

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Incremento de la capacidad de producción en tienda de productos de
panadería y confitería”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros Industriales

Presentado por:

Nayive Maribí Blum Jaime

Luis Miguel Paredes Naranjo

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

DEDICATORIA

A mis padres Miguel Paredes y Rosa Naranjo, quienes, con esfuerzo, dedicación y su ejemplo me enseñaron el valor del conocimiento, porqué me han dado todo su amor y motivación para culminar con éxito esta etapa de mi vida y tener la firme convicción de cosechar mucho más.

A mi esposa por estar a mi lado, por su paciencia durante estos años y por siempre motivarme a tener fe de qué todo esfuerzo tendrá su recompensa.

A mi hermano Miguel Paredes, mi hermana Lorena Paredes y a mi abuela Rosa Pazmiño por siempre estar conmigo apoyándome en mis decisiones.

Y finalmente a mis amigos con los qué he compartido todos estos años y a los profesores qué he tenido por su esfuerzo y dedicación.

Toda mi gratitud y respeto siempre.

Luis Miguel Paredes Naranjo

DEDICATORIA

A Dios que ha sido el motor y guía durante todo el proceso académico, brindando salud, conocimiento y oportunidades por las cuales alcanzo este logro.

A mi mamá Narcisa de Jesús Jaime Vera quien ha sido el ser que siempre he tenido a mi lado, mi soporte, guía, amiga, hermana, compañera de vida y mamá, me ha enseñado que todos los sueños son alcanzables y siempre el esfuerzo es recompensando, gracias por siempre apoyarme en toda mi vida.

A mi familia por ser ese apoyo que requería en los momentos difíciles y de alegría.

Nayive Blum Jaime

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Nayive Maribi Blum Jaime y Luis Miguel Paredes Naranjo, y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



*Nayive Maribí Blum
Jaime*



*Luis Miguel Paredes
Naranjo*

EVALUADORES

.....
Marcos Buestán B., Ph.D.

PROFESOR DE LA MATERIA



.....
Kleber Barcia V., Ph.D.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente proyecto se lleva a cabo en una empresa dedicada a la producción de productos de panadería y confitería, la cual se encuentra localizada en la ciudad de Guayaquil, Ecuador, y que contempla incrementar la capacidad de producción debido a que durante los últimos meses se ha tenido un elevado número de unidades faltantes provocando un menor ingreso por día. El proyecto se enfoca en reducir la cantidad de ventas perdidas de pan de un promedio de 105 unidades por día a 53 unidades por día, mediante la aplicación de la metodología DMAIC, la cual se divide en las etapas de Definición, Medición, Análisis, Mejora y Control. Las soluciones implementadas fueron el desarrollo de un programa de líderes de turno, la determinación y uso de una herramienta adecuada de pronóstico, y por último la secuenciación de las órdenes de producción con respecto al recurso de capacidad limitada. Una vez implementadas las mejoras se obtuvo una reducción del 80% del promedio de ventas perdidas por día, lo cual permitió cumplir con el objetivo propuesto de reducir como mínimo un 50% el promedio de ventas perdidas. Además, se logró aumentar la utilización de las estaciones al mejorar el flujo entre ellas. Con todos los resultados logrados el proyecto logro sus objetivos teniendo no solo un impacto positivo en el aspecto económico, sino también en el aspecto ambiental y social.

Palabras Clave: DMAIC, Utilización, Estudio cronométrico, Secuenciación, Venta perdida.

ABSTRACT

This capstone project is carried out in a company dedicated to the production of bakery and confectionery products, which is in the city of Guayaquil, Ecuador, and plans to increase the production capacity as a response of the high number of lost sales of bread per day during the last months. The project is focused on reducing the amount of lost sales of bread from an average of 105 units per day to 53 units per day through the application of the DMAIC methodology which is divided into the stages of Definition, Measurement, Analysis, Improvement and Control. The solutions implemented were the development of a shift leader program, the determination and use of an adequate forecasting tool, and finally the sequencing of production orders with respect to the limited capacity resource. Once the improvements were implemented, an 80% reduction in the average lost sales per day was obtained, which made it possible to meet the proposed objective of reducing the average lost sales by at least 50%. In addition, the utilization of the stations was increased by improving the flow between them. With all these results, the project achieved its objectives, having not only a positive impact on the economic aspect, but also on the environmental and social aspects.

Keywords: DMAIC, Utilization, Chronometric study, Sequencing, Lost Sale.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema.....	2
1.2 Justificación del problema.....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Definición.....	3
1.5 Árbol de necesidades (CTQ).....	4
1.6 4W+1H.....	5
1.7 Alcance del proyecto.....	5
1.8 Objetivo SMART.....	6
1.9 Triple línea base.....	7
1.10 Marco teórico.....	7
CAPÍTULO 2.....	14
2. Metodología.....	14
2.1 Medición.....	14
2.1.1 Plan de recolección de datos.....	15

2.1.2	Verificación de datos.....	16
2.1.3	Mapeo del proceso	19
2.1.4	Cartas de control.....	19
2.1.5	Análisis de capacidad	22
2.2	Análisis	23
2.2.1	Lluvia de ideas de posibles causas.....	23
2.2.2	Diagrama de Ishikawa	25
2.2.3	Diagrama de Pareto.....	26
2.2.4	Matriz impacto - control.....	27
2.2.5	Plan de verificación de causas.....	29
2.2.6	Análisis de causa raíz	33
2.3	Mejora	35
2.3.1	Lluvia de ideas de soluciones	35
2.3.2	Selección de soluciones	36
2.3.3	Plan de implementación de soluciones.....	37
2.4	Implementación	38
2.4.1	Desarrollar un programa de líderes	38
2.4.2	Recolección de datos en los puntos de ventas mediante una aplicación ..	39
2.4.3	Implementar una herramienta de pronóstico efectiva	40
2.4.4	Secuenciar las órdenes de producción con respecto al recurso de capacidad limitada	42
2.5	Control.....	43
2.5.1	Plan de control	44
CAPÍTULO 3.....		46
3.	Resultados y análisis	46
CAPÍTULO 4.....		50

4.	Conclusiones y recomendaciones	50
4.1	Conclusiones.....	50
4.2	Recomendaciones.....	50

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control
Cp	Capacidad potencial
4W+1H	What, Where, When, Who, How much
SIPOC	Supplier, Input, Process, Output, Customer
VOC	Voice of customer
CTQ	Critical to quality
NAV	No agregan valor
AV	Agregan valor
NAVN	No agregan valor, pero son necesarias

SIMBOLOGÍA

min	Minutos
\$	Dólares
%	Porcentaje
u	Unidad
n	Tamaño de muestra

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1.1 Ventas perdidas de mayo a octubre el 2020	2
Figura. 1.2 SIPOC	6
Figura. 2.1 Diagrama de Pareto ponderado con el porcentaje de las ventas pérdidas por turno	14
Figura. 2.2 Gráfica de probabilidad del Histórico	17
Figura. 2.3 Gráfica de probabilidad de las observaciones	17
Figura. 2.4 Prueba t de dos muestras Histórico y Observaciones	18
Figura. 2.5 Proceso de elaboración del pan	19
Figura. 2.6 Prueba de normalidad para las ventas pérdidas.	20
Figura. 2.7 Prueba de bondad de ajuste	20
Figura. 2.8 Transformación de Box-Cox para los datos de ventas pérdidas	21
Figura. 2.9 Grafica de control para datos individuales - Ventas perdidas.....	22
Figura. 2.10 Análisis de capacidad	23
Figura. 2.11 Lluvia de ideas para el análisis de causas de las ventas perdidas.....	24
Figura. 2.12 Diagrama de Causa - Efecto de las ventas perdidas.....	25
Figura. 2.13 Diagrama de Pareto causas potenciales - Ventas perdidas	27
Figura. 2.14 Matriz Impacto - Control: Ventas perdidas segundo turno.....	28
Figura. 2.15 Diagrama de dispersión Ventas perdidas vs Tasa de producción	30
Figura. 2.16 Gráfica de línea ajusta - coeficiente de correlación	30
Figura. 2.17 Prueba T de dos muestras - Órdenes no programadas	31
Figura. 2.18 Diagrama de cajas -Órdenes no programadas en planificación semanal..	31
Figura. 2.19 Producir coberturas durante el horario de producción de pan	32
Figura. 2.20 Diagrama de cajas - Producir coberturas durante el horario de producción de pan	32
Figura. 2.21 Matriz Impacto – Esfuerzo.....	36
.....	36
Figura. 2.22 Categorización de la demanda	41
Figura. 2.23 Socialización de la herramienta.....	42
Figura. 2.24 Determinación de tiempo antes del leudado	42
Figura. 2.25 Rangos control visual	44
Figura. 2.26 Control visual ventas perdidas.....	44

