al tener más de 600 referencias en productos terminados, estas necesitan alrededor de 2000 referencias de MP's, lo que genera muchas demoras, es decir retrasos en el proceso de producción, ya que algunas materias primas se fraccionan en unidades pequeñas.

La operación de mezclado es semiautomatizada, este proceso depende de un operario al cual es el responsable de su máquina y la operación de la grúa bandera para abastecer a su mezclador y empezar la operación. Es aquí donde se generan tiempos muertos y merma, siendo este un foco de atención para la investigación, ya que los tiempos muertos se generan cuando el proceso de encuentra en mezclado y el operario espera grandes periodos de tiempos para realizar luego la operación de descarga.

Las mermas suceden por la falta de estandarización de los procesos, quiere decir que las formulaciones no tienen una cantidad de merma adecuada y eso genera muchos desperdicios de producción.



Ilustración 3: Vista lateral de la plataforma de producción



Ilustración 4: Vista lateral de la plataforma de producción

Adicionalmente, otra realidad problemática que la empresa sufre es el envasado de productos. Al contar con diversas presentaciones, y al ser una actividad de manera manual, es una actividad propensa al error humano, ya que aún no establecen una medida de control que garantice obtengan pesos exactos. El efecto de tener un envase bajo de peso dentro de un despacho podría ocasionar el rechazo de la entrega completa por parte del cliente, por ende, se incurriría en pagos de penalidades, pago de falso fletes y peor aún pérdida de futuras negociaciones.

Finalmente, con la gradual reactivación de la industria constructora, tanto para la reconstrucción (Proinversiones, 2017), y la reanudación de los megaproyectos en el país (Michiquillay, 2017), la demanda de materiales para la construcción aumentara. Con ello, se infirió que las observaciones que se levantó perjudicarían la participación en los proyectos, por las problemáticas previamente expuesta.

FORMULACION DEL PROBLEMA

Problema General

¿Cuánto asciende el porcentaje en los indicadores de productividad luego de aplicar un sistema de enfriamiento forzado, en una empresa del rubro manufacturero en el año 2017?

Problemas Específicos

¿Cuánto se reduce el tiempo del proceso implementando un sistema de enfriamiento forzado?

¿Cuánto afecta la calidad del producto el aplicar un sistema de enfriamiento forzado?

¿Cuál es la posibilidad de aumentar la productividad desarrollando un modelo de secuenciación de trabajo?

¿Cuánto es el beneficio monetario al implementar un sistema de enfriamiento forzado?

MARCO REFERENCIAL

Antecedentes Nacionales

En el entorno en el que vivimos, nos exige siempre reformulas las maneras de las cuales se puede atender mejor a nuestros clientes y brindar un servicio de calidad para lograr así competitividad.

Un primer trabajo de tesis correspondiente a (Acuña, 2012), de la Universidad Católica ubicada en Perú, quien en su investigación "Incremento de la capacidad de producción de fabricación de estructuras de moto taxis aplicando metodologías de las 5s's e ingeniería de métodos ", explica el incremento de la capacidad de producción aplicando la herramienta 5's, así mismo aplicando diagnósticos al proceso críticos dentro de la línea productiva. Bajo este contexto se lograron nuevos métodos de trabajo y el rediseño de los puestos de trabajo, con la finalidad de reducir el tiempo de ciclo del proceso y reducción del esfuerzo

realizado. Analizando la propuesta, se puede ver que la aplicación de la herramienta 5'S, ayuda en el rediseño de los puestos de trabajo, beneficiando así a la organización evaluando la rentabilidad de la misma.

(Aranibar Gamarra, 2016), de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, ubicada en Perú, en su investigación "Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera" busca aplicar la manufactura esbelta en diversos sectores con realidades distintas. Es su investigación demuestra el uso de las herramientas para luego ser plasmadas en una empresa manufacturera la cual tenía problemas en su fase inicial del proceso, aplicando las herramientas adecuada se logra un incremento en su productividad, con lo cual se puede concluir que a la metodología es un agente el cual ayuda a elevar la productividad si esta se desarrollada adecuadamente, así mismo al aplicarse se puede usar con un agente de cambio para el crecimiento de la organización.

En el siguiente trabajo contempla el estudio de los procesos para dar valor agregado mejorando los procesos, eliminando las operaciones que no ayuden con la integración de una serie de técnicas las cuales se encuentra enfocadas a la optimización de recursos. Este trabajo corresponde a (Melgar Herrera, 2012), de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, ubicada en Perú, con el tema "Propuesta para el mejoramiento de los procesos de producción en una empresa de corte y confección", en su investigación enfoca su conocimiento de lean manufacturing en los procesos productivos de una empresa textil, explicando a detalles los procesos y cuáles son los puntos críticos que generan trabas dentro de la cadena productiva. Toma con unidad de medida el tiempo en confección de las prendas similares y empieza a hacer simulaciones usando el software ARENA, para luego concluir en la reestructuración del proceso. A manera de conclusión, la aplicación del lean manufacturing tiene como efecto positivo en la reducción de las mermas, ya que se reduce las perdidas por desperdicios y se logra una calidad deseada; para finalizar con proponer la automatización del proceso de corte para reducir más las perdidas y reducir el tiempo de producción.

(Macedo Sipan, 2016), de la Universidad Católica, ubicada en Perú, presento la tesis "Análisis y propuesta de mejora de procesos en una orfebrería (platería), mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta", en su investigación realiza el análisis de la situación de una empresa y se propone el uso de herramientas de lean manufacturing para eliminar las mermas de producción, de

tal manera se pueda lograr un uso eficaz de los recursos. Para la investigación se selecciona una familia de productos, las cuales son diagnosticadas mediante un mapa de flujo de valor, y una redistribución de planta mediante el cual se pueda minimizar los movimientos y por ende las mermas, con ello se puede evaluar el impacto económico, el costo y beneficio y la sostenibilidad del proyecto en el tiempo. Analizando la propuesta, esta puede ser replicada no solo para las empresas de rubro estudiado, sino para empresas manufactureras en general, estableciendo mejoras continuas en sus procesos productivos.

(Vigo Moran & Astocaza Flores, 2013), de la Universidad Católica, ubicada en el Perú, presenta su tesis “Análisis y mejora de procesos de una línea procesadora de bizcochos empleando manufactura esbelta”, realiza su investigación basada en la necesidad de implementar mejoras en el sistema de producción en la elaboración de bizcochos, para esto hace alusión al uso de las herramientas de manufactura esbelta con las cuales pueda optimizar la producción analizando el uso de equipos y recursos humanos. Desarrolla sistema de productividad, identificando los puntos donde se genera la mayor cantidad de mermas. La propuesta para la investigación es usar las herramientas de: Just in Time, 5's y mantenimiento productivo total. Con esto se puede concluir que el fondo de la investigación es mantener una gestión adecuada de los equipos y reestructurar las labores de tal manera que la empresa sea más productiva.

Antecedentes Internacionales

En la investigación de (Monge Perry, 2014), de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en México, en su investigación “Impacto de: la manufactura esbelta, la manufactura sustentable y la mejora continua en la eficiencia operacional y responsabilidad ambiental en plantas de manufactura en México”, percibe el impacto que tiene el lean manufacturing en la eficiencia operacional y responsabilidad ambiental en plantas de manufactura, con el fin de plasmar los resultados y tomar acciones de mejora, las cuales basadas en un criterio científico puedan abocar a un buen resultado e implementación del método. Como hallazgo importante para esta investigación, se puede notar que, aplicando la manufactura esbelta, esta contribuye en el impacto de los indicadores claves del negocio, que son mejorar la rentabilidad, reducir la huella de carbono y promover una cultura de sustentabilidad de la organización.

(Ibarra Montemayor, 2008), del Tecnológico de Monterrey, ubicado en México, en su investigación “Metodología de implementación de manufactura esbelta en maquiladoras mexicanas”, analiza las ventajas y debilidades de las metodologías de lean manufacturing para las empresas que prestan servicio de maquila, con esto desarrolla el método cuyo objetivo es compensar las debilidades y verificar la factibilidad de mejorarlas. La metodología empleada, como la de mejor resultado es la Kaizen, con ello demuestra la posibilidad de implementar un sistema de manufactura esbelta, para integrar el análisis del estado financiero de la organización con las métricas de lean analizadas. Concluyendo, se puede acotar que los resultados obtenidos por la investigación demuestran la posibilidad de implementar el sistema de lean manufacturing utilizando las metodologías correctas en cada puesto de trabajo, así se puede sostener en el tiempo este proyecto de mejora.

(Carbia Rueda, 2016), de la Universidad Anáhuac, ubicada en México, en su investigación “Desarrollo de un plan de mejora para una línea de ensamblaje de automóvil sedan aplicando manufactura esbelta”, realiza un análisis de tiempos y movimientos dentro de una ensambladora de vehículos, en la cual detecta tiempos muertos, las cuales eran causados por los reprocesos por malos trabajos anteriormente realizados, la idea de la investigación es romper los cuellos de botella en toda la línea de producción y genera un ahorro a la empresa en tiempo de producción y recursos humanos. Su metodología usada fue las 5's. Los hallazgos de la investigación demuestran que, al tener una base de datos sólida, como un registro de tiempos, se puede tener una visibilidad mayor de los cuellos de botella dentro del proceso y empezar a aplicar las mejoras desde ese punto.

(Gonzalez Ochoa, 2006), del Tecnológico de Monterrey, ubicado en México, en su trabajo “Metodología para la implementación de la manufactura esbelta en una línea de árboles de levas”, enfocado en la línea de producción como el conjunto de actividades para lograr un objetivo. En su análisis explica que un cambio de caracteres para diferentes piezas a realizar aumenta el número de faltas a la hora de finalizar el producto, esto conlleva a reproceso para subsanar los errores, lo que ocasiona mal uso de la hora hombre y hora máquina, eso lo toma con un punto fuerte para enfocar su investigación en la reducción de esos cuellos de botella aplicando metodologías que ayuden a optimizar el avance evitando cambios bruscos dentro de la línea de producción, este cambio redujo el tiempo de máquina parada por ajustes y aumentó su disponibilidad de equipos. EL hallazgo de esta

investigación es aprender a prevenir y planificar para dejar de incurrir en fallas, de esa manera las paradas de máquina disminuyen notoriamente y empieza a aumentar la productividad.

Por último, la investigación de (Robles Gomez, 2006), del Tecnológico de Monterrey, ubicado en México, en su investigación “Implementación de un Sistema Esbelto de Manufactura a través del Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2000”, enfoca la manufactura esbelta, con el uso de la mejora continua, aplicando la normativa ISO 9001:2000. Bajo este concepto la empresa adopta la política de calidad como un compromiso con la organización y el cliente, teniendo un control de calidad y bases del conocimiento de inspección de producto en proceso y producto terminado, la metodología ayuda a aumentar la confiabilidad en el proceso productivo, disminuyendo los reprocesos y elevando la productividad. Se concluye que la normativa es una buena herramienta auditable que ayuda a encontrar fallas en el proceso que puedan incumplir con los estándares preestablecidos y que el proceso no se vea afectado.

ESTADO DEL ARTE

La industria exige mucho de las empresas manufactureras, sobre todo excelencia y rapidez de atención en sus pedidos, de este punto viene la importancia del tiempo de atención a los clientes, este punto es vital para que las empresas ganen posicionamiento y se vuelvan proveedores recurrentes.

Para ello, se crearon una gran cantidad de métodos y herramientas, los cuales ayudan a mejorar distintos puntos y lograr con ellos aumentar su productividad.

En la historia, el padre del estudio de tiempos fue Frederick Taylor, quien, en el año 1880, hizo uso de un cronometro para medir los tiempos entre actividades, para así establecer lo que en ese momento se conocía como “jornada justa de trabajo”, eso conllevó a mejorar el tiempo de trabajo, disminuir el tiempo ocioso, y aumentar la productividad. Se puede decir sobre este método, que es una herramienta muy útil para ver el proceso productivo, lograr afinar cuales son los puntos flacos del proceso y mejorar la productividad.

Frank y Lillian Gilbreth (1910), quienes son conocidos como los fundadores del estudio de movimientos, entre ellos desarrollaron métodos de investigaciones tales como, el ciclo grafo, los cronociclografos; estudiaron la fatiga de los puestos de trabajo conllevada por la monotonía. La habilidad de ellos para el análisis de los procesos, conlleva a sustituir los trabajos cortos y de esta manera, haciendo un estudio sistemático de los movimientos, se logra reducir los costos productivos. Este método es útil para observar los puestos de trabajo, obtener resultados de la cantidad de movimientos que se hacen en este, y lograr optimizar de manera gradual, para elevar la productividad del operario sin que este se fatigue.

Con la creación de estos métodos, surgió un nuevo letrado, quien decidió ir mas a profundidad en el estudio de los movimientos. Es así como el profesor Elton Mayo, creo el método de movimiento de las relaciones humanas, con este método se ahonda en el estudio de la productividad de las plantas manufactureras.

Este método consiste en 4 fases validadas entre 1924 – 1933, las cuales influyen directamente en la productividad. La fase 1 del estudio del profesor Mayo, sugiere un estudio de la iluminación, en la cual alega, mientras el área de producción se encuentre más iluminada, influye directamente con el aumento de la productividad.

La fase 2 del estudio es la comparación de su predecesor, involucra más a los operarios y se toma su opinión sobre el puesto de trabajo y lo que congloba a sus labores cotidianas; esto concluyo en observar que el estímulo más grande que los operarios podían obtener era un bono salarial, y la eliminación de la jornada sabatina.

En la fase 3 del estudio se trata de entender lo que le empleado quiere del empleador, a través de reuniones de trabajo.

Y finalmente la fase 4 del estudio, concluye que los factores que mejorarían la eficiencia en la productividad influyen en la actitud de la mano de obra, es decir si mejor tratan a los colaboradores, estos pueden rendir mejor.