Figura. 3.1 Comparación nuevo pronóstico vs pronóstico usando anterior método	46
Figura. 3.2 Diagrama de caja del porcentaje de error del pronóstico.	47
Figura. 3.3 Prueba T de dos muestras del porcentaje de error del pronóstico	47
Figura. 3.4 Prueba Mann-Whitney de las ventas perdidas antes y después.	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Determinación de los CTQ	4
Tabla 1.2 Determinación objetivo SMART.....	7
Tabla 2.1 Plan de recolección de datos.....	15
Tabla 2.2 Formato para registro del Throughput	16
Tabla 2.3 Formato para registro de ingresos por día.....	18
Tabla 2.4 Niveles de relación para calificación de impacto de causas	25
Tabla 2.5 Ponderación de causas	26
Tabla 2.6 Ponderación para Matriz impacto – control	27
Tabla 2.7. Plan de verificación de causas	29
Tabla 2.8 Análisis de causa raíz - Órdenes no programadas en la planificación semanal	33
Tabla 2.9 Análisis causa raíz - Baja tasa de producción	34
Tabla 2.10 Lluvia de ideas de soluciones.....	35
Tabla 2.11 Calificación de las soluciones.....	36
Tabla 2.12 Análisis económico soluciones que requieren inversión.....	37
Tabla 2.13. Plan de implementación de soluciones.....	38
Tabla 2.14 Registro programa de líderes	39
Tabla 2.15. Análisis económico de la solución de aplicación	40
Tabla 2.16 Errores de pronóstico según método utilizado.....	41
Tabla 2.17 Resultados secuenciación de estaciones con respecto al recurso de capacidad limitada.....	43
Tabla 2.18 Plan de control.....	45
Tabla 3.1 Ventas perdidas 15 días antes de las mejoras y 15 días después de la implementación de la secuenciación	48
Tabla 3.2 Ingresos esperados a partir de la mejora	49

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los últimos años se han visto un incremento en el sector alimenticio, este es uno de los sectores económicos que van aumentando exponencialmente por estar relacionado directamente con la demografía de los distintos lugares del mundo. En base a estadísticas del ANFAB (Asociación Nacional de Fabricantes de Alimentos y Bebidas), los alimentos como lácteos, cereales, y panes han sido los productos más consumidos durante el primer semestre. (ANFAB, 2021).

Principalmente, entre estos productos de primera necesidad se encuentran los de tipo panadero, estos a lo largo de su consumo y producción han sido productos que por sus precios accesibles permiten sin importar los recursos de las personas todos tengan acceso al mismo. A pesar de la difícil situación en la que se vive uno de los sectores que no se han visto afectados de manera negativa ha sido el sector panadero.

Uno de los inconvenientes que tienen las compañías cuyo sistema productivo no es continuo o no se basa en sistema de producción rígido en el cual se pueda equilibrar su producción a lo largo del tiempo disponible, es la baja posibilidad del mantenimiento de un stock de seguridad que ante cualquier situación a ser afrontada sean capaces de resolverla y no afectar la imagen que los clientes tienen sobre dicha marca en específico, debido a que a largo plazo esto puede provocar el quiebre de la empresa en cuestión.

Debido a esta situación expuesta la propuesta de este proyecto se enfoca en aumentar la capacidad productiva de una empresa cuyo principal producto es el pan, en la cual se deben de considerar los cuellos de botellas presente en el mismo, así como subprocesos que pueden afectar a la calidad del producto, o incluso provocar el aumento en los costos productivos ya sea por el consumo adicional de materia prima, recurso humano u otro recurso contemplado dentro de la producción de este.

Una de las consideraciones principales que se tendrán a lo largo del proceso son las expectativas y requerimientos del cliente, que a ciencia cierta es el que conoce sobre las desventajas que puede tener frente a su competencia, e incluso posibles cambios que de alguna manera pueden favorecer a su proceso e incluso tener proyectos de mejora

en desarrollo que permitirán segmentar de mejor manera la elección de la posible solución que contribuya a solucionar en gran medida el problema identificado.

1.1 Descripción del problema

En la actualidad, debido al incremento en la demanda de productos alimenticios muchos de estos se ven en la necesidad de buscar medio para cubrir dicha demanda adicional. Eso ocurre con la empresa Panificadora Ecuador, esta empresa que está ubicada en el centro de la ciudad de Guayaquil, ha reflejado valores alrededor de 105 unidades en ventas perdidas por día en promedio, estos valores se reflejan a partir de su realidad actual desde el mes de mayo a octubre del 2020. A continuación, en la figura 1.1 se muestra una serie de tiempo que refleja la situación actual de la compañía en los últimos 6 meses del año 2020.

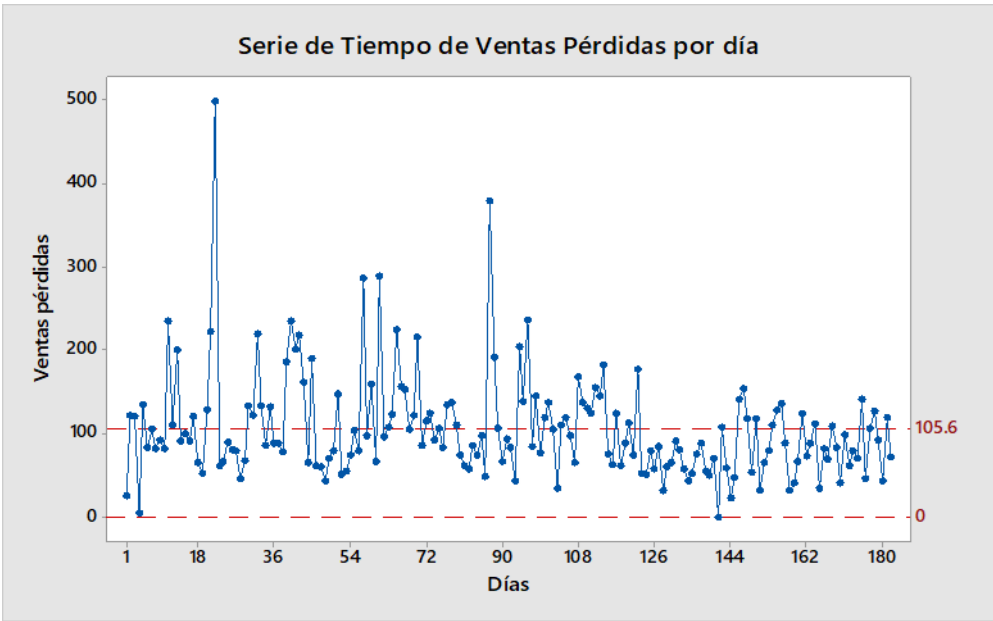


Figura. 1.1 Ventas perdidas de mayo a octubre el 2020

[Fuente: Elaboración propia]

Se aprecia en el gráfico que la mayor cantidad de días durante el período establecido han incurrido en pérdidas de ingresos por no contar con la cantidad suficiente de producto.

1.2 Justificación del problema

Durante toda su historia los productos panaderos han sido acogidos de manera positiva por la población debido a sus propiedades alimenticias y principalmente por ser considerado como un producto prioritario cuyo precio en el mercado no varía constantemente, ni tampoco es considerado cómo alto. Debido a la situación de emergencia en la actualidad muchos productos han ganado mayor relevancia una de estos son los panes, los mismos cuyo sector debido al exponencial crecimiento de la demanda en el mercado, provocando en muchas ocasiones los productores de este producto no sean capaz de cubrir con su demanda, por el límite existente en la capacidad del proceso sobre sus unidades producidas, a causa de esto dentro de la empresa a trabajar se quiere desarrollar el proyecto con el enfoque de incremento en la capacidad productiva del proceso, para qué sin importar el crecimiento qué tenga la demanda, los productores sean siempre capaces de producir lo solicitado.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Reducir las pérdidas en ventas percibidas por una empresa de pan, qué en promedio histórico ha tenido un valor de 105 unidades, a un valor de 53 unidades en promedio en base a las especificaciones determinadas por la compañía en un período de 4 meses, desde octubre 2020 hasta febrero 2020.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Diseñar un sistema qué contribuya en la reducción de los tiempos muertos qué existen en las operaciones actuales dentro del proceso de producción de pan.
2. Incrementar la utilización de las estaciones, en el proceso de fabricación de pan.
3. Incrementar los ingresos percibidos por la compañía, mediante la reducción de las unidades perdidas por ventas perdidas.

1.4 Definición

En esta etapa principalmente se estableció la situación inicial, se definió principalmente cuál será la variable de respuesta a considerar durante todo el proyecto, la misma qué

contribuye apreciar las mejoras con respecto al problema qué mayor influencia tiene inicialmente.

1.5 Árbol de necesidades (CTQ)

Mediante la herramienta del VOC y entrevistas que se desarrollaron en la empresa para lo se consideraron las necesidades del cliente, las cuales fueron agrupadas según sus características para luego determinar las posibles variables conocidas como CTQ (Critical to quality). En la tabla 1.1 se muestra el árbol de necesidades de las cuales se eligió la variable principal que es el número de ventas perdidas de pan por día.

Tabla 1.1 Determinación de los CTQ

[Fuente: Elaboración propia]

Necesidades	Drivers	CTQ
Cumplir con la producción diaria dentro del turno regular	Eficiencia operacional	Tiempo en cola por estación
Evitar las variaciones de temperaturas en la estación de preparación de masa		Tiempo medio por estación
Reducir el tiempo de espera de la masa entre operaciones		Utilización por estación
Aumentar el número de operadores en las estaciones		Número de ventas perdidas por día
Aumentar el número de panes producidos para cubrir la demanda		
No interrumpir la preparación de las masas		

para preparar las coberturas		
Reducir la cantidad de producto que regresa de los puntos de venta	Reproceso	Porcentaje de producto de reproceso
Realizar el mantenimiento preventivo	Mantenimiento	Tiempo medio entre las fallas de los equipos
Habilitar las máquinas que esperan por las piezas de repuesto		Tiempo medio de reposición de piezas de repuesto.

1.6 4W+1H

La herramienta permitió determinar en este proyecto la variable de respuesta partir del ¿Qué? ¿Se estableció que fueran las ventas perdidas, en Dónde? Se desarrolla este proyecto se identificó a la empresa dedicada a la producción de pan y productos de confitería, El ¿Cuándo? Se estableció en el periodo de mayo a octubre del 2020, en el “¿Cuánto?” se ubicó el valor promedio que han tenido a lo largo del tiempo en ventas perdidas que es de aproximadamente 105 unidades por día, esta pregunta determino en qué momento se evidenciaron los datos obtenidos., en base a los datos se obtuvo “¿Cómo lo sé?” En base al mejor dato que se obtuvo históricamente el cual fue de 0 históricamente.

1.7 Alcance del proyecto

Después de algunas evaluaciones del proceso operativo se evidencia de que la parte principal de este afecta la capacidad de producción será el proceso de producción de pan, ya que tiene todas las actividades que determinarán el ritmo de producción, además muestra un panorama completo de las fortalezas y las restricciones que pueden surgir a lo largo del mismo. En la figura 1.2 se detalló el SIPOC que considera proveedores del proceso, entradas y salidas, y finalmente la parte operacional que fue el enfoque principal.

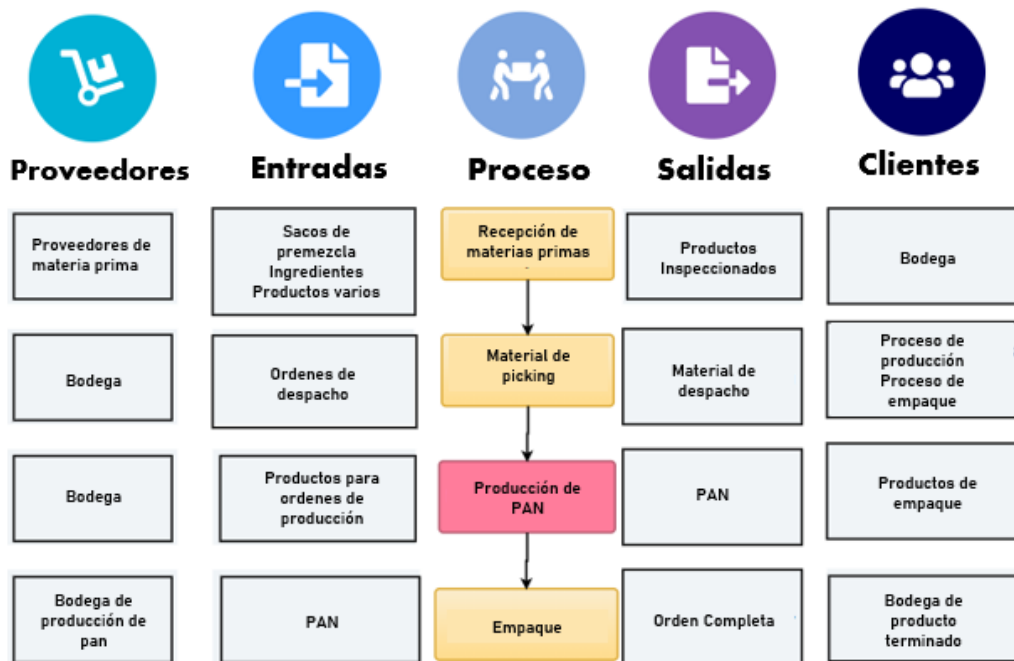


Figura. 1.2 SIPOC
[Fuente: Elaboración propia]

1.8 Objetivo SMART

El objetivo inteligente es aquel que considera el valor promedio y el mejor valor que la empresa ha reflejado con respecto a las ventas perdidas. Se determinó que una mejora del 50% sería la adecuada, siendo este el punto neutro, por lo tanto, el objetivo Smart se definió como en la tabla 1.2, se detallan todas las perspectivas a considerar las unidades de objetivo y el beneficio que se obtendría a partir de cada uno.

Tabla 1.2 Determinación objetivo SMART

[Fuente: Elaboración propia]

Pésimo	Neutral	Optimista
$GAP = Benchmark - Promedio$ $GAP = 105 - 0$ $GAP = 105$ $O = Promedio - GAP * 25\%$ $O = 105 - 105 * 25\%$ $O = 79 unidades$	$GAP = Benchmark - Promedio$ $GAP = 105 - 0$ $GAP = 105$ $O = Promedio - GAP * 50\%$ $O = 105 - 105 * 50\%$ $O = 53 unidades$	$GAP = Benchmark - Promedio$ $GAP = 105 - 0$ $GAP = 105$ $O = Promedio - GAP * 75\%$ $O = 105 - 105 * 75\%$ $O = 26 unidades$
<p><u>BENEFICIOS</u></p> $= Unidades * 0,99$ $= 79 * \$ 0.99$ $= \$ 78.21$ $I = \$ 103.95 - \78.21 $I = \$ 25.74 por día$	<p><u>BENEFICIOS</u></p> $= Unidades * 0,99$ $= 53 * \$ 0.99$ $= \$ 52.47$ $I = \$103.95 - \52.47 $I = \$ 51.48 por día$	<p><u>BENEFICIOS</u></p> $= Unidades * 0,99$ $= 26 * \$ 0.99$ $= \$25.74$ $I = \$103.95 - \25.74 $I = \$ 78.21 por día$

1.9 Triple línea base

Todos los objetivos tienen un impacto en 3 pilares principales que son definidos por el Triple bottom line que muestra la eficiencia que nuestro proyecto alcanza. Primero en el pilar ambiental nuestro kpi será el tiempo extra por día con el enfoque de "Aumentar la producción en horas regulares reducirá el uso de servicios básicos. Luego en el pilar social nuestro indicador será el número de empleos creados, esto afecta a la reducción de la fatiga de los trabajadores que tiene la compañía. Finalmente, en el pilar económico se evalúa el ingreso promedio por día (\$), este kpi está relacionado con aumentar el número de bolsas utilizadas por día aumentará el beneficio económico y teniendo en cuenta que cada pan tiene un precio de 99 centavos.