Este estudio es más un análisis qué profundiza en variables psicológicas las cuales influyen en el desempeño dentro en las estaciones de trabajo y ayuda a detectar si los operarios se encuentran en desacuerdo o incomodos en sus actividades laborales.

Eliyahu Goldratt, quien en la época de los 70's realizó investigación de las empresas y los recursos que esta mismo empleaban para agilizar su atención.

En sus estudios se apreció que los costos directo que impactaban en la agilidad de la cadena impactaban directamente al proceso que genera la cola o cuello de botella. Es ahí donde se investiga las empresas en multiniveles, dando como resultado que la velocidad de repuesta de una empresa la da siempre la operación más lenta.

El TOC nació como una solución para la optimización en la cadena productiva. Hoy en día, es una alternativa que ayuda a integrar todos los niveles de la organización, para de esta manera tener una medida más clara de la velocidad de respuesta.

Una herramienta básica en la calidad y muy utilizada para el análisis de manufactura esbelta son las 5'S, de origen japonés, específicamente en la empresa Toyota, este método logra eliminar los tiempos muertos y reducir los costos de manufactura. Esta técnica estaba basada en el orden y limpieza, con lo cual se puede detectar con mayor facilidad condiciones inseguras y atacar causas que puedan entorpecer la operación. Las 3 primeras S (Clasificar, orden y limpieza), luego de ser aplicadas se puede empezar a observar reducciones en costos de mantenimiento y bajos niveles de accidentes, así mismo se puede reducir las fallas humanas y aumentar la fiabilidad en los equipos. El equipo de trabajo, al aplicar estas herramientas se involucra más, ya que se quiere llegar a la excelencia operativa.

Los beneficios que se pueden obtener de aplicar esta metodología van desde la reducción de productos defectuosos - que conlleva a menor cantidad de reprocesos -, tener un nivel de inventarios acorde al giro del negocio, reducir los accidentes por falta de orden, mejora el desplazamiento dentro de las instalaciones y mejora la imagen de la empresa al tener las áreas limpias y ordenadas aplicando las 2 últimas S (Estandarización de los procesos y mantener la disciplina)

En la evolución de la manufactura esbelta y la calidad total, nace como un derivado de esta la TPM o mantenimiento productivo total, el cual fue desarrollado alrededor de los años 60's.

La necesidad de ir más allá de espera que las maquinas se malogre para hacer los mantenimientos, así mismo de solo hacer los mantenimientos según las

instrucciones de los fabricantes, se empieza a establecer como un método de mejora, sobre todo en las empresas concientizadas de los beneficios de la calidad total, se hicieron modificaciones las cuales servirían para elevar el mantenimiento y disminuir el tiempo de maquinarias detenidas.

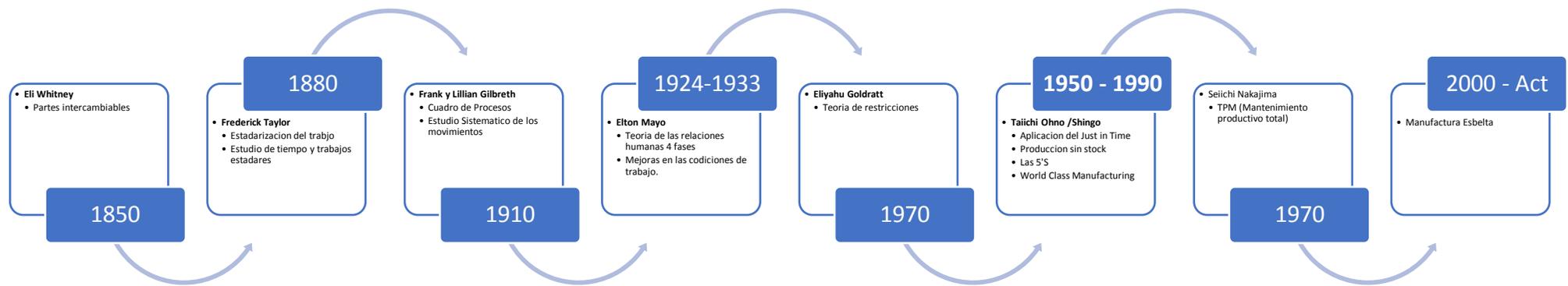
Para la implementación del método se le da crédito un alto funciona del Instituto Japonés de Mantenimiento de la Planta, Seiichi Nakajima; en ese entonces contaban con las herramientas para realizar mantenimientos preventivos y la adaptación del mantenimiento productivo había tenido gran acogida en el rubro industrial, con el conjunto de estas herramientas nace el TPM.

Esta técnica reconoce el uso de las herramientas lean para justificar su implementación, es así como tomando como base la herramienta de las 5'S, logra establecer etapas las cuales logren mantener el orden y la limpieza, así mismo lograr estandarizar los procesos de mantenimiento y la concientización del personal sobre los beneficios de no detener la producción.

En la actualidad, los estudios aplican métodos con la finalidad de aumentar su productividad. El estudio de movimientos solo puede lograr ahorros en los costos de manufactura, mientras que los estudios de tiempo ayudan a eliminar los tiempos muertos en el proceso y optimizar al máximo el tiempo de producción. Es por ello por lo que ambos métodos se utilizan uno con el otro, para modular con eficacia las maquinas, eliminar los tiempos muertos, así como diseñar los movimientos para pasar a una automatización.

La finalidad de eliminar los movimientos innecesarios y repetitivos es de facilitar las operaciones. El objetivo de este método es facilitar el trabajo a los operadores y acelerar los movimientos eficientes.

El estudio de métodos beneficia el análisis de los procesos, con eso se puede lograr mejoras que sean beneficiosas para el trabajo. Es por ello por lo que los estudios de tiempos y movimientos ayudan a determinar las mejores condiciones para laborar y luego empezar con la estandarización de los procesos, ya que con eso se puede hacer las programaciones de la carga laboral, y determinar los costos de mano de obra y conocer la utilidad.



MARCO TEORICO

1. Principios del lean manufacturing

Para hablar de Lean Manufacturing, es indispensable conocer que se trata de una metodología orientada a las mejoras en los procesos productivos en todas las empresas.

El objetivo de la manufactura esbelta es aprovechar al máximo los recursos, de esta manera lograr impactar en la curva de crecimiento económico, buscando flexibilidad en el proceso que conlleven a obtener ventajas competitivas. Así mismo, la manufactura esbelta ofrece herramientas que contribuyen a la reducción de esfuerzo de la mano de obra y la optimización de espacios, esto maximizando el proceso productivo evitando logrando estandarizar los procesos, convirtiéndolos en procedimientos básicos.

Todo lo anteriormente expuesto, contribuye a mantener los principios de los cuales la metodología apunta, que son, contribuir con la producción de productos de alta calidad, lograr mejorar en aspectos económicos, es decir manufactura a bajo costo y logrando cumplir con los tiempos de entrega.

2. Los principios de los desperdicios

Los desperdicios debes ser considerados como variables de gran importancia, ya que de ellos se puede valorar que un proceso se encuentre controlado, y es ahí donde se puede empezar a hacer ajustes para disminuir las mermas o desperdicios, cuantificarlos y darles valor monetario; de esta manera se puede lograr maximizar la productividad del proceso.

Las técnicas de Lean Manufacturing abarcan conceptos relacionados a los desperdicios y mermas operativas: sobreproducción, exceso de procesos, movimientos, defectos, tiempos de espera, inventarios y transporte.

2.1 Sobreproducción

Termino conocido por realizar productos en periodos de tiempos temprano a los necesarios, estos bajo la ley de la oferta y la demanda afecta al precio, ya que caería por el bajo movimiento de las existencias. Esto puede ser usado con la finalidad de obtener una economía de escala, pero esto no genera valor al producto, lo que estaría

ocasionado es un excesivo costo de personal, e incremento del inventario por existencias sin rotación.

2.2. Excesos de procesos o procesos inapropiados

Esto sucede cuando las entidades gastan más recursos de los necesarios, lo que conlleva mayores tiempos de procesamiento. Esto usualmente es generado por un mal método de trabajo o mala identificación de los puestos de trabajo, esto entorpece el proceso y aumenta la duplicidad de tareas.

2.3. Movimientos innecesarios

Esto se define como los movimientos realizados en la operación que puedan disminuir la operatividad. Lo que se trata de hacer es evitar traslados largos, dejando las herramientas y piezas al alcance del operario.

2.4. Desperdicios por defectos

Estos defectos se generan por desperfectos de la maquinaria, reproceso en la operación productiva y la repetición de la operación, que conlleva al error. Estos generan un costo adicional de manufactura y además el no realizar de manera correcta la fabricación, puede generar un número mayor de generación de residuos.

2.5. Tiempos de espera

Esto ocurre cuando tenemos dentro de la línea de producción, máquinas y operarios que se encuentran sin actividad, debido a averías de las máquinas por falta de mantenimiento y operarios sin hacer sus actividades por falta de programación o información para sus actividades.

2.6. Inventarios innecesarios

Esto ocurre cuando no se tiene identificados cual es el movimiento de las existencias, es decir no se tiene establecido cuales son los productos estrellas y cuales los de bajo movimiento. En muchas ocasiones, la venta no se tiene planificada, lo que ocasiona una producción caótica, afectando tanto el almacenamiento de materias primas como de productos terminados, encareciendo el almacenamiento por tener excesivos inventarios y baja rotación.

2.7. Transporte

Este se debe por una falta de planificación que puede ocasionar falsos fletes o transporte de mercadería que no ha sido consolidada puede generar que la carga salga con sobre costos.

3. Herramientas de lean manufacturing

3.1. Estudio de tiempos y movimientos

Este método es ventajoso en términos de estandarización de los procesos y optimización de las ubicaciones en su totalidad. Ayuda con la reducción de la fatiga producida por la acción de movimientos repetitivos, y la concientización del personal para realizar las labores de la mejor manera. El estudio de tiempos permite estandarizar los tiempos de producción y de esta manera se puede establecer procesos de control.

ESTUDIO DE TIEMPOS						
Area: _____						
Equipo: _____						
Supervisor: _____						
#	#Batch	Carga	Calentamiento	Enfriamiento	Descarga	OBSERVACIONES
1	YYMM0001					
2	YYMM0002					
3	YYMM0003					
4	YYMM0004					
5	YYMM0005					
6	YYMM0006					
7	YYMM0007					
8	YYMM0008					
9	YYMM0009					
10	YYMM0010					
11	YYMM0011					
12	YYMM0012					
13	YYMM0013					
14	YYMM0014					
15	YYMM0015					
16	YYMM0016					
17	YYMM0017					
18	YYMM0018					
19	YYMM0019					

Ilustración 5: Tabla de Verificación de tiempos. Elaboración propia.

3.2. Smed (single minute exchange of die)

El método ayuda en el cambio de la matriz en el menor tiempo posible. Es decir, involucra la preparación de la máquina y de la estación de trabajo en el mejor tiempo posible.

Este método enfatiza 2 tipos de set ups para las máquinas, las cuales son: la preparación interna, que es el cambio de piezas, esta operación se debe realizar con

la maquina detenida; la preparación externa son todas las actividades que se puedan hacer en la estación con la maquina en pleno funcionamiento. Para aplicar la metodología se estructura en forma de etapas.

Etapas 1: Es la separación de la actividades internas y externas, esto con la intención de verificar y revisar los tiempos de preparación en toda la cadena de producción. Esto con el objetivo de cambiar actividades internas y cambiar por externas, para que el tiempo de parada de máquina se reduzca. Esta fase también enfatiza el uso de herramientas, las cuales puedan lograr con éxito la aplicación de esta fase, las cuales son:

Mejora de transporte de útiles y piezas: Es un procedimiento que se aplica con la maquina en movimiento, la idea es transportar desde los almacenes hasta las máquinas las piezas y luego regresar al almacén.

Lista de comprobación: es la comprobación de todas las partes y piezas que van a ser necesarias al momento de realizar la operación, debe ser específico para acelerar el proceso. Una vez que se tenga esta, debe ser verificada y comprobada, este se coloca en una mesa de posición en la cual se delimitan los contornos de las herramientas para asignarles una posición fija.

Comprobación funcional: Es la verificación de que todo se encuentra en su lugar establecido, este debe ser usado para las preparaciones externas. En caso se tenga planificada una reparación interna, de ser necesario realizar preparaciones previas para acortar el tiempo

Etapas 2: Cambiar de preparación internas a externas,

Esto es posible realizando un pre ensamble, quiere decir tener piezas preparadas externas que van a tener un uso final de preparación interna. Así mismo el uso de plantilla es fundamental para agilizar el proceso y la búsqueda de herramientas, deben estar listas en posiciones de fácil alcance y fácil utilización.

Etapas 3: Perfeccionar las etapas de preparación.

Para eliminar las correcciones, mediante la reducción de operaciones usando el análisis lógico.

3.3 Teoría de restricción (TOC)

La teoría de restricciones contempla pensar en la organización como un todo y no como un conjunto de partes, esto debido a que las acciones que los departamentos realicen repercuten en el desempeño de la organización en sí.

Es una filosofía basada en métodos que permiten interpretar para optimizar sistemas integrados de gestión. La teoría engloba un conjunto de criterios para las empresas multitasking, ya que sin importar en área en el que se desarrolla, el ritmo de la empresa lo va a dar siempre le cuello de botella o la operación más lenta.

Esta postura ayuda a las empresas a entender que el esfuerzo para mejorar tiene que estar orientado a los procesos débiles, y estos al ser mejorados logran elevar la productividad de las operaciones. Este proceso es cíclico, ya que luego de incrementar la capacidad del cuello de botella, se vuelve a la identificación de nuevos procesos débiles que se vuelva restricciones para la operación y se empieza nuevamente.

3.4. Metodología de las 5's

Método orientado a mejorar sistemáticamente dentro de las diversas áreas involucradas en el proceso. Las ventajas que esta metodología ayuda a alcanzar son la de concientizar e involucrar al personal en los 5 principios fundamentales que le método expone: SEIRI, SEITON, SEISO, SEIKETSU y SHITSUKE.