1.10 Marco teórico

A lo largo del proyecto se mencionan diversos conceptos que se manejaron para explicar ya sea el comportamiento de la metodología a utilizar cómo las herramientas que facilitarían la identificación de elementos diversos de análisis.

Inicialmente, se determinó con la definición de la metodología principal a utilizar en el proceso la misma que es conocida por sus siglas en inglés como DMAIC, la cual principalmente está compuesta por cinco partes elementales, dichas fases son Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar, esta metodología se enfoca en la mejora continua ya sea de procesos, productos, o elementos a considerar dentro de diversos tipos de procesos.

Definir

Dentro de la primera parte del proceso se tuvo la parte de definir la cual se basa principalmente en la identificación de posibles variables que serán relacionadas con el proceso considerado.

VOC

Esta herramienta es utilizada principalmente para establecer e identificar todas las necesidades que el cliente expresa durante la fase de entrevistas, muchas de estas perspectivas pueden ser obtenidas por distintos actores del proceso, pueden hacerse mediante lluvias de ideas, debido a ser considerado como un paso inicial de determinación de situaciones actuales (Griffin, 1991).

CTQ

Mediante esta herramienta se podrán identificar las posibles variables que determinarán la situación a resolverse a lo largo del proyecto, esta se desarrolla a partir de las necesidades del cliente identificadas con anterioridad, finalmente en esta se decide cuál será la variable para considerar por lo general este requerimiento se lo realiza con el cliente (wrote, 2020).

3w+2H

Es una herramienta que a partir de preguntas facilita la determinación de un problema. Las principales preguntas que se consideraron fueron “¿Qué?” hacía referencia a la variable principal, ¿Dónde? En el lugar que se encuentra el problema, ¿Cuándo?, “¿Cuánto?” esta pregunta determino en qué momento se evidenciaron los datos obtenidos., en base a los datos se obtienen “¿Cómo lo sé?” En base al mejor dato que

se obtuvo históricamente. Mediante la unión de estas respuestas se estableció el problema principal que será la guía durante todo el proyecto (Serrano, 2018).

Restricciones

Las restricciones dentro del proyecto son todas las variables que se encargan de determinar consideraciones adicionales que se tomarán en cuenta durante el desarrollo del proyecto. Estas restricciones permiten limitar las direcciones que los proyectos seguirán. Dentro del proceso principalmente se encuentran fabricas ocultas y cuellos de botellas que mediante diversos análisis contribuye al ritmo a seguir (Arosemena, 2020).

Triple bottom line

Conocida como triple línea base, esta consideración permite desarrollar soluciones sustentables, 3 pilares principales, los cuales se dividen en sociales, ambientales y económicos, debido a que estos factores se desarrolló la sostenibilidad y viabilidad del proyecto. A partir de la sustentabilidad y variables indirectas afectadas contribuirán a justificar la validez del proyecto a desarrollar (Slaper & Hall, 2011).

SIPOC

La herramienta conocida como SIPOC, facilita identificación del alcance que el problema a resolver tendrá, esto lo hace mediante la consideración de elementos como proveedores, entradas, el proceso productivo como tal, las salidas que se obtienen de cada subproceso y finalmente con diversas consideraciones se elige cuál será el proceso de enfoque principal del proyecto (Cañedo, Curbelo, Nuñez, & Zamora).

Medición

En esta parte se enfoca principalmente en la recolección de información relacionada a las variables principales, y variables adicionales que se encuentran relacionadas. Mediante esta fase de la metodología se determina la situación actual en la que se encuentra la compañía y poder considerar las posibles oportunidades de mejora. A través de esta fase se tienen la validación de datos y determinación de fiabilidad de estos. La estadística es una herramienta considerada fundamental al momento de análisis que permite avanzar a lo largo del proyecto (García & Lambert, 2013).

Matriz de priorización

Esta herramienta te permite tener una segmentación de las opciones presentadas, esto es aplicable a partir de una evaluación conjunta entre los clientes del proyecto, esta matriz a partir de los valores más altos determinará el enfoque principal que se tomará en el momento del análisis (QAEC, 2018).

Gráfico de Pareto

Este gráfico contribuye a evaluar las variables de análisis, por lo general en la metodología DMAIC las causas son evaluadas a partir de este diagrama, permitiendo decidir el enfoque principal que se le quiere brindar al proyecto. Este gráfico se basa principalmente en el principio de Pareto que menciona que el 20% soluciones contribuyen a solucionar el 80% del problema generado (Gándara, 2014).

Gráficos de control

Esta herramienta contribuye a determinar a partir de los datos la situación del proceso a evaluar, debido a que este se evaluarán causas comunes de problemas y causas especiales cada una de estas se las manejará de manera distinta, que contribuirán a realmente ver mejoras a lo largo del proyecto (Pierdant & Rodríguez, 2009).

Análisis de capacidad

Esta herramienta le permite determinar si el proceso se encuentra estable dentro de las especificaciones del cliente, lo más importante dentro de este gráfico es tener clara la situación inicial, que posteriormente contribuirá a los indicadores de Cp y Cpk que determinan estabilidad y capacidad del proceso. La situación actual y la mejora se verán comparadas a partir de este diagrama y sus valores obtenidos (Silva, 2016).

Análisis

Dentro de esta fase se utilizaron los valores obtenidos en la fase anterior, principalmente se verifican las causas principales que ayudarán a puntos de mejoras dentro del proceso, las herramientas estadísticas son principales dentro de esta fase para determinar la correlación de las causas y su influencia con la variable de respuesta. Dentro de esta

fase la matriz de priorización permite elegir las causas (Garza, González, Rodríguez, & Hernández, 2016).

Diagrama de causa-efectos

Un diagrama de Ishikawa es un diagrama que muestra las causas de un evento y se utiliza a menudo en la fabricación y el desarrollo de productos para esbozar los diferentes pasos de un proceso, demostrar dónde pueden surgir problemas de control de calidad y determinar qué recursos son necesarios en momentos específicos (HAYES, 2020).

Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es un diagrama que representa un proceso, un sistema o un algoritmo informático. Se utilizan ampliamente en múltiples campos para documentar, estudiar, planificar, mejorar y comunicar procesos a menudo complejos en diagramas claros y fáciles de entender. Los diagramas de flujo, a veces deletreados como diagramas de flujo utilizan rectángulos, óvalos, rombos y potencialmente otras numerosas formas para definir el tipo de paso, junto con flechas de conexión para definir el flujo y la secuencia (Lucidchart, 2020).

Mejorar

La fase de mejora se centra en el desarrollo de ideas sobre cómo eliminar las fuentes de variación en el proceso. Esta fase se ocupa de probar y normalizar las posibles soluciones. La idea en este punto es comprender lo que realmente ocurre en el proceso y no lo que se percibe como la causa o causas de la variación. Una vez identificadas las entradas específicas que afectan a las salidas, se puede empezar a desarrollar una estrategia sobre cómo controlar el proceso (Crutchfield, 2008).

Lluvia de ideas

La lluvia de ideas combina un enfoque relajado e informal de la resolución de problemas con el pensamiento lateral. Anima a la gente a pensar y a tener ideas que, al principio, pueden parecer un poco locas. Algunas de estas ideas pueden convertirse en soluciones originales y creativas a un problema, mientras que otras pueden dar lugar a más ideas. Esto ayuda a que la gente se desbloquee al "sacudirles" fuera de su forma normal de pensar (MindTools, 2018).

Plan de implementación

Los planes de implementación suelen hacerse para apoyar el plan estratégico creado por una organización. Ahora bien, ¿qué es un plan estratégico? Pues bien, un plan estratégico es un documento que define la estrategia mediante la cual su equipo alcanzará determinados objetivos o tomará decisiones. Los planes estratégicos se elaboran para orientar una decisión empresarial, una nueva empresa o un próximo proyecto o iniciativa (BIT.AI Blog, 2020).

Controlar

La fase de control implica: aplicar los cambios reales, ya sean físicos, de comportamiento o de ambos tipos; reescribir los procedimientos y las instrucciones de trabajo; volver a formar al personal en los nuevos procedimientos; poner en marcha sistemas para medir y supervisar el nuevo proceso, cómo los gráficos de control, y redactar un plan de acción (SAGE Automation, 2018).

Plan de control

El Plan de Control es un documento que describe las acciones (mediciones, inspecciones, comprobaciones de calidad o seguimiento de los parámetros del proceso) necesarias en cada fase de un proceso para garantizar que los resultados de este se ajusten a unos requisitos predeterminados. En términos más sencillos, el plan de control proporciona al operario o al inspector la información necesaria para controlar adecuadamente el proceso y producir piezas o conjuntos de calidad (Quality- One, 2018).

Plan de reacción

Un plan de reacción es la serie de pasos que se darían en respuesta a una condición anormal específica. Un plan de reacción ayuda a minimizar los daños. Reduce el tiempo que transcurre entre la aparición de un problema y un parche. Aunque un plan de reacción es importante, tiene un gran defecto. El problema de un plan de reacción es que es una solución. La implicación es que se ha identificado un riesgo, pero no se ha hecho

lo suficiente para prevenirlo. Es mucho mejor contar con un poka yoke que confiar en un plan de reacción (Velaction, s.f.).

Control visual

Los controles visuales son una parte importante de la gestión en todos los lugares de trabajo de fabricación y de oficina que permiten un rápido reconocimiento de la información que se comunica, con el fin de aumentar la eficiencia y la claridad. Cuando las personas se reúnen para llevar a cabo tareas y añadir valor a sus productos o servicios, se necesita encontrar formas claras y eficaces de comunicación. Aquí se apreciará el por qué se necesitan controles visuales como parte de la estrategia de gestión, se identificó los tipos básicos de controles visuales y cómo poner en práctica esta herramienta (TXM Lean Solutions , s.f).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó la metodología DMAIC, la misma que se encuentra dividida en cinco etapas o fases que son Definición, Medición, Análisis, Mejora y Control. La identificación y definición del problema se detalla en el capítulo anterior, por lo cual, este capítulo cubre las actividades realizadas y herramientas utilizadas durante las fases restantes de la metodología.

2.1 Medición

En esta etapa se buscó conocer el comportamiento de las variables que se utilizaron y cómo estas afectaban al problema. Como primer paso fue necesario definir donde se enfocaron los esfuerzos para obtener los mejores resultados, para lo cual se procedió a realizar una estratificación del problema usando un diagrama de Pareto ponderado, el cual se muestra en la figura 2.1, bajo el criterio del tipo de turno y teniendo en cuenta la cantidad de ventas perdidas por turno.

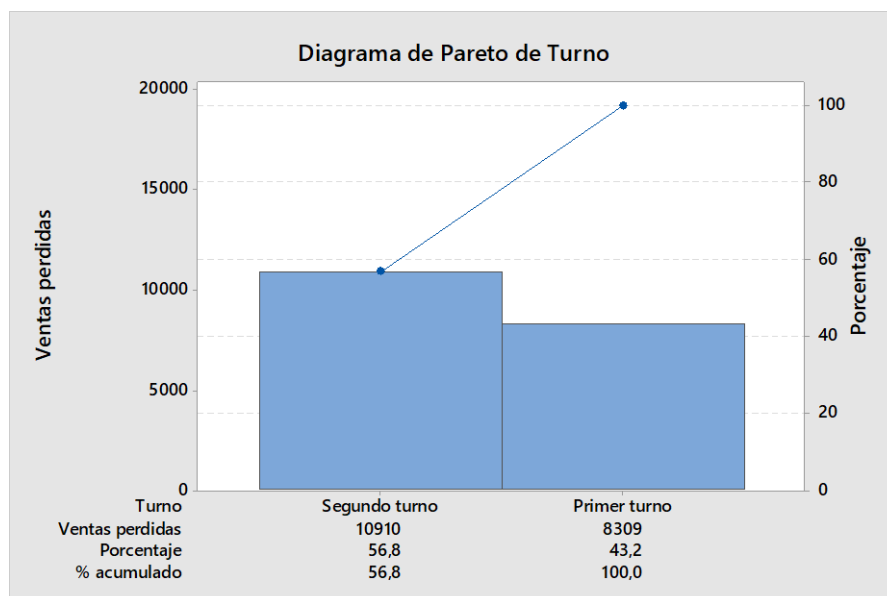


Figura. 2.1 Diagrama de Pareto ponderado con el porcentaje de las ventas perdidas por turno

[Fuente: Elaboración propia]

Con la información del diagrama de Pareto ponderado se decidió enfocar los esfuerzos en el segundo turno debido a que en este se acumula un 56,8% del porcentaje de las ventas perdidas. Los resultados permitieron definir el problema enfocado cómo:

“Reducir el número de ventas perdidas del segundo turno de una fábrica de producción de pan localizada en el centro de Guayaquil, el cual refleja un valor promedio de 60 unidades por día de mayo a octubre del 2020. Considerando qué la compañía se permite un máximo 10 unidades por día”.

2.1.1 Plan de recolección de datos

Para lograr levantar información de las variables qué tenían influencia en el problema, se estableció un plan de recolección de datos detallado para cada variable, con el fin de obtener la información necesaria para determinar el estado actual del proceso de elaboración de pan y luego proceder a la correcta toma de decisiones en las siguientes etapas. El plan se detalla a continuación en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Plan de recolección de datos

[Fuente: Elaboración propia]

VARIABLE	QUÉ		DÓNDE	CUÁNDO	MÉTODO DE RECOLECCIÓN	POR QUÉ	QUIÉN
	UNIDAD DE MEDIDA	TIPO DE DATO	¿ DÓNDE SE RECOLECTA RÁ?	¿CUÁNDO SE RECOLECTA RÁ?		¿POR QUÉ SE RECOLECTA RÁN LOS DATOS?	PERSONA A CARGO
Tiempo de procesamiento por estación	Minutos por pan	Cuantitativo	Area de producción de pan	27/10/2020 - 20/11/2020	Estudio cronométrico de tiempos	Permitirá conocer si se cumplen los tiempos establecidos por operación para cumplir con la producción	Líderes de proyecto
Throughput por día	Panes por día	Cuantitativo	Area de producción de pan	10/11/2020 - 25/11/2020	Base de datos proporcionada por departamento de producción	Permitirá conocer la variabilidad del proceso de producción de pan	Supervisora de producción y calidad
Utilización por estación	Porcentaje	Cuantitativo	Area de producción de pan	27/10/2020 - 15/12/2020	Muestreo de trabajo	Permitirá diagnosticar las estaciones que se encuentren subutilizadas y posibles cuellos de botella	Líderes de proyecto
Ingresos por día	Dólares por día	Cuantitativo	Departamento de ventas	01/12/2020 - 05/01/2021	Base de datos proporcionada por departamento de ventas	Permitirá comparar los ingresos por día antes y después de implementar las mejoras	Gerente de la cadena de suministro

2.1.2 Verificación de datos

Con la información del plan de recolección de datos ya levantada, y debido a que los datos de Throughput por día e Ingresos por día no poseían soporte estadístico, fue necesario verificar si dichos datos se podían considerar confiables. Para lo cual se usaron métodos adecuados dependiendo del tipo de dato al que se le quería realizar el análisis.