3.4.1 SEIRI (Clasificar o Seleccionar)

Primera etapa de la metodología ayuda con la eliminación de todo lo innecesario que no genera valor en el proceso. A nivel industrial, trata de quitar elementos incensarios que no determina nada en el proceso productivo.

La idea de la clasificación por 5's es identificar con facilidad los productos según sus status, si son reparables, vendibles, transferibles, donables o se descartan. De esta manera, se orden e incrementa el espacio físico, se obtiene un control de las existencias y disminuye el nivel de accidentes.

3.4.2 SEITON (Ordenar)

Este principio estará orientado al orden después de la clasificación, permitiendo así identificar posibles problemas de equipos o desperfectos en la estación de trabajo.

Para que la herramienta logre ser implementada satisfactoriamente, es necesario que se tenga organizadas las herramientas de mayor frecuencia de uso, de igual forma, estas herramientas deben ser rotuladas, e identificadas para logra así un fácil control del stock de los equipos y tener a la mano las herramientas.

La herramienta beneficia al estudio de los tiempos y movimientos, ya que ayuda a reducir tiempos en encontrar materiales y evita la fatiga en la manipulación de

los mismos, adicional a esto, ayuda a mantener un mejor aspecto de la estación de trabajo y contribuye con la limpieza.

3.4.3 SEISO (Limpiar)

La limpieza es el siguiente escalón en la metodología, la cual es importante ya que permite aumentar el tiempo de vida de los equipos, así mismo contribuye con la seguridad, al mantener la estación de trabajo limpia, facilita detectar condiciones inseguras que puedan atentar contra el operario. De esta manera se puede concluir, que ayuda a reducir los riesgos y aumenta la vida útil de las herramientas y equipos.

3.4.4 SEIKETSU (Estandarizar)

Es un punto fundamental para realizar una retroalimentación de las 3 técnicas anteriormente descritas. Mantener todos los procesos alineados, escritos y registrados para mantener en buen estado el área y los equipos.

3.4.5 SHITSUKE (Disciplina)

Es concientizar a los usuarios de la organización sobre el método, y que este forme parte de su día a día, siempre priorizando que se respeten los procedimientos ya establecidos y estandarizados.

Esto se puede lograr mediante el uso de publicaciones que les recuerden la importancia de la metodología, evaluando periódicamente sobre cómo se está aplicando las herramientas en los puestos de trabajo, etc.

Adicionalmente, se puede resaltar que la implementación de la técnica de las 5'S, beneficia al incrementar la calidad de la producción, disminuye los accidentes, aumenta el compromiso del personal y ayuda a la reducción de costos operativos.

3.5 TPM (Total Productive Maintenance)

El TPM es una herramienta, la cual tiene como objetivo, la eliminación de las pérdidas por paradas de máquinas, es decir lograr la capacidad máxima de horas máquinas sin tener paradas no programadas.

Para lograr esto es necesario tener, cero averías, no tener tiempos muertos, no tener defectos por mal estado del equipo, y no perder el rendimiento del equipo o capacidad cuando este se encuentre operando

Para lograr implementar de manera correcta, se deben ejecutar 7 fases indispensables para el éxito del programa.

Fase 1: Aseo Inicial

Es la limpieza general del equipo, que todas las piezas queden lo más limpias posibles para ser visibles. Así mismo, se debe implementar un plan de lubricación de los componentes que realicen trabajos de desgaste.

Fase 2: Medidas para descubrir las causas de la suciedad y las fallas

Una vez se encuentre limpia la máquina, se debe detectar las causas de la suciedad, ya que así, se puede detectar los motivos de las fallas de funcionamiento. Una vez detectado se puede estructurar un mejor plan de limpieza y lubricación de los equipos.

Fase 3: Preparación de procedimientos de limpieza y lubricación

Luego viene la estandarización de las 2 fases previas, mediante la preparación de procedimientos, los cuales debe ser entendible por todo personal que opera la máquina. Adicional al plan de limpieza y lubricación, se capacita al personal para hacer ajustes menores en las piezas que se vean comprometidas en la operación

Fase 4: Inspecciones generales

Capacitar al personal para realizar labores de inspección y revisar los equipos con el fin de encontrar fallas menores y fallos en la parte de limpieza, y luego subsanarlos.

Fase 5: Inspecciones autónomas

Es la preparación de los check list de mantenimientos realizados a las máquinas, por los operarios. Esta fase es en la cual se prepara el plan de mantenimiento preventivo según una planificación consensuada con el área de fabricación.

Fase 6: Orden y armonía en la distribución

Se busca crear procedimientos, los cuales estandaricen el proceso de limpieza y mantenimiento de la máquina, es decir, tener un registro con el cual se pueda hacer seguimiento y tomar medidas anticipadas ofreciendo un mejor nivel de respuesta a los inconvenientes.

Fase 7: Optimización y autonomía en la actividad

Desarrollar una cultura relacionada a la mejora continua, en el caso de mantenimiento, registra todos los tiempos de las fallas y mejorar los tiempos de solución.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACION

Objetivo General

Medir el porcentaje en los indicadores de productividad luego de aplicar un sistema de enfriamiento forzado, en una empresa del rubro manufacturero en el año 2017.

Objetivo Específicos

Identificar hasta cuanto se reduce el tiempo del proceso al implementar un sistema de enfriamiento forzado.

Determinar cuánto afecta la calidad del producto la aplicación de un sistema de enfriamiento forzado.

Cuantificar el aumento de la productividad desarrollando un modelo de secuenciación de trabajo.

Medir el beneficio monetario al implementar un sistema de enfriamiento forzados.

JUSTIFICACION

Teórica

La justificación teórica para la presente investigación abarca la aplicación de métodos y herramientas que ayuden a economizar recursos y maximizar la rentabilidad.

El método de manufactura esbelta o lean manufacturing nace como una necesidad de obligar a las empresas a siempre estar en busca de mejoras que sustancialmente ayuden en el objetivo generar, el cual es optimizar recursos y maximizar la rentabilidad.

La medición de tiempos y movimientos es fundamental para determinar el método que se debe aplicar para lograr cumplir con un programa de excelencia laboral, es por ello por lo que el enfoque en obtener resultados para reducir

reprocesos, detectando el origen de la falla, alinear la velocidad de la línea de producción detectando el cuello de botella y mejorando. Son objetivos fundamentales dentro de una planificación para lograr tener una manufactura esbelta.

Practica

La presente investigación se justifica de manera práctica luego de medir los indicadores de productividad, luego de aplicar las herramientas de manufactura esbelta y este represente un impacto positivo en la producción.

Para llevar a cabo la mejora del indicador, es necesario identificar las etapas dentro de la producción que sea relevantes y afecten el proceso de mezclado y envasado, para luego determinar los tiempos muertos y mermas que se levantes en los procesos mencionado.

Implementando adecuadamente las herramientas, se puede cuantificar la reducción de los tiempos muertos del proceso, con lo cual se puede medir los beneficios monetarios que se obtendrían al mejorar la productividad.

Social

Para la presente investigación, se desea lograr reducir el esfuerzo de los operarios, adecuando las estaciones de trabajo de manera que realicen la menor cantidad de movimientos para evitar lesiones comunes del trabajo como dolores lumbares y espasmos musculares, producto de movimientos repetitivos.

Finalmente, la reducción de las mermas también impacta de manera positiva a la reducción de residuos y efluentes contaminantes, cumplimiento de las normas ambientales.

Identificar hasta cuanto se reduce el tiempo del proceso que afectan el proceso de mezclado y envasado, aplicando herramientas de lean manufacturing

HIPOTESIS

TIPO DE HIPOTESIS	HIPOTESIS	HIPOTESIS NULA
<p style="text-align: center;">HIPOTESIS GENERAL</p>	<p>La aplicación de un sistema de enfriamiento forzado, aumentaran el porcentaje en los indicadores de productividad, en una empresa del rubro manufacturero en el año 2017.</p>	<p>La aplicación de un sistema de enfriamiento forzado, no aumentaran el porcentaje en los indicadores de productividad, en una empresa del rubro manufacturero en el año 2017.</p>
<p style="text-align: center;">HIPOTESIS ESPECIFICA</p>	<p>La implementación de un sistema de enfriamiento forzado identificara la reducción del tiempo de proceso.</p>	<p>La implementación de un sistema de enfriamiento forzado no identificara la reducción del tiempo de proceso.</p>
	<p>La aplicación de un sistema de enfriamiento forzado no afecta la calidad del producto.</p>	<p>La aplicación de un sistema de enfriamiento forzado afecta la calidad del producto.</p>
	<p>La aplicación de un modelo de secuenciación de trabajo aumentara la productividad.</p>	<p>La aplicación de un modelo de secuenciación de trabajo, no aumentara la productividad.</p>
	<p>La aplicación de un sistema de enfriamiento forzado beneficiara monetariamente.</p>	<p>La aplicación de un sistema de enfriamiento forzado no beneficiara monetariamente.</p>

Tabla 1: Cuadro de Hipótesis. elaboración Propia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Problema General</p> <p>¿Cuánto asciende el porcentaje en los indicadores de productividad luego de aplicar un sistema de enfriamiento forzado, en una empresa del rubro manufacturero en el año 2017?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuánto se reduce el tiempo del proceso implementando un sistema de enfriamiento forzado?</p> <p>¿Cuánto afecta la calidad del producto el aplicar un sistema de enfriamiento forzado?</p> <p>¿Cuál es la posibilidad de aumentar la productividad desarrollando un modelo de secuenciación de trabajo?</p> <p>¿Cuánto es el beneficio monetario al implementar un sistema de enfriamiento forzado?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Medir el porcentaje en los indicadores de productividad luego de aplicar un sistema de enfriamiento forzado, en una empresa del rubro manufacturero en el año 2017.</p> <p>Objetivo Específicos</p> <p>Identificar hasta cuanto se reduce el tiempo del proceso al implementar un sistema de enfriamiento forzado.</p> <p>Determinar cuánto afecta la calidad del producto la aplicación de un sistema de enfriamiento forzado.</p> <p>Cuantificar el aumento de la productividad desarrollando un modelo de secuenciación de trabajo.</p> <p>Medir el beneficio monetario al implementar un sistema de enfriamiento forzados.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>La aplicación de un sistema de enfriamiento forzado, aumentaran el porcentaje en los indicadores de productividad, en una empresa del rubro manufacturero en el año 2017.</p> <p>Hipótesis Especifica</p> <p>La implementación de un sistema de enfriamiento forzado identificara la reducción del tiempo de proceso.</p> <p>La aplicación de un sistema de enfriamiento forzado no afecta la calidad del producto.</p> <p>La aplicación de un modelo de secuenciación de trabajo aumentara la productividad.</p> <p>La aplicación de un sistema de enfriamiento forzado beneficiara monetariamente.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Los sistemas de enfriamiento, se ve reflejado en el caudal volumétrico de agua que se utilizó para el sistema de enfriamiento</p> <p>Índices:</p> <p>Enfriamiento forzado: Reducir el tiempo de la etapa de enfriamiento mejorando la transmisión de calor</p> <p>Optimización de la producción: Afinar la programación de maquina y mano de obra.</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>La productividad, porque esta va ser la variable que sufre alteraciones debido a los cambios que se realicen a la variable independiente. Es por ello por lo que la variable dependiente se encuentra directamente relacionada a la variable independiente.</p> <p>Índices:</p> <ul style="list-style-type: none"> Producción día (Batch) PH del producto Densidad de producto 	<p>Tipo de Investigación</p> <p>Tipo de investigación que se adapta al trabajo el cual es no experimental</p> <p>Método de Investigación</p> <p>Método de investigación cuantitativo.</p> <p>Marco teórico</p> <p>Teoría de restricciones</p> <p>Estudio de tiempos y movimientos</p> <p>Metodología de las 5'S</p> <p>Total Productive Maintenance (TPM)</p>

Tabla 2: Matriz de consistencia. Elaboración propia

MARCO METODOLÓGICO

Metodología

La investigación esta desarrolla bajo un diseño experimental, ya que se realizará investigaciones en laboratorio para experimentar y se manipularan las variables, también es longitudinal, porque lo resultados se verán en un intervalo de tiempo.

Así mismo, será bivariada, debido a que van a ser dos variables por estudiar.

Paradigma

Esta investigación es de paradigma positivista, ya que presentara resultados que validen con base y fundamente cuantitativo confiable, a través de un proceso metodológico.

Enfoque

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, por lo cual se realizará el análisis a la eficiencia en el nivel de servicio, mejorando la productividad en la línea de fabricación de aditivos líquidos para concreto.

Método

Para la metodología se usará un método no experimental, ya que se basa en levantar información analizando los datos observados en planta. Así mismo, se manejarán los problemas, formulando hipótesis que encaminen a encontrar una solución viable.

VARIABLES

Variable Independiente

Los sistemas de enfriamiento, se ve reflejado en el caudal volumétrico de agua que se utilizó para el sistema de enfriamiento. “Lo que estamos haciendo es mirar la línea de tiempo, desde el momento que el cliente nos da una orden al punto de cuando recogemos el dinero en efectivo. Y estamos reduciendo la línea de tiempo mediante la reducción de los residuos que no generan valor” (Ohno)

Índice Variable independiente

Enfriamiento forzado: Reducir el tiempo de la etapa de enfriamiento mejorando a la transmisión de calor

Optimización de la programación: afinar la programación de máquina y mano de obra para aumentar la producción.

Variable Dependiente

La mejora de la productividad, porque esta va ser la variable que sufre alteraciones debido a los cambios que se realicen a la variable independiente. Es por ello por lo que la variable dependiente se encuentra directamente relacionada a la variable independiente.

Índice variable dependiente

Producción día: cuantos lotes se fabrica diariamente en todas las estaciones de trabajo

PH del producto: Medida de control para ver si el producto se encuentra bajo dentro de los parámetros de análisis

Densidad de producto: Medida de control para ver los sólidos que tiene el producto y si se encuentran bajo control.

POBLACION Y MUESTRA

Población

La presente investigación es realizada en la empresa del rubro manufacturero, utilizando herramientas aplicadas especialmente a las estaciones de trabajo.

Considerando la población como las áreas de trabajo y el número de batches que sale por máquina, en el área de trabajo se identifican 4 estaciones de trabajo en total (reactores), y de estos reactores dan una producción diaria de 5 batches de 3300 kg c/u.

Muestra

La población para la investigación se puede considera como cuantificable, de esta manera el tamaño de la muestra se identificará por la formula estadística de muestreo probabilistico a continuación:

Ecuación 1: Formula para hallar la muestra.

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

Para ello se tiene lo siguiente:

N: población a ser estudia

Z: Nivel de Confianza

p: Probabilidad de éxito

q: Probabilidad e fracaso

d: Máximo nivel de error admitido

Para cuestiones de la investigación se está tomando como nivel de confianza 95%.

Los valores de (p) y (q) los cuales son la probabilidad de ocurrencia, se le asigna valores máximos para que sumados den el valor de 1.

De esta forma, se puede aplicar la fórmula de probabilidad, asignando un 0.5 a (p) de éxito, por ende (q) obtiene el valor de 0.5, para que sumados den el valor unitario.

Para obtener la muestra, se cuenta con una población de 5 estaciones de trabajo con un nivel de confianza del 95% y un margen de error de 5% se obtiene:

Muestra:

Datos.

N = 4

NC = 95% = Z = 1.96

$d = 5\%$

$$n = \frac{(4)(1.96^2)(0.5)(0.5)}{(0.05^2)(4 - 1) + (1.96^2)(0.5)(0.5)}$$

Luego de resolver, se obtiene un $n = 3.97$, como método práctico se redondea a 4, de tal forma la población y la muestra sería las mismas.

Así mismo realizando el muestreo del número de batches por máquina, aplicando la fórmula líneas arriba mencionada, se obtiene lo siguiente.

$$n = \frac{(5)(1.96^2)(0.5)(0.5)}{(0.05^2)(5 - 1) + (1.96^2)(0.5)(0.5)}$$

Se tiene como resultado un $n = 4.95$ redondeando a 5, con esto podemos concluir que el tamaño de la muestra es igual al tamaño de la población.

UNIDAD DE ANÁLISIS

Para la investigación se tiene como unidad de análisis los batches de producción que saldrán de la producción en las estaciones de trabajo. Estos serán los analizados para saber cuáles son los escenarios, actual y después de la aplicación de las metodologías.

INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS

INSTRUMENTOS

Para validar la propuesta planteada en la investigación, se van a utilizar los instrumentos validados en la empresa para monitorear la calidad y los tiempos registrados en el proceso.

El objetivo es determinar el nivel de productividad dentro de las operaciones que se realizan en planta para la fabricación de aditivos.

ENCUESTA

1. ¿Se encuentra de acuerdo con el cambio del proceso de fabricación del aditivos acelerantes de fraguado?
 - () A. Si
 - () B. No

- C. Tal vez
2. ¿Cómo considera las actividades dentro del proceso de fabricación que actualmente se desempeñan?
- A. Excelente
- B. Bueno
- C. Deficiente
3. ¿Cómo considera usted su desempeño respecto al de sus compañeros de trabajo en la empresa?
- A. Excelente
- B. Bueno
- C. Deficiente
4. ¿Cómo considera usted el control del proceso productivo?
- A. Se tienen los medios de control suficientes para controlar el proceso
- B. Se cuentan solo con algunos medios de control del proceso
- C. Se carece de medios para el control del proceso productivo.
5. ¿Considera usted que las medidas de control de calidad son las adecuadas?
- A. Completamente de acuerdo, se apega a las especificaciones que el cliente solicita
- B. Cumplen, pero solo algunas especificaciones
- C. Carece de un control relevante para cumplir las expectativas del cliente
6. ¿Cómo considera usted la planificación de la carga de trabajo está bien distribuida?
- A. Estoy conforme
- B. Es conforme, pero puede mejorar
- C. No estoy conforme
7. ¿Usted cree que el método de enfriamiento puede ser mejorado?
- A. Si
- B. No
- C. Tal vez
8. ¿Cómo cree usted que se está utilizando la capacidad de las máquinas y equipos?
- A. Es superior al 80%
- B. Entre 50% y 80%
- C. Es inferior al 50%

PROCEDIMIENTO

Para levantar información, se utilizó un instrumento validado por expertos de la compañía y se entrevistó a 12 colaboradores del área de producción de la compañía manufacturera

A continuación, se muestra los resultados por persona.

<i>Colaborador/ Pregunta</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
<i>1</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>c</i>
<i>2</i>	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
<i>3</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
<i>4</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>b</i>
<i>5</i>	<i>c</i>	<i>c</i>	<i>c</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>c</i>
<i>6</i>	<i>c</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>c</i>	<i>c</i>
<i>7</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
<i>8</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
<i>9</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>
<i>10</i>	<i>c</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>c</i>
<i>11</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>c</i>
<i>12</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>c</i>

Tabla 3: Instrumento - encuesta.

Fuente: Recolección de datos empresa manufacturera

Se realizó acuerdo a la satisfacción con el proceso actual de fabricación del aditivo acelerante de fraguado en el área de producción.

De manera práctica para medir el instrumento utilizando las respuestas tendrán valores numéricos, donde $a=0$, $b=1$ y $c=2$.

De este resultado se obtendrá una la técnica que se quiere medir.

TECNICA

Para la validad del instrumento se decide aplicar el método del coeficiente Alpha de Cronbach.

La validación se realiza de acuerdo a los resultados obtenidos en el paso anterior, realizados al personal de producción de la empresa manufacturera

Colaborador / Pregunta	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	1	1	2	1	1	2	0	2	10
2	0	2	2	1	2	0	1	2	10
3	0	0	1	0	1	1	0	1	4
4	2	1	2	1	1	1	2	1	11
5	2	2	2	2	0	1	2	2	13
6	2	2	1	0	1	2	2	2	12
7	0	1	1	0	1	0	0	1	4
8	1	0	2	0	0	0	0	1	4
9	2	1	1	0	1	1	1	1	8
10	2	2	1	1	1	1	2	2	12
11	2	1	2	1	2	1	0	2	11
12	2	1	1	1	0	1	0	2	8
Varianza	0.788	0.515	0.273	0.424	0.447	0.447	0.879	0.265	10.992
Suma de Varianza	4.040								

Tabla 4: Resultados de la encuesta. Fuente: Instrumento de medición en la empresa

Se procede a hallar la varianza de las preguntas y la suma de las varianza de cada colaborado, para luego aplicar la fórmula del coeficiente alpha de Cronbach

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

K= numero de preguntas, igual a 8

St= la varianza de la suma de las respuesta de los colabores, el cual es 10.992

Si= Sumatoria de todas las varianzas obtenidas, el cual es 4.04

$$\alpha = 1 + \frac{8}{8-1} * \left(1 - \frac{4.04}{10.992}\right)$$

Se obtiene como Alpha un 0.723

En términos de la técnica un Alpha que sea mayor al 0.7 se encuentra en un rango de aceptación, con lo cual podemos dar por válido el instrumento.

PROCEDIMIENTOS Y METODO A ANALISIS

PROCEDIMIENTOS

Para la presente investigación, se debe resolver los problemas específicos y se procederá de la siguiente manera:

¿Cuánto se reduce el tiempo del proceso que afectan el mezclado y envasado, aplicando herramientas de lean manufacturing?

PE	Datos de Entrada	Herramienta/Técnica/Método	Resultado
1	Entrevista con Jefe de Producción	Diagrama de Flujo	Diagrama de Flujo para establecer los procesos.

¿Cuáles son los tiempos muertos y mermas detectados en el proceso de mezclado y envasado, aplicando las herramientas de manufactura esbelta?

PE	Datos de Entrada	Herramienta/Técnica/Método	Resultado
2	Registro de manufacturas de producción Base de datos de producción	Diagrama de Barra	Diagrama de barras estableciendo los tiempos muertos y mermas

¿Cuánto reducirá los tiempos muertos del proceso productivo, aplicando el estudio de tiempos y movimientos?

PE	Datos de Entrada	Herramienta/Técnica/Método	Resultado
3	Tiempos recolectados del programa de producción	Modelo de Secuenciación de trabajo. Diagrama de Gantt	Modelo reasignado para la fabricación optima en un Gantt de una jornada de trabajo

¿Cuánto es el beneficio monetario reduciendo los tiempos muertos y mejorando la productividad en el área de mezclados?

PE	Datos de Entrada	Herramienta/Técnica/Método	Resultado
4	Costos de Producción.	VAN TIR Flujo de ahorro financiero	VAN y TIR establecidos Flujo financiero establecido con los ahorros que se tengan

MÉTODO DE ANÁLISIS

Procedimiento para el Objetivo 1

En principio, se debe identificar los procesos involucrados en la producción de los aditivos, para el proceso productivo de la empresa manufacturera. Para ello, se realiza una entrevista al responsable del proceso (Jefe de Producción) con la finalidad de avalar la información obtenida en planta.

Para el desarrollo del objetivo, se usó un diagrama de flujo para identifica los procedimientos que intervienen dentro de los procesos involucrados, mostrado a continuación:

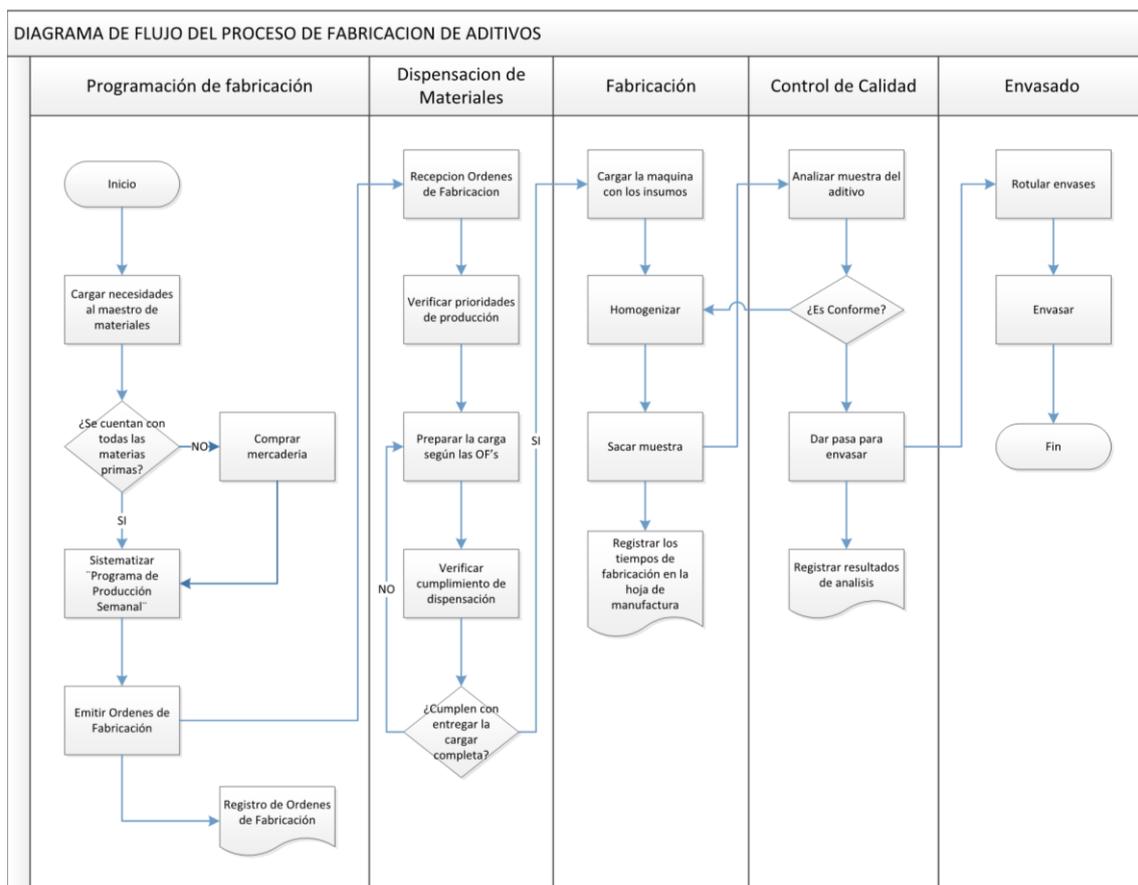


Ilustración 6: Diagrama de flujo del Proceso de fabricación de aditivos en la planta productiva de la empresa manufacturera. Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se debe identificar dentro de los procesos, cuál de ellos afecta la productividad. Por ello, se debe cuantificar los registros de No conformes a los procesos, con el cual se obtiene el número de acontecimientos que afecta a cada proceso, por ende, a toda a toda la cadena.