Throughput por día

Para verificar la variable se utilizó una prueba t de dos muestras la cual permite usar $n \leq 30$. Se recolectaron 10 datos históricos y 10 observaciones usando el formato mostrado en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Formato para registro del Throughput
[Fuente: Elaboración propia]

Throughput (Panes por día)			
Proceso	Producción de pan		
Día	Histórico	Día	Observaciones
29/9/2020	8222	10/11/2020	12256
30/9/2020	8293	11/11/2020	9741
1/10/2020	10638	12/11/2020	7345
2/10/2020	10514	13/11/2020	11818
6/10/2020	8278	17/11/2020	12886
7/10/2020	9129	18/11/2020	6889
8/10/2020	9811	19/11/2020	10999
9/10/2020	8855	20/11/2020	6490
13/10/2020	6660	24/11/2020	9589
14/10/2020	5903	25/11/2020	8701

Una vez recolectada la información se desarrolló una prueba de normalidad a los datos, cómo se muestra a continuación en las figuras 2.2 y 2.3:

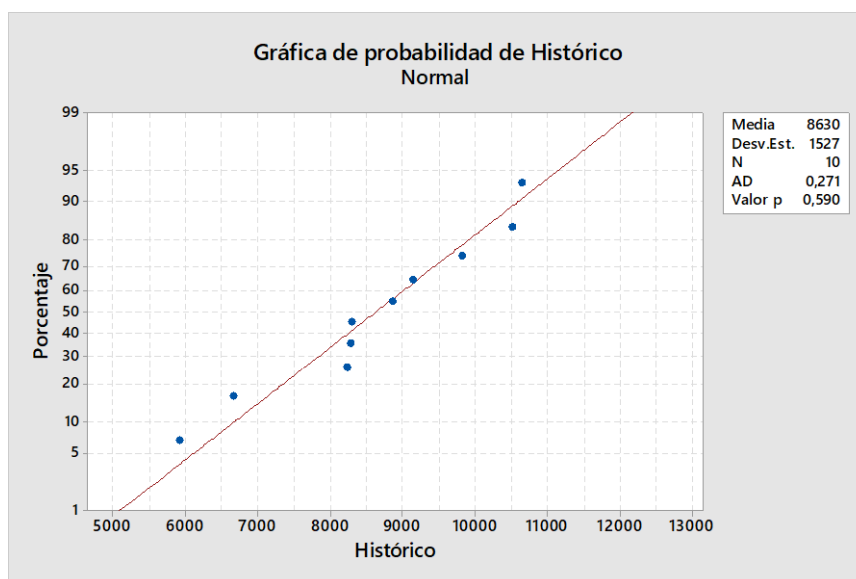


Figura. 2.2 Gráfica de probabilidad del histórico
[Fuente: Elaboración propia]

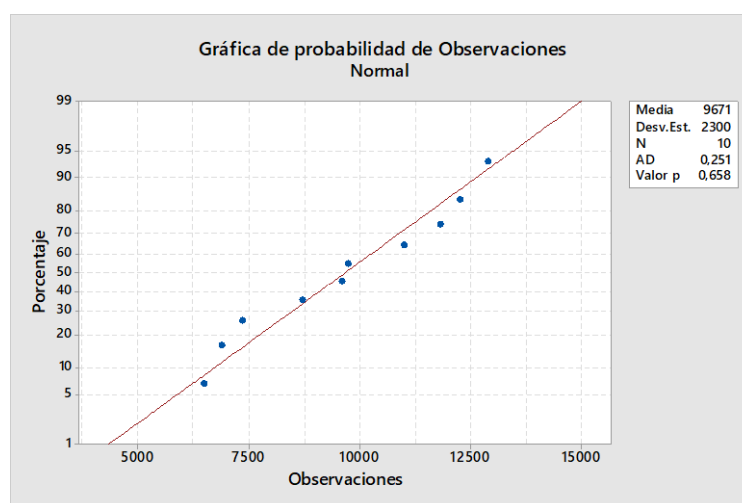


Figura. 2.3 Gráfica de probabilidad de las observaciones
[Fuente: Elaboración propia]

Una vez comprobado este supuesto se desarrolló una prueba t de dos muestras, cómo se muestra en la figura 2.4, para conocer si se podía concluir que los datos tenían la misma media y poder concluir que los datos proporcionados por el departamento de producción eran confiables.

Prueba T e IC de dos muestras: Histórico; Observaciones

Método

μ_1 : media de Histórico
 μ_2 : media de Observaciones
 Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Histórico	10	8630	1527	483
Observaciones	10	9671	2300	727

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
-1041	(-2902; 820)

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
-1,19	15	0,252

Figura. 2.4 Prueba t de dos muestras histórico y observaciones

[Fuente: Elaboración propia]

La prueba demostró, a través del estadístico p mayor al valor de significancia de 0,05, que los datos si poseían igual media por lo que si se los consideró confiables.

Ingresos por día

Para los datos de los Ingresos por día también se elaboró un formato, el cual se muestra en la tabla 2.3, para recolectar la información y corroborar mediante una prueba t de dos muestras si los datos proporcionados por el departamento de producción eran confiables.

Tabla 2.3 Formato para registro de ingresos por día

[Fuente: Elaboración propia]

Ingresos por día				
Observado por				
Proceso	Producción de pan			
Día	Orden	Demanda	Ventas	Ingreso
8/12/2020				
9/12/2020				
10/12/2020				
11/12/2020				

2.1.3 Mapeo del proceso

Durante la etapa de medición fue necesario elaborar un diagrama de flujo del proceso, tal cómo se muestra en la figura 2.5, para definir aquellas actividades que agregan valor cómo cortar las masas y freírla, las que no agregan valor cómo verificar si las masas alcanzaron el espesor correcto, y aquellas que no agregan valor, pero son necesarias cómo ubicar las bandejas en el carrito.

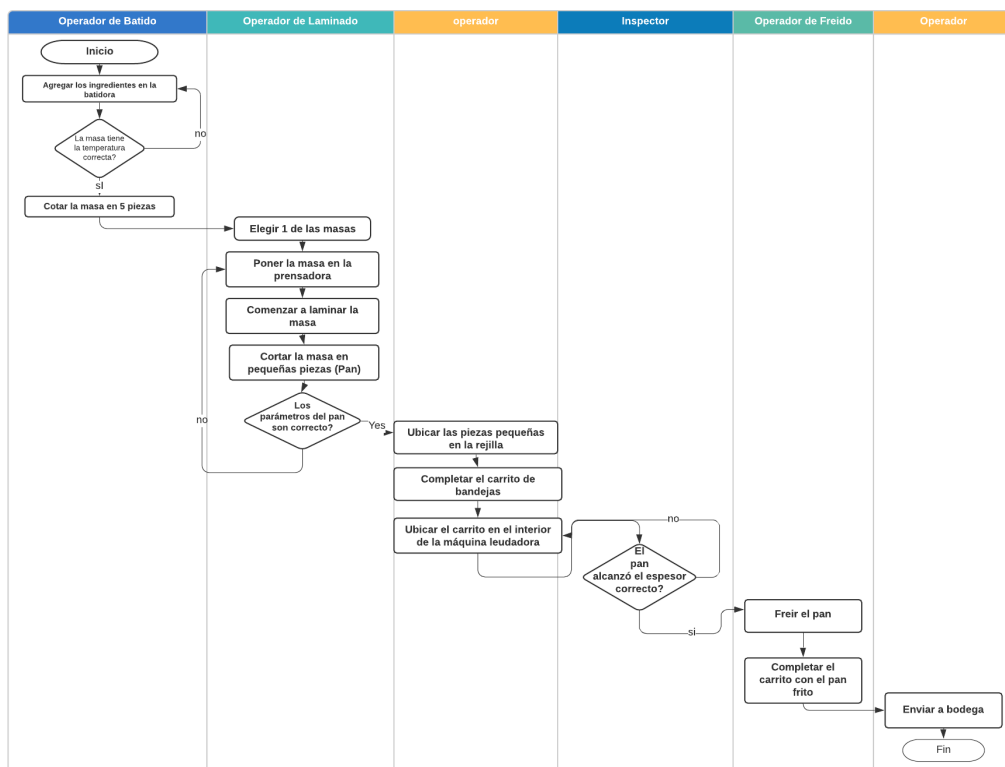


Figura. 2.5 Proceso de elaboración del pan

[Fuente: Elaboración propia]