A continuación, se grafica a través de una Diagrama de Barras del número de ocurrencias que afecta a la productividad de la operación:

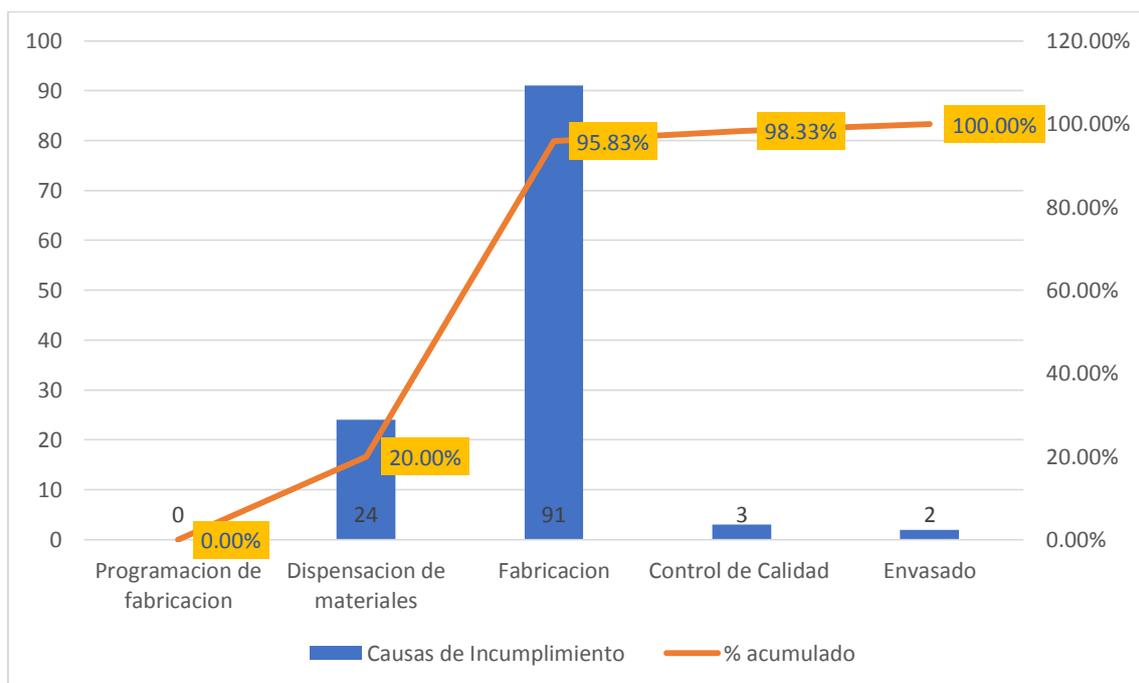


Ilustración 7: Diagrama de barras del número de ocurrencias. Fuente: Elaboración Propia

De la gráfica, se concluye que el proceso de “Fabricación”, representa un 76% del total de incidencias del total del proceso, el cual afecta el proceso productivo. De esta manera se puede corroborar lo expuesto por el responsable del proceso.

Procedimiento para el Objetivo 2

Con la información obtenida del Objetivo 1, se obtuvo que el proceso el cual debe ser analizado es de la fabricación, con la finalidad de determinar los tiempos muertos y mermas.

A continuación, se grafican tiempos promedios de fabricación en las estaciones de trabajo analizadas:

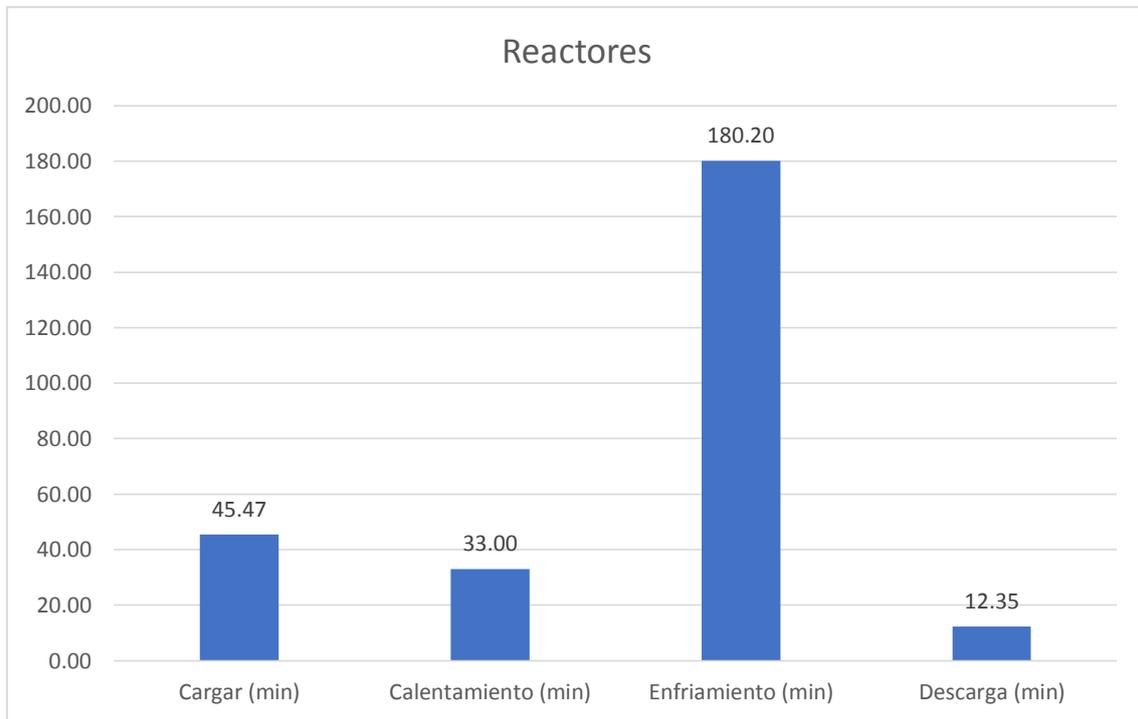


Ilustración 8: Tiempos de fabricación Reactores. Fuente: Elaboración Propia

Procedimiento para el Objetivo 3

Para obtener un dato confiable de la producción de los reactores en un turno de trabajo, es necesario identificar dentro del tiempo de ciclo, los subprocesos que conllevarían la fabricación del aditivo. (VER ANEXO II)

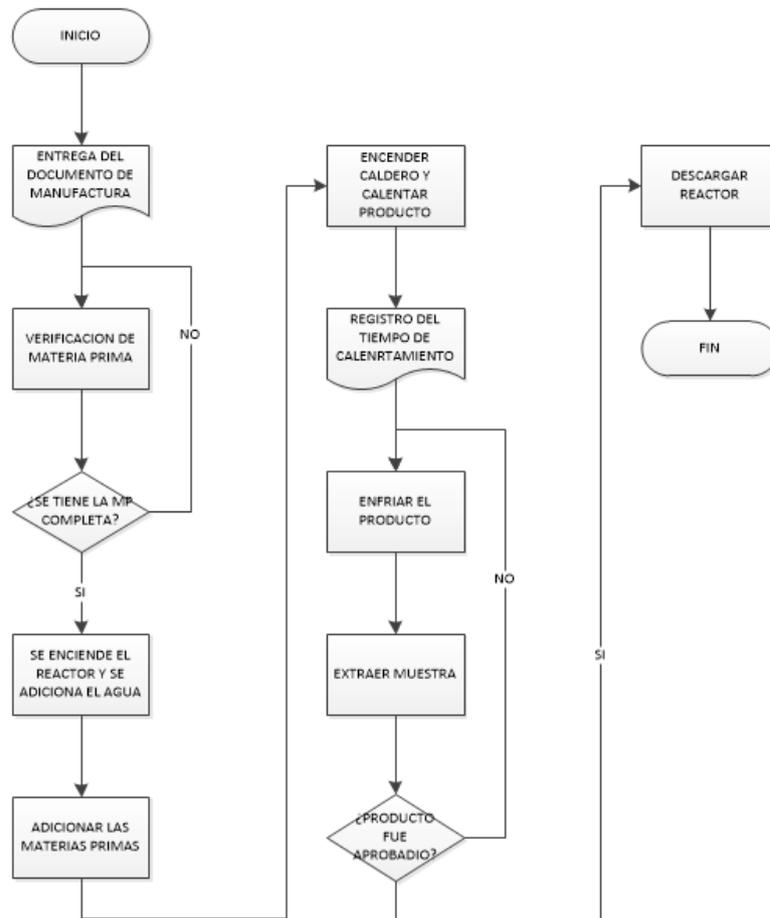


Ilustración: Diagrama de proceso de fabricación del aditivo acelerante de fraguado

Desde este punto se puede ver que, en una producción continua, sin mermas ni demoras se pueden fabricar 6 lotes por maquina en 24 hrs.

Con ello se puede iniciar un modelo de secuencia de trabajo que ayude a visualizar cuales son los verdaderos de la producción, y de esta manera se puede optimizar los recursos para la fabricación adecuada.

Para este proceso el producto que es una mezcla de sulfato de aluminio y agua siempre se encuentra en fase liquida, ya que sus fases de temperatura hacen que se mantenga así

Procedimiento para el Objetivo 4

El objetivo de este punto es ver impacto monetario que tendrá las mejoras propuestas, tanto en la reducción de costos operativos, y el aumento de la producción en que medida se podrán ver reflejados en el costo final.

Para ello es necesario hacer un costeo de las horas máquina y horas hombre utilizadas en el proceso productivos, antes y después de la mejora, para luego hacer la evaluación de cuan eficiente en términos monetarios es la mejora propuesta.

RESULTADOS

Para hacer una validación de los procedimientos antes mencionados, se mide el tiempo de producción de total por batch, de inicio a fin obteniendo un resultado de 270 min de producción, siendo este el número que se desea disminuir.

Dentro de los procesos que se realizan dentro de la operación, está la actividad de enfriamiento, la cual consiste en enfriar el producto mediante un intercambio de calor, el producto hasta que llegue la temperatura adecuada y cambie su aspecto. (poner fotos)

Para mejorar este número se plantea la propuesta de poner un intercambiador de calor, el cual ayuda al enfriamiento, ya que así se puede economizar en el uso del agua y se puede garantizar que el tiempo de la etapa de enfriamiento será reducida.

Análisis de la prueba

Se realizaron 6 lotes pilotos, de los cuales fueron analizados y comparados en laboratorio para ver su aspecto fisicoquímico y observar si guarda correlación con los resultados con el antiguo proceso.

LOTE	PRODUCTO	MAQUINA	GRANEL (KG)	UNIDADES	ASPECTO	DENSIDAD	PH	%SOLIDOS	VISCOSIDAD	LECTURA IR FACTOR DE CORRELACIÓN	ESTADO
71600005	ACELERANTE DE FRAGUADO	R1	3300	11	CONFORME	1.415	2.42	53.74	139	0.994	APROBADO
71600006	ACELERANTE DE FRAGUADO	R1	3300	11	CONFORME	1.415	2.41	53.62	148	0.996	APROBADO
71600004	ACELERANTE DE FRAGUADO	R1	3300	11	CONFORME	1.415	2.42	53.55	160	0.995	APROBADO
71600002	ACELERANTE DE FRAGUADO	R1	3300	11	CONFORME	1.416	2.48	53.18	110	0.995	APROBADO
71500769	ACELERANTE DE FRAGUADO	R1	3300	11	CONFORME	1.425	2.47	54.79	150	0.995	APROBADO
71500770	ACELERANTE DE FRAGUADO	R1	3300	11	CONFORME	1.424	2.45	54.9	148	0.996	APROBADO

Tabla 5: Cuadro de control de producto en proceso. Elaboración: Departamento de Control de Calidad

PARAMETROS	MÉTODO USADO	EQUIPO USADO	ESPECIFICACIÓN	Medias	
ASPECTO	QSIPE.06.GU.003	VISTA	Liq. Cremoso color beige		
DENSIDAD	QSIPE.06.GU.005	CC-T-18 / CC-T-56	1.410 - 1.430 g/ml	2.84	1.42
PH	QSIPE.06.GU.006	CC-T-19	2.10 - 2.50	4.6	2.3
% SOLIDOS	QSIPE.06.GU.007	CC-T-02 / CC-T-03 / CC-T-76	53.00 - 56.00	109	54.5
INFRAROJO	QSIPE.06.GU.024	CC-T-06	Correlación >0.98		

Tabla 6: Tabla de control de producto. Elaboración: Departamento de Investigación de Desarrollo

Bajo los pilotos de producción ya realizados se debe hacer una validación del proceso con una prueba de hipótesis, la cual nos da la veracidad del proceso y así poder decir que el proceso se va encontrar bajo control.

Para ello, antes de realizar la hipótesis se debe obtener la media, varianza y desviación estándar tanto del pH y de la densidad para realizar la prueba

Datos del pH:

Media de Ph

Varianza

n	Xi	Xi - X(prom)	(Xi - X(prom)) ²
1	2.42	-0.01	0.00014
2	2.42	-0.01	0.00014
3	2.48	0.05	0.00234
4	2.47	0.04	0.00147
5	2.45	0.02	0.00034
6	2.35	-0.08	0.00667

Tabla 7: Datos para hallar varianza del pH

varianza

Desv Esta

Datos de la densidad:

Media de densidad

Varianza

n	Xi	Xi - X(prom)	(Xi - X(prom)) ²
1	1.415	0.00	0.00001
2	1.417	0.00	0.00000
3	1.416	0.00	0.00000
4	1.425	0.01	0.00005
5	1.424	0.01	0.00004
6	1.41	-0.01	0.00006

Tabla 8: datos para hallar la varianza de la densidad

varianza

Desv Esta

Así mismo la relación entre ambas variables debe ser mayor a 0.98.

Este dato se obtuvo de laboratorio. En la lectora de relación infrarrojo (IR)

LECTURA IR FACTOR DE CORRELACIÓN	ESTADO
0.994	APROBADO
0.996	APROBADO
0.995	APROBADO
0.995	APROBADO
0.995	APROBADO
0.996	APROBADO

Prueba de hipótesis

Para resolver si el proceso luego de haber modificado el tiempo de enfriamiento sigue bajo control, se realiza una prueba de hipótesis a los valores obtenidos del PH y densidad el producto.

Si se sabe que la Media de aprobación para el PH. Es de 2.3 y para la densidad es de 1.42, la idea de la prueba ese ver si se encuentra bajo control el proceso.

Prueba para el PH			Z
Ho	=	2.5	1.96
H1	mayor	2.5	1.64

Significancia

Muestra = N. de lotes observados. Para este caso se tomó la producción total de 1 turno de 24 horas. Total 6 batches

$$Z^* = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

$$Z^* = -3.55$$

Decisión: Se acepta la hipótesis nula

Conclusión: Se puede afirmar que las muestras tomas de PH para la producción son menores al 2.5 que es el límite superior de aprobación y se encuentran bajo control con un 5% de significancia

Prueba para el PH

Ho	=	1.43	
H1	mayor	1.43	Z
			1.96
Significancia		0.05	1.64

Muestra = N. de lotes observados. Para este caso se tomó la producción total de 1 turno de 24 horas. Total 6 batches

$$Z^* = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

$$Z^* = -613.79$$

Decisión: Se acepta la hipótesis nula

Conclusión: Se puede afirmar que las muestras tomadas de la densidad para la producción son menores al 1.43 que es el límite superior de aprobación y se encuentran bajo control con un 5% de significancia.

Esta prueba que se realizó, los 6 lotes con una disminución en el tiempo de enfriamiento, fue validado en planta, y realizando una validación de la hipótesis, podemos decir que el proceso se encuentra controlado y es viable elevarlo a escalas de producción.

Cuando el resultado se validó, se puede decir que la prueba de cambiar el tiempo de enfriamiento, bajo este criterio, se tiene el siguiente resultado.

	Cargar (min)	Calentamiento (min)	Enfriamiento (min)	Descarga (min)	Total (min)
Reactores	45.47	33.00	150.20	10.35	240.02

El tiempo de enfriamiento se reduce de 180 min. A 150. Siendo un 16% más eficiente en el proceso. Lo que conlleva un mejor manejo de mi recurso máquina y mano de hora.

Programación según modelo de secuenciación.

Datos relevantes

- 4 reactores para la fabricación
- Fabricación constante, 24 hrs de trabajo

- Con el nuevo modelo se pueden fabricar como máximo 6 lotes por maquina
- Restricción: para la etapa de calentamiento.
- un caldero para calentar los 4 reactores
- Máximo puede haber un trabajo constante de 2 reactores ara mantener la entalpia.

El modelo de secuencia va a ayudar a programar de manera óptima la producción, conociendo la restricción, se debe colocar la lógica que se va a legar a usar para la programación y esta se presentara en un diagrama de Gantt (VER ANEXO II) expuesto por un turno completo de 24hrs.

Producto	
1	
2	Maquina
3	1
4	2
5	3
6	4

Tiempo de Fabricación (min)
240

Tiempo inicio

Tiempo final

Donde la lógica a aplicar será:

TO 1,1	mayor igual	0	ec. 1
TF 1,1	=	TO 1,1 + 240	ec. 2
TO 2,1	mayor igual	TF 1,1	ec. 3
TF 2,1	=	TO 2,1 + 240	ec. 4
TO 3,1	mayor igual	TF 2,1	ec. 5
TF 3,1	=	TO 3,1 + 240	ec. 6
TO 4,1	mayor igual	TF 3,1	ec. 7
TF 4,1	=	TO 4,1 + 240	ec. 8
TO 5,1	mayor igual	TF 4,1	ec. 9
TF 5,1	=	TO 5,1 + 240	ec. 10
TO 6,1	mayor igual	TF 5,1	ec. 11
TF6,1	=	TO 6,1 + 240	ec. 12
TF6,1	menor igual	1440	ec. 13

Ilustración 3: lógica para la elaboración del ciclo de secuenciación. Elaboracion Propia

Esta lógica se repite por maquina, de etsa manera se puede comprobar que la secuencia sin perdidas da 6 lotes.

Para el caso de la restricción del caldero, el cual solo se puede usar máximo en 2 reactores en paralelo para no perder la entalpia de calor.

THO 1,1	=	TO 1,1	+	45
THF 1,1	=	THO1,1	+	35

Donde THO es el tiempo de inicio del proceso de calentamiento, THF es el fin del proceso.

Posicion de la celda

YO 1,1,1	=	THO 1,1	/	5
YO 1,1,2	=	YO 1,1,1	+	1
YO 1,1,3	=	YO 1,1,2	+	1
YO 1,1,4	=	YO 1,1,3	+	1
YO 1,1,5	=	YO 1,1,4	+	1
YO 1,1,6	=	YO 1,1,5	+	1
YO 1,1,7	=	YO 1,1,6	+	1

YO 1,2,1	=	THO 1,1	/	5
YO 1,2,2	=	YO 1,2,1	+	1
YO 1,2,3	=	YO 1,2,2	+	1
YO 1,2,4	=	YO 1,2,3	+	1
YO 1,2,5	=	YO 1,2,4	+	1
YO 1,2,6	=	YO 1,2,5	+	1
YO 1,2,7	=	YO 1,2,6	+	1

Luego se hace la lógica de la posición de la celda, teniendo como un contador de celda menor igual 2, para que el ítem caldero solo se pueda usar 2 veces a la par. Esto se hace por máquina y lote.

Esto da una mayor visualización de cual será la producción máxima según la nueva propuesta planteada.

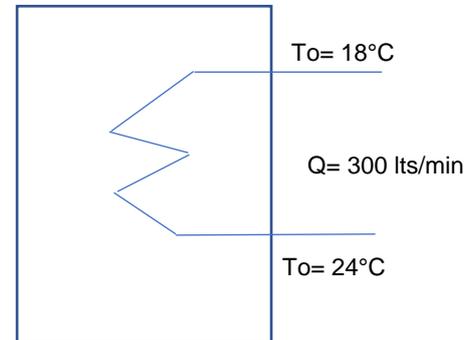
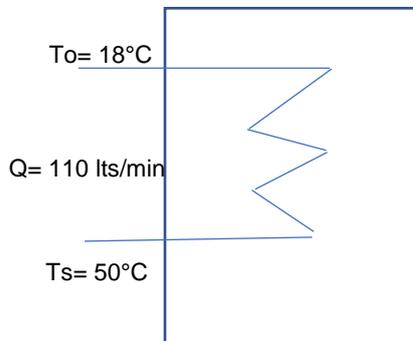
Enfriamiento forzado

Con el análisis de la hipótesis y el diagrama de Gantt que respalde la investigación, se puede ver como el enfriamiento forzado se va dar, para ello se contempla la instalación de un intercambiador de calor y una hidrobomba de mayor caballaje.

Realizando un análisis de un antes y después se puede observar la siguiente figura

Antes de la propuesta	Propuesta
<ul style="list-style-type: none"> Sistema de bombeo insuficiente, con un caudal de Q=110 lts/min. Exceso de temperatura en la línea de retorno de enfriamiento a 	<ul style="list-style-type: none"> un sistema de bombeo de caudal Q= 300 lts/min de 5.5 HP reducción de temperatura en la línea de retorno de enfriamiento a

50°C <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de enfriamiento por lote de 180 min. 	24°C <ul style="list-style-type: none"> • tiempo de enfriamiento a 150 min por lote
--	--



El consumo de agua para el enfriamiento por lote era de 6 pies³, que son 170 lts.

Lo que da un consumo diario de 4080 lts, mientras que con el nuevo sistema se reduce esto en un 70% siendo el nuevo consumo de 2856 lts.

Análisis financiero

Teniendo los resultados de las pruebas realizadas y validadas, según el área de investigación de desarrollo, el proyecto contempla la adquisición de un intercambiador de placas. Se elige este tipo de intercambiador por la alta eficiencia que este tiene para la transferencia de calor entre líquidos, el cual pasa por las placas configuradas y dispuestas para adaptarse a una amplia variedad de aplicaciones que se desee.



Ilustración 4: Modelo del Intercambiador de calor

Para el proyecto se estima cotizar un intercambiador de calor marca Alfa Laval, la propuesta adiciona las tuberías y la instalación del sistema completo (equipo y tuberías), con un costo total de 5500 dólares.

Así mismo, se está contemplando la instalación de una hidro bomba de un mayor caballaje.

El proyecto se piensa financiar en 2 años, con una tasa de interés TREM 1.17%.

El análisis se evaluará en términos de dólares, así mismo se están considerando en el flujo de fondo los ingresos y egresos tanto al contado como al crédito (VER ANEXO IV)

VAN: el proyecto es aceptado, ya que el valor actual neto actual es mayor a 0, lo que quiere decir que luego de los descuentos, se tiene aún capital

TIR: Es el porcentaje máximo de endeudamiento, teniendo un VAN = 0, se tiene como TIR un 26% lo cual es aceptable.

El proyecto es viable.

DISCUSION

De igual manera como se expone en el análisis de la tesis “Análisis y propuesta de mejora de procesos en una orfebrería, mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta” realizada por Macedo (2016), para este proyecto el tener un indicador de productividad es completamente relevante. En la tesis de Macedo (2016) se aprecia una situación actual del proceso y mas adelante un implemento de las mejoras que le permite bajar sus desperdicios realizando una redistribución de planta. Este es un factor el cual yo sustento debido a que el resultado que se obtiene da soporte a la presente investigación e igualmente a la obtención de la productividad.

La productividad, al ser medible de manera cuantitativa nos puede ayudar en reducir el tiempo de producción y aumentar la capacidad de planta. Herrera (2012) aplica en su investigación las herramientas de 5's para su corte y confección en su proceso textil. Luego realiza tomas de tiempo donde ve reflejado los beneficios del orden que la técnica 5's menciona. De esta manera poniéndose en punto de comparación con la presente investigación, se puede concluir que el orden y la limpieza son factores fundamentales para la mejora continua ya que así se puede apreciar una mejor visibilidad de las fallas dentro de los procesos.

La contribución de la investigación confirma que el indicador de productividad basado de la disminución del tiempo en la etapa de enfriamiento aumentó en un 22%. Mientras que anteriormente el proceso completo demoraba 270 min podemos afirmar que luego de la investigación este tiempo se redujo en 30min. Es de manera que coincide con el análisis de Vigo & Astocaza (2013), quienes en su investigación fueron capaces de llegar a la conclusión de que luego de un diagnóstico de la situación de la planta y la implementación de una amasadora posterior al diagnóstico, la productividad aumento en un 11% para la elaboración de los bizcochos.

Finalmente, en el presente proyecto se ve la necesidad de una mejora en la programación de la producción. Luego de realizar el modelo de secuenciación, se ve la cantidad optima de producción. El método difiere del usado en el análisis del investigador Carbia (2016), quien en su investigación sobre ensamblaje de automóviles, toma como punto netamente el estudio de tiempos y movientes, del cual difiero, ya que estas herramientas nos pueden ayudar a dar un balance de la carga laboral mas no ayuda para tener una secuencia lógica del proceso y una programación adecuada como consecuente a que le faltaría profundidad.

CONCLUSIONES

Dando fin al estudio realizado a la empresa manufacturera acerca de la mejora de la productividad en el proceso de fabricación, se puede mencionar que la productividad luego de realizar el estudio aumenta ya que el número de lotes producidos entre los recursos utilizados, ya que aumenta la producción, y se reduce el uso de recurso como el agua y se optimiza su uso.

Se puede comprobar que en la etapa de mezclado se redujo en 30 min. Del tiempo total de la fabricación, ya que se reduce el tiempo de enfriamiento aplicando el enfriamiento forzado luego de la instalación de un intercambiador de calor como solución al desperdicio de uso de agua.

Se determinó que, en la etapa de enfriamiento, es donde se genera mayores desperdicios, ya que en la situación actual se usan 6 pies³ de agua para enfriar el producto, mientras que con la propuesta se usaría 4.2 pies³ lo que representa un 30% de ahorro, así mismo los tiempos muertos de mano de obra se generan en la etapa de enfriamiento mismas ya que en el proceso actual esta etapa tarda 180 mins.

Se determinó que en el proceso productivo de la fabricación del aditivo, se reduce el enfriamiento de 180 mins a 150 mins, luego de la implementación de un intercambiador de calor que ayuda a mejorar al enfriamiento forzado sin que el producto sufra alteraciones, no cambie sus especificaciones y también beneficia a la planificación ya que se puede aumentar la cantidad de lotes producidos.

Finalmente, luego de realizar un análisis financiero se puede determinar que el proyecto es viable y rentable, ya que luego de proyectarlo a 24 meses se obtiene un VAN positivo en 101606 dólares con una TIR de 26% lo cual es aceptable.

RECOMENDACIONES

Es recomendable que se realice la adquisición del intercambiador de calor, ya que con él se eleva la producción y se contribuye con un uso eficiente de del agua.

Se recomienda la aplicación de la secuenciación de ciclo para la programación de la producción, con ello se asegura un óptimo uso de los recursos.

Se recomienda la aplicación de la teoría de restricciones, con ello se puede terminar la velocidad de la línea y capacidad que tiene de producción por la velocidad de su cuello de botella.

SUGERENCIA

Para trabajos relacionados a mejora la productividad y aumentar la capacidad de producción, se sugiere el uso de la metodología de secuencia de ciclo y un diagrama de Gantt detallado.

REFERENCIAS

Niebel, F. (2003). Ingeniería de Métodos. Estándares y diseño de trabajo. Editorial McGraw Hill impreso en México D. Federal, 12ª edición año. Recuperado el 01 de marzo del 2017, de http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38946441/Niebel_Capitulo_II.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1490306807&Signature=bYPPwFomiusUgV83ibVbrYxzGhk%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DNiebel_Capitulo_II.pdf

Echavarría, J. J., Arbeláez, M. A., & Rosales, M. F. (2006). La productividad y sus determinantes: el caso de la industria colombiana. *Desarrollo y Sociedad*, 57(1). Recuperado el 01 de marzo del 2017, de <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra374.pdf>

Nahmias, S., Castellanos, A. T., Murrieta, J. E. M., Hernández, F. G., Nudiug, B., Juaárez, R. A., & Milanés, J. Y. (1999). Análisis de la producción y las operaciones. Compañía Editorial Continental, SA. Recuperado el 01 de marzo del 2017, de http://maryperez.galeon.com/analisis_prod.pdf

Casanueva, C., & Rodríguez, C. (2009). La productividad en la industria manufacturera mexicana: calidad del trabajo y capital humano. *Comercio exterior*, 59(1). Recuperado el 01 de marzo del 2017, de http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/122/2/16_Casanueva-.pdf

MEYER, F. (2005). Estudio de Tiempos y Movimientos para la Manufactura Ágil, 4ta. Edición, México, Editorial Pearson Educación.