2.1.4 Cartas de control

Se elaboraron cartas de control con el fin de conocer si el proceso se encontraba bajo control estadístico, es decir conocer si el proceso se encontraba centrado con respecto a la media y no sometido a una alta variabilidad. Se comenzó la elaboración de las cartas de control para datos individuales verificando si el supuesto de normalidad de los datos se cumplía, para lo cual se realizó una prueba de normalidad cómo se muestra en la figura 2.6:

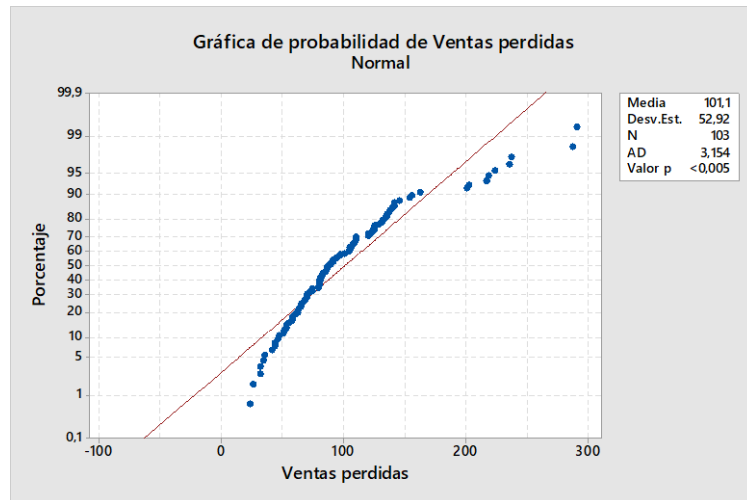


Figura. 2.6 Prueba de normalidad para las ventas perdidas.

[Fuente: Elaboración propia]

Los resultados mostraron que los datos no siguen una distribución normal, por lo cual fue necesario realizar una prueba de bondad de ajuste para identificar la distribución que siguen los datos, los resultados se muestran a continuación en la figura 2.7:

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P	LRT P
Normal	3,154	<0,005	
Transformación Box-Cox	0,353	0,460	
Lognormal	0,353	0,460	
Lognormal de 3 parámetros	0,322	*	0,609
Exponencial	13,474	<0,003	
Exponencial de 2 parámetros	6,582	<0,010	0,000
Weibull	1,683	<0,010	
Weibull de 3 parámetros	0,836	0,034	0,001
Valor extremo más pequeño	8,214	<0,010	
Valor extremo por máximos	0,419	>0,250	
Gamma	0,617	0,118	
Gamma de 3 parámetros	0,567	*	0,398
Logística	1,621	<0,005	
Loglogística	0,203	>0,250	
Loglogística de 3 parámetros	0,203	*	0,993
Transformación de Johnson	0,217	0,839	

Figura. 2.7 Prueba de bondad de ajuste

[Fuente: Elaboración propia]

La prueba de bondad de ajuste demostró que los datos se distribuyen según una distribución Lognormal, pero debido a que los datos no siguen una distribución normal fue necesario utilizar la transformación de Box-Cox, como se muestra en la figura 2.8, para luego elaborar las cartas de control con los datos transformados.

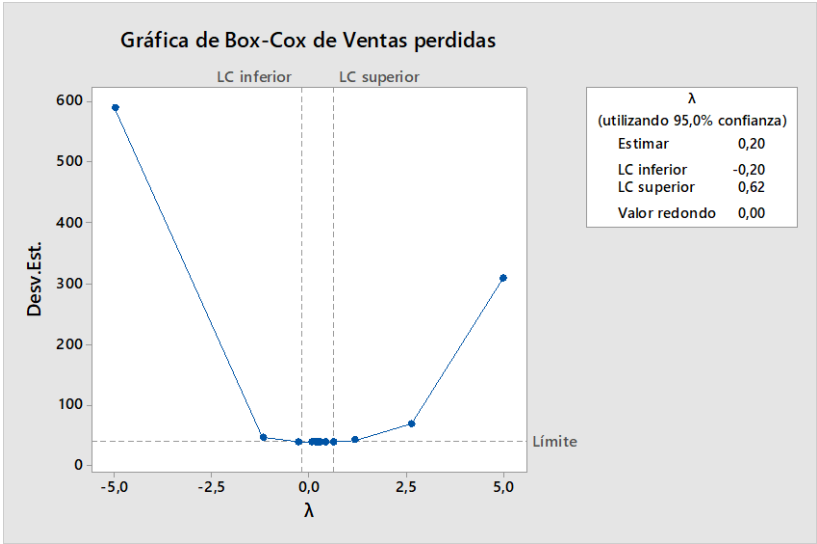


Figura. 2.8 Transformación de Box-Cox para los datos de ventas perdidas

[Fuente: Elaboración propia]

En la figura 2.9 se muestra las cartas de control la cual tiene puntos por fuera de los límites de especificación lo que evidencia que el proceso no estaba bajo control estadístico y se necesitaba tomar acciones urgentes.

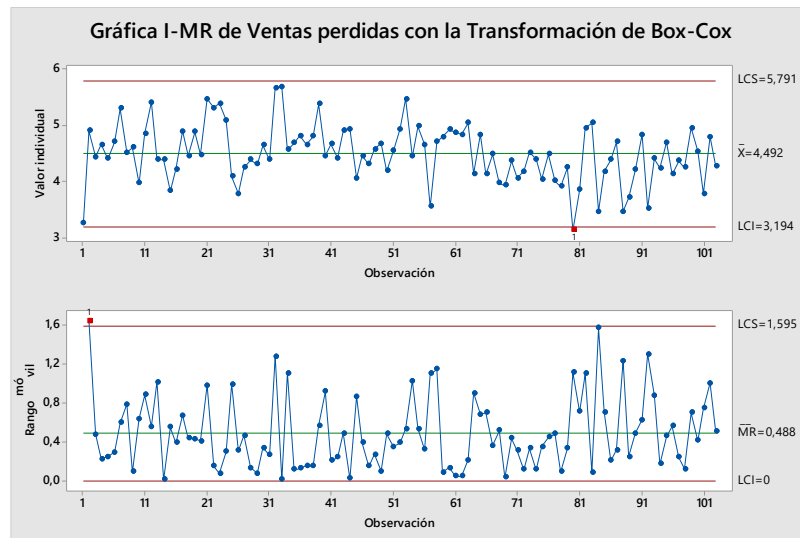


Figura. 2.9 Grafica de control para datos individuales - Ventas perdidas [Fuente: Elaboración propia]

2.1.5 Análisis de capacidad

Para el desarrollo del análisis de capacidad se podían utilizar los datos de la transformación de Box-Cox o los datos que siguen la distribución Lognormal. Se utilizaron los datos de la transformación ya que con estos se obtuvo el indicador de capacidad potencial a corto plazo, tal como se muestra en la figura 2.10.