Durán, F. A. (2007). Ingeniería de métodos. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Recuperado el 26 de febrero del 2017, de http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/46815256/66166239-ingenieria-de-metodos.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1490306931&Signature=H5Uu2XKkeljpy3ezFfydCjADxcg%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DIngenieria_de_Metodos.pdf

Meyers, F. E. (2000). Estudios de tiempos y movimientos. Pearson educación. Recuperado el 26 de febrero del 2017, de <https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=cr3WTuK8mn0C&oi=fnd&pg=PA1&d>

q=%E2%80%A2%09Meyers,+F.+E.+(2000).+Estudios+de+tiempos+y+movimientos.+&ots=acQvjLtN2x&sig=ITb1ZFH15pDUeMIGeRm64tea2iQ#v=onepage&q=%E2%80%A2%09Meyers%2C%20F.%20E.%20(2000).%20Estudios%20de%20tiempos%20y%20movimientos.&f=false

Niebel, B. W. N., & Benjamin, W. (1996). Ingeniería Industrial: métodos, tiempos y movimientos. Alfaomega,.

(Melgar Herrera, 2012), de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, ubicada en Perú, con el tema “Propuesta para el mejoramiento de los procesos de producción en una empresa de corte y confección”

(Aranibar Gamarra, 2016), de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, ubicada en Perú, en su investigación “Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera”

(Macedo Sipan, 2016), de la Universidad Católica, ubicada en Perú, presento la tesis “Análisis y propuesta de mejora de procesos en una orfebrería (platería), mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta”

(Vigo Moran & Astocaza Flores, 2013), de la Universidad Católica, ubicada en el Perú, presento su tesis “Análisis y mejora de procesos de una línea procesadora de bizcochos empleando manufactura esbelta “

(Acuña, 2012), de la Universidad Católica ubicada en Perú, quien en su investigación “Incremento de la capacidad de producción de fabricación de estructuras de moto taxis aplicando metodologías de las 5s’s e ingeniería de métodos “

(Monge Perry, 2014), de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en México, en su investigación “Impacto de: la manufactura esbelta, la manufactura sustentable y la mejora continua en la eficiencia operacional y responsabilidad ambiental en plantas de manufactura en México”

(Ibarra Montemayor, 2008), del Tecnológico de Monterrey, ubicado en México, en su investigación “Metodología de implementación de manufactura esbelta en maquiladoras mexicanas”

(Carbia Rueda, 2016), de la Universidad Anáhuac, ubicada en México, en su investigación “Desarrollo de un plan de mejora para una línea de ensamblaje de automóvil sedan aplicando manufactura esbelta”

(Gonzalez Ochoa, 2006), del Tecnológico de Monterrey, ubicado en México, en su trabajo “Metodología para la implementación de la manufactura esbelta en una línea de árboles de levas”

(Robles Gomez, 2006), del Tecnológico de Monterrey, ubicado en México, en su investigación “Implementación de un Sistema Esbelto de Manufactura a través del Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2000”

ANEXOS I

CUESTIONARIO ENTREVISTA JEFE DE PRODUCCION

¿Puede describir el proceso que tiene un pedido comercial?

.....
.....
.....
.....
.....

¿En el área de producción, puede describirnos el proceso producción?

.....
.....
.....
.....
.....

¿Según su experiencia, puede mencionar dentro del proceso, cual es la etapa en al que se genera el cuello de botella?

.....
.....
.....
.....
.....

¿Es factible reducir el tiempo en la etapa de enfriamiento sin que el producto final se vea afectado?

.....
.....
.....
.....
.....

¿Hay disponibilidad por parte de la empresa para realizar trabajo de remodelación en su proceso producto?

.....
.....
.....
.....
.....

Finalmente, ¿Se puede considerar la compra de nuevos equipos con la intención de aumentar la productividad y ser más eficientes en el proceso?

.....
.....
.....
.....
.....

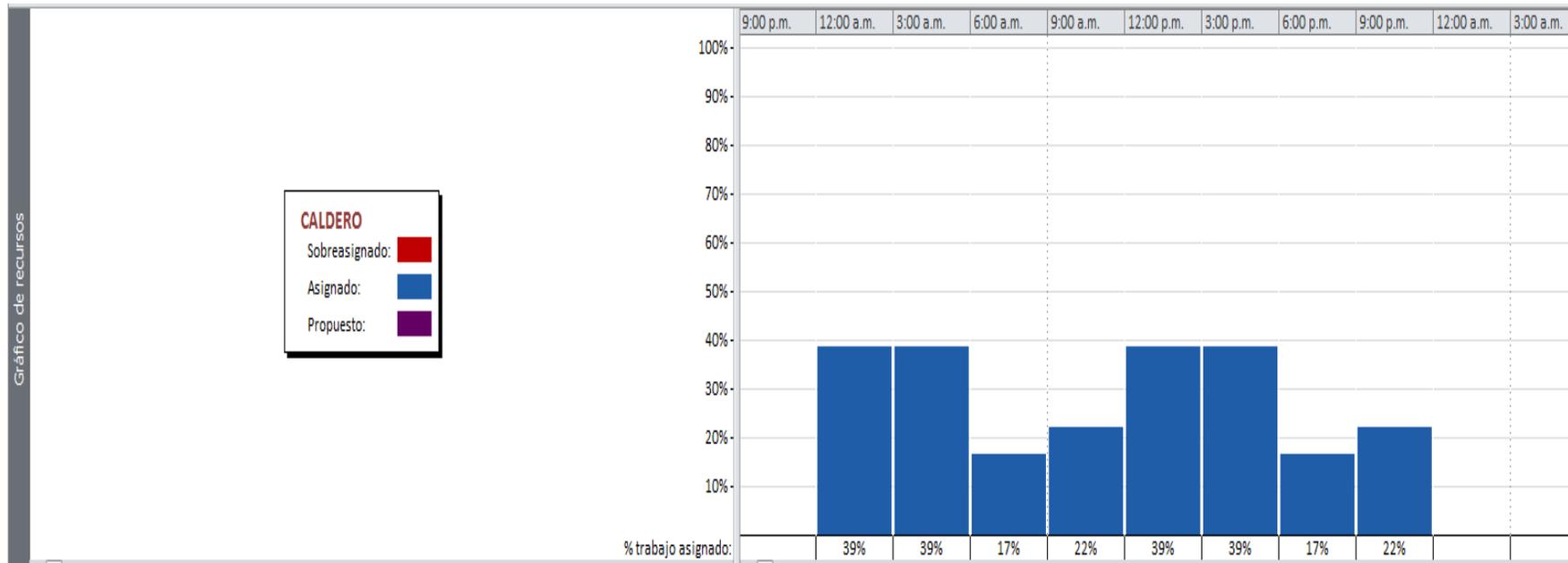
**Firma del entrevistador
Paolo Ponce Toranzo
DNI:**

**Firma del entrevistado
Carlos Calderón Castillo
DNI:**

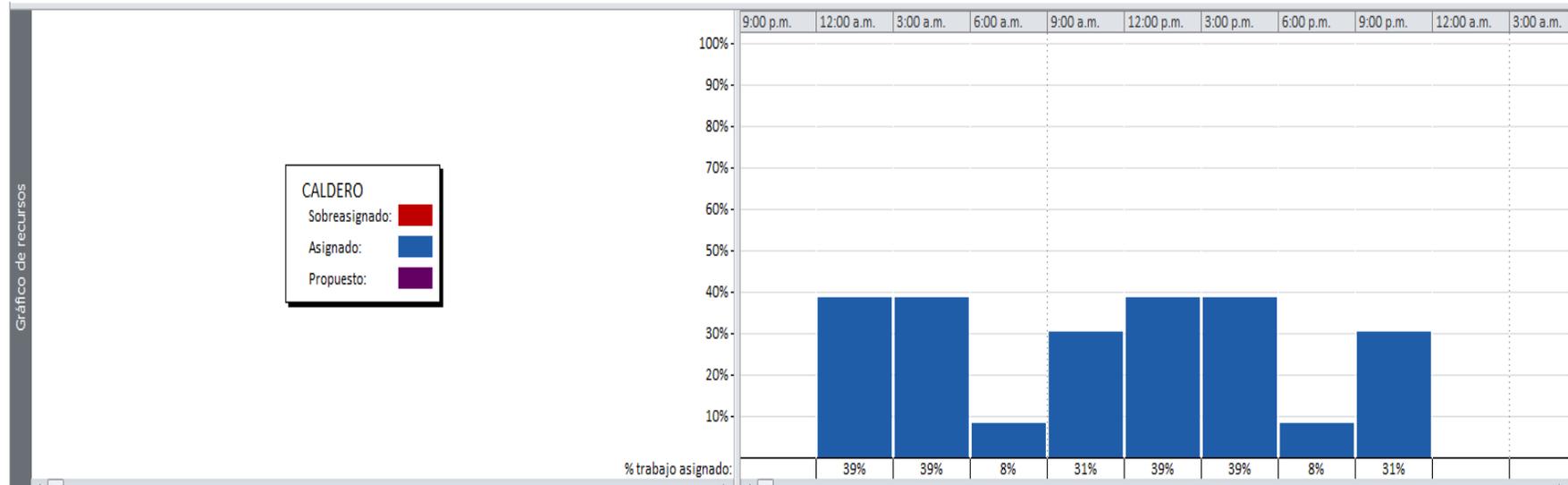
ANEXO II

DIAGRAMA DE GANTT Y CICLO DEL PROCESO

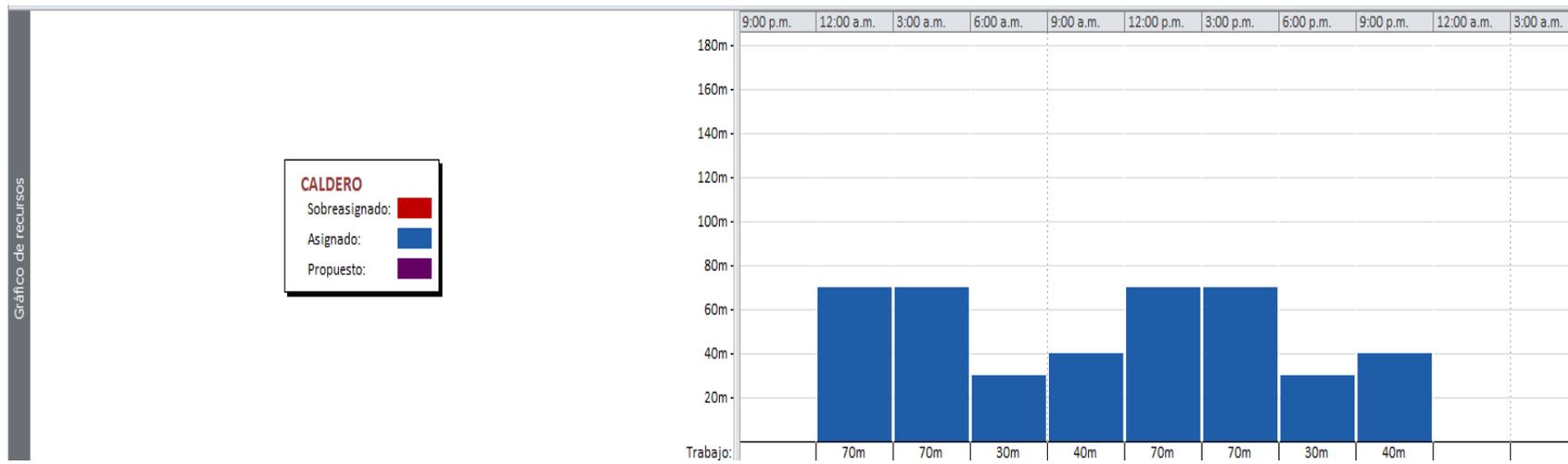
Asignación en porcentaje antes de la propuesta



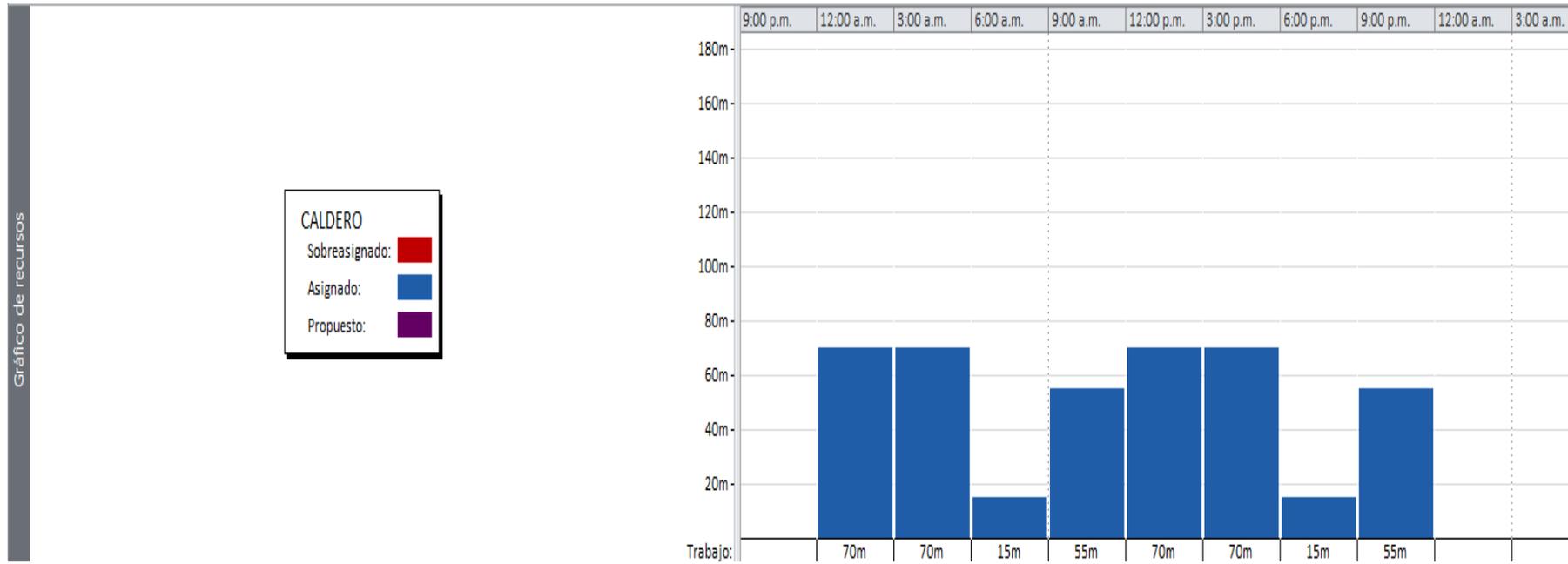
Asignacion luego de la distribucion de recursos



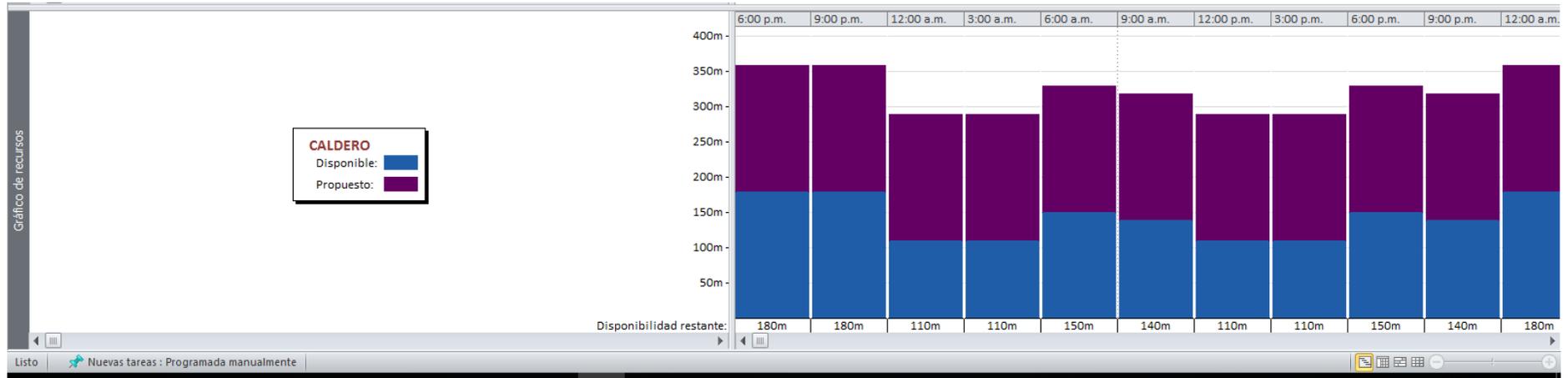
Tiempo de trabajo del recurso sin la asignación



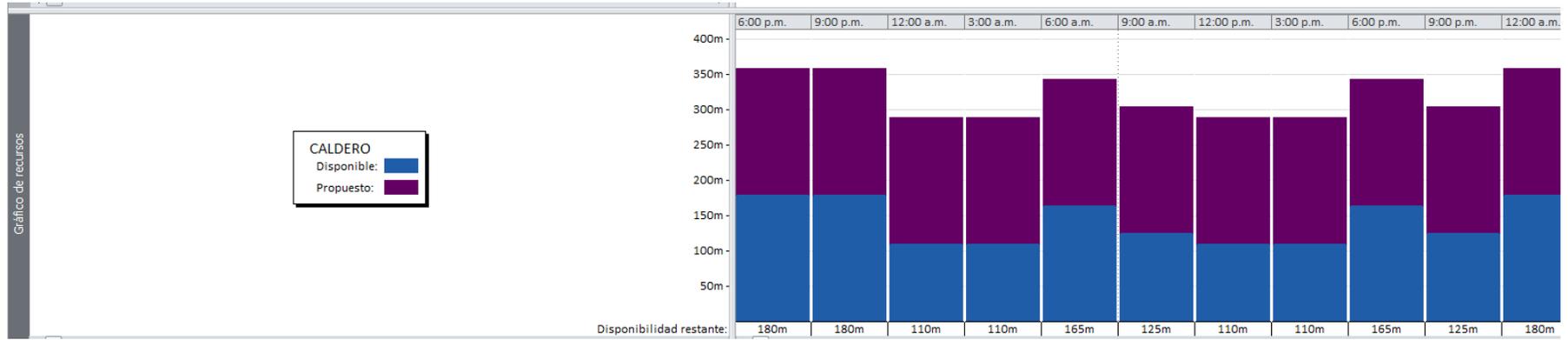
Tiempo de trabo del recurso luego de la asignacion



Disponibilidad del recurso antes de la asignación de recurso



Disponibilidad restante luego de la asignación



ANEXO III**IMÁGENES DE PLANTA**

1. Vista lateral de planta



2. Vista lateral 2 de planta



3. Presentación final del producto



4. Imagen de la fabricación del aditivos en proceso



5. Adicionando las materias primas en proceso de carga



6. Cuarto de fuerza, donde se ubica el caldero que alimenta la línea de vapor de los reactores



7. Vista lateral del caldero



9. Vista frontal del caldero

ANEXO IV

BALANCE GENERAL

I. Datos Generales

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
Vta de cil. De aditivo		130	137	143	150	158	166	174	183	192	202	212	222	238	255	272	291	312	334	357	382	409	437	468	501				
Precio	120.00	120.12	120.24	120.36	120.48	120.60	120.72	120.84	120.96	121.08	121.21	121.33	121.45	121.57	121.69	121.81	121.93	122.06	122.18	122.30	122.42	122.55	122.67	122.79	122.91	123.04			
Costo	84.00																												
Ventas a Crédito		60.0%																											
Compras a Crédito		50.0%																											
Descuento Pronto Pago		5.0%																											
Costo de Pers de Prod.		100																											
Gastos Administrativos		2,000																											
Adelanto		20.0%																											
Inversión en Activo Fijo		5,500	compra del equipo, tuberías e intalacion																										
Deuda		2,500																											
Tasa de Interés		15.0%	efec anual		1.17%	efec mensual																							
Número de Periodos		5	Amortizaciones iguales																										
Tasa de Depreciación		20%	anual																										
Tasa Impositiva		30%																											

II. Programación de la deuda

1.01

Deuda	5,500	Tasa de int	1.17%	Nro per.	24.00																					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Saldo	5,500	5,271	5,042	4,813	4,583	4,354	4,125	3,896	3,667	3,438	3,208	2,979	2,750	2,521	2,292	2,063	1,833	1,604	1,375	1,146	917	687	458	229	0	
Amortización		229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229
Interés		64	62	59	56	54	51	48	46	43	40	38	35	32	30	27	24	21	19	16	13	11	8	5	3	
Pago o Servicio de deuda		294	291	288	286	283	280	277	275	272	269	267	264	261	259	256	253	251	248	245	243	240	237	235	232	

III. Estado de Ganancias y Pérdidas

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Ingresos																											
1. INGRESO POR VENTAS		15,600	16,380	17,199	18,059	18,962	19,910	20,905	21,951	23,048	24,201	25,411	26,681	28,018	30,609	32,784	35,114	37,609	40,282	43,145	46,211	49,496	53,013	56,781	60,816		
Contado		6,240	6,552	6,880	7,224	7,585	7,964	8,362	8,780	9,219	9,680	10,164	10,673	11,431	12,243	13,114	14,046	15,044	16,113	17,258	18,485	19,798	21,205	22,712	24,327		
Crédito		9,360	9,828	10,319	10,835	11,377	11,946	12,543	13,170	13,829	14,520	15,246	16,009	17,147	18,365	19,670	21,068	22,566	24,169	25,887	27,727	29,697	31,808	34,069	36,490		
Egresos																											
2. Costo por Adquisiciones		-10,920	-11,466	-12,039	-12,641	-13,273	-13,937	-14,634	-15,366	-16,134	-16,941	-17,788	-18,677	-19,984	-21,383	-22,880	-24,482	-26,195	-28,029	-29,991	-32,090	-34,337	-36,740	-39,312	-42,064		
Contado		-5,460	-5,733	-6,020	-6,321	-6,637	-6,968	-7,317	-7,683	-8,067	-8,470	-8,894	-9,338	-9,992	-10,692	-11,440	-12,241	-13,098	-14,014	-14,996	-16,045	-17,168	-18,370	-19,656	-21,032		
Crédito		-5,460	-5,733	-6,020	-6,321	-6,637	-6,968	-7,317	-7,683	-8,067	-8,470	-8,894	-9,338	-9,992	-10,692	-11,440	-12,241	-13,098	-14,014	-14,996	-16,045	-17,168	-18,370	-19,656	-21,032		
5. Depreciación	1.67%	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92
6. Gastos Financieros		-64	-62	-59	-56	-54	-51	-48	-46	-43	-40	-38	-35	-32	-30	-27	-24	-21	-19	-16	-13	-11	-8	-5	-3		
7. EGRESOS TOTALES		-11,076	-11,619	-12,190	-12,789	-13,419	-14,080	-14,774	-15,503	-16,268	-17,072	-17,917	-18,803	-20,108	-21,504	-22,999	-24,597	-26,308	-28,139	-30,099	-32,195	-34,439	-36,840	-39,409	-42,158		
8. UT. ANTES DE IMP		4,524	4,761	5,009	5,270	5,543	5,830	6,132	6,448	6,780	7,128	7,494	7,878	8,469	9,104	9,785	10,516	11,301	12,143	13,046	14,016	15,057	16,173	17,372	18,658		
9. Imp a la Renta	30%	1,357	1,428	1,503	1,581	1,663	1,749	1,839	1,934	2,034	2,138	2,248	2,363	2,541	2,731	2,936	3,155	3,390	3,643	3,914	4,205	4,517	4,852	5,212	5,597		
10. UTILIDAD NETA		3,167	3,332	3,506	3,689	3,880	4,081	4,292	4,514	4,746	4,990	5,246	5,514	5,929	6,373	6,850	7,361	7,911	8,500	9,132	9,811	10,540	11,321	12,160	13,061		

IV. Flujo de Caja

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Ingresos																										
1. Ingr Ventas Contado		6,240	6,552	6,880	7,224	7,585	7,964	8,362	8,780	9,219	9,680	10,164	10,673	11,431	12,243	13,114	14,046	15,044	16,113	17,258	18,485	19,798	21,205	22,712	24,327	
2. Ingr Ventas Crédito			9,360	9,828	10,319	10,835	11,377	11,946	12,543	13,170	13,829	14,520	15,246	16,009	17,147	18,365	19,670	21,068	22,566	24,169	25,887	27,727	29,697	31,808	34,069	36,490
3. INGRESO OPERATIVO		6240	15912	16708	17543	18420	19341	20308	21324	22390	23509	24685	25919	27440	29390	31479	33716	36112	38679	41427	44372	47525	50903	54520	58395	36490
Egresos																										
4. Egr Compra Contado	-5,460	-5,733	-6,020	-6,321	-6,637	-6,968	-7,317	-7,683	-8,067	-8,470	-8,894	-9,338	-9,992	-10,692	-11,440	-12,241	-13,098	-14,014	-14,996	-16,045	-17,168	-18,370	-19,656	-21,032		
5. Egr Compra Crédito		-5,460	-5,733	-6,020	-6,321	-6,637	-6,968	-7,317	-7,683	-8,067	-8,470	-8,894	-9,338	-9,992	-10,692	-11,440	-12,241	-13,098	-14,014	-14,996	-16,045	-17,168	-18,370	-19,656	-21,032	
8. Imp a la Renta			-1,357	-1,428	-1,503	-1,581	-1,663	-1,749	-1,839	-1,934	-2,034	-2,138	-2,248	-2,363	-2,541	-2,731	-2,936	-3,155	-3,390	-3,643	-3,914	-4,205	-4,517	-4,852	-5,212	-5,597
9. EGRESO OPERATIVO	-5,460	-11,193	-13,110	-13,768	-14,460	-15,186	-15,948	-16,749	-17,589	-18,472	-19,398	-20,371	-21,579	-23,047	-24,672	-26,412	-28,274	-30,267	-32,400	-34,684	-37,127	-39,743	-42,543	-45,540	-26,244	-5,597
FLUJO DE CAJA OPERATIVO	-5,460	-4,953	2,802	2,939.14	3,083	3,234	3,393	3,559	3,734	3,918	4,111	4,314	4,340	4,393	4,718	5,067	5,442	5,845	6,278	6,744	7,244	7,782	8,360	8,980	32,152	30,892
10. Inversiones	-5,500																									
11. Flujo de Financiamiento	5500.00	-293.60	-290.91	-288.23	-285.54	-282.86	-280.18	-277.49	-274.81	-272.12	-269.44	-266.75	-264.07	-261.38	-258.70	-256.01	-253.33	-250.64	-247.96	-245.27	-242.59	-239.91	-237.22	-234.54	-231.85	
Préstamo	5,500																									
Servicio de Deuda		-294	-291	-288	-286	-283	-280	-277	-275	-272	-269	-267	-264	-261	-259	-256	-253	-251	-248	-245	-243	-240	-237	-235	-232	
FLUJO DE FONDOS	-5,460	-5,246.60	2,511.27	2,650.91	2,797.45	2,951.22	3,112.58	3,281.91	3,459.62	3,646.12	3,841.86	4,047.28	4,076.11	4,131.32	4,458.83	4,810.61	5,188.46	5,594.33	6,030.29	6,498.59	7,001.61	7,541.95	8,122.37	8,745.85	31,919.81	
Financ Adic / Ap de Cap	5,460	5,247	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

VAN

101,606.64 EL proyecto es viable, con un VAN mayor a 0

TIR

25.99% Lo maximo que se puede endududar con este proyeto es de 26% del flujo de fondo