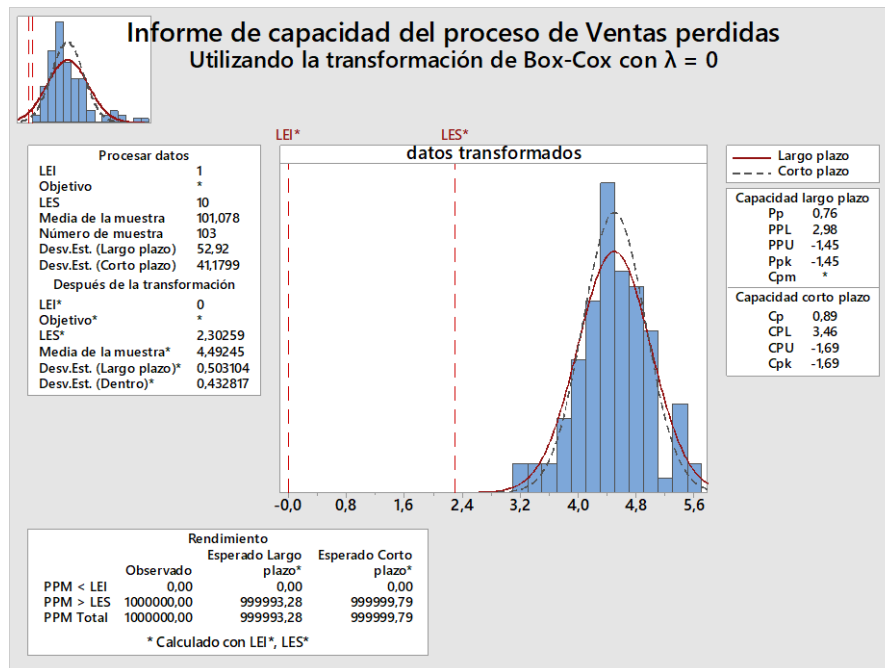


Figura. 2.10 Análisis de capacidad [Fuente: Elaboración propia]

Los resultados obtenidos muestran que el proceso de elaboración de pan no es capaz de cumplir las especificaciones ya que se obtuvo un Cp inferior a 1. Con esto se ratificó que el proceso no está centrado con respecto a su media y que se requiere tomar acciones inmediatas.

2.2 Análisis

Luego de conocer la situación actual del proceso y cómo este afecta a la variable respuesta, el siguiente paso es realizar un análisis de las causas para identificar todas las posibles causas que influyen en la cantidad de ventas perdidas, clasificarlas por el impacto y el tipo de control, y conociendo aquellas más relevantes, determinar las causas raíz usando la herramienta de los 5 por qué.

2.2.1 Lluvia de ideas de posibles causas

Cómo primer paso el equipo de trabajo se reunió para realizar una lluvia de ideas que permitió generar la mayor cantidad de causas que ocasionaban el elevado número de ventas perdidas. La lluvia de ideas se muestra en la figura 2.11:

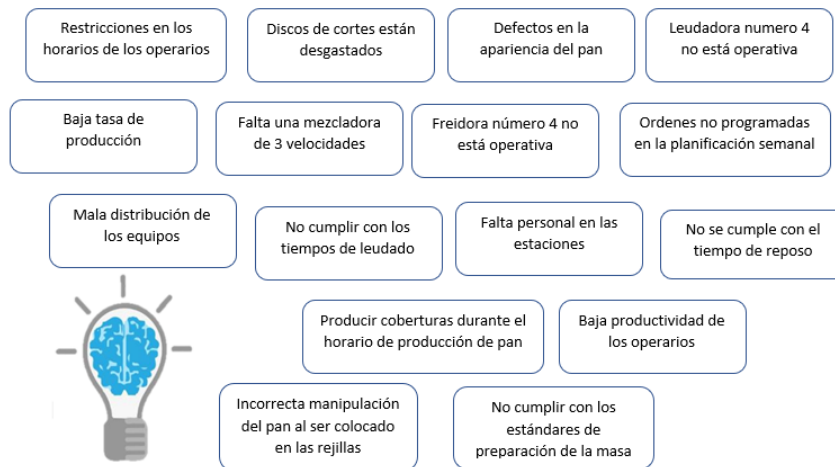


Figura. 2.11 Lluvia de ideas para el análisis de causas de las ventas perdidas
[Fuente: Elaboración propia]

2.2.2 Diagrama de Ishikawa

Las ideas obtenidas se las clasificó y a partir de esto se elaboró un diagrama de Ishikawa tal cómo se muestra en la figura 2.12:

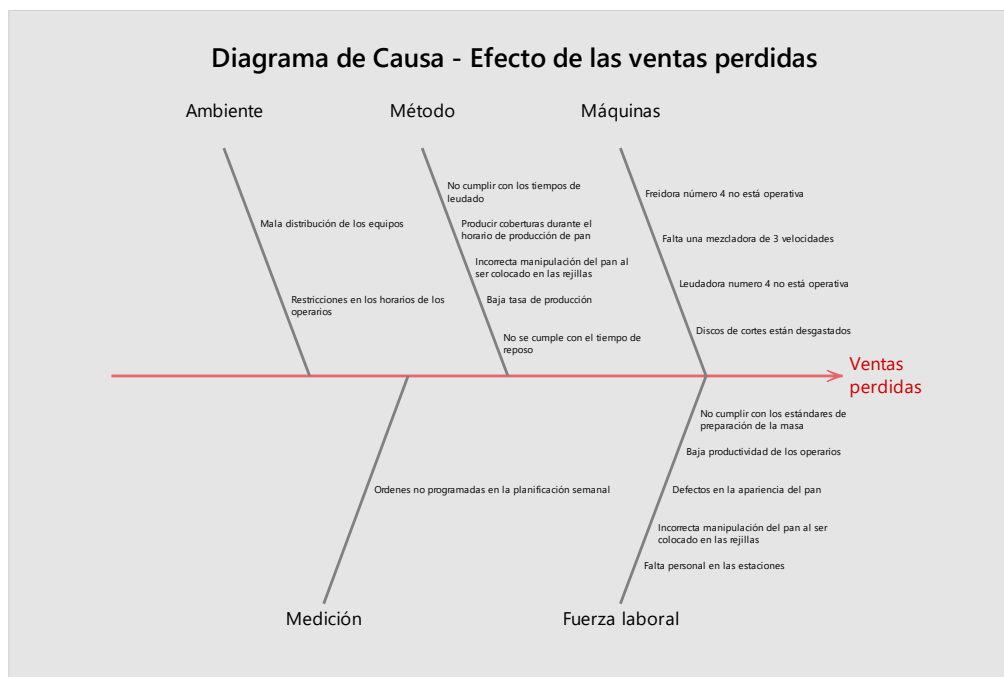


Figura. 2.12 Diagrama de Causa - Efecto de las ventas perdidas [Fuente: Elaboración propia]

Para conocer las causas que tenían un mayor impacto en la variable respuesta, se ponderó cada una de las causas usando la calificación mostrada en la tabla 2.4:

Tabla 2.4 Niveles de relación para calificación de impacto de causas

[Fuente: Elaboración propia]

Niveles de relación	
No existe alguna relación	0
Existe una relación baja	1
Existe una relación moderada	3
Existe una relación fuerte	9

Luego se tabularon los datos y el resultado para cada causa se obtuvo a partir de la moda de las calificaciones dadas por el equipo de trabajo. Tal cómo se muestra en la tabla 2.5:

Tabla 2.5 Ponderación de causas

[Fuente: Elaboración propia]

Causas	Y: Ventas perdidas en el segundo turno
No se cumple con el tiempo de reposo	10
Baja tasa de producción	90
Falta personal en las estaciones	90
Incorrecta manipulación del pan al ser colocado en las rejillas	10
Órdenes no programadas en la planificación semanal	90
Producir coberturas durante el horario de producción de pan	90
Defectos en la apariencia del pan	10
No cumplir con los estándares de preparación de la masa	30
No cumplir con los tiempos de leudado	30
Mala distribución de los equipos	30
Freidora número 4 no está operativa	90
Falta una mezcladora de 3 velocidades	90
Baja productividad de los operarios	30
Restricciones en los horarios de los operarios	30
Discos de cortes están desgastados	10
Freidora número 4 no está operativa	90

2.2.3 Diagrama de Pareto

Estos resultados se utilizaron para elaborar un análisis de Pareto, cómo se muestra en la figura 2.13. Este análisis permitió seleccionar aquellas causas que tenían el mayor impacto en la cantidad de ventas perdidas y que debían ser verificadas.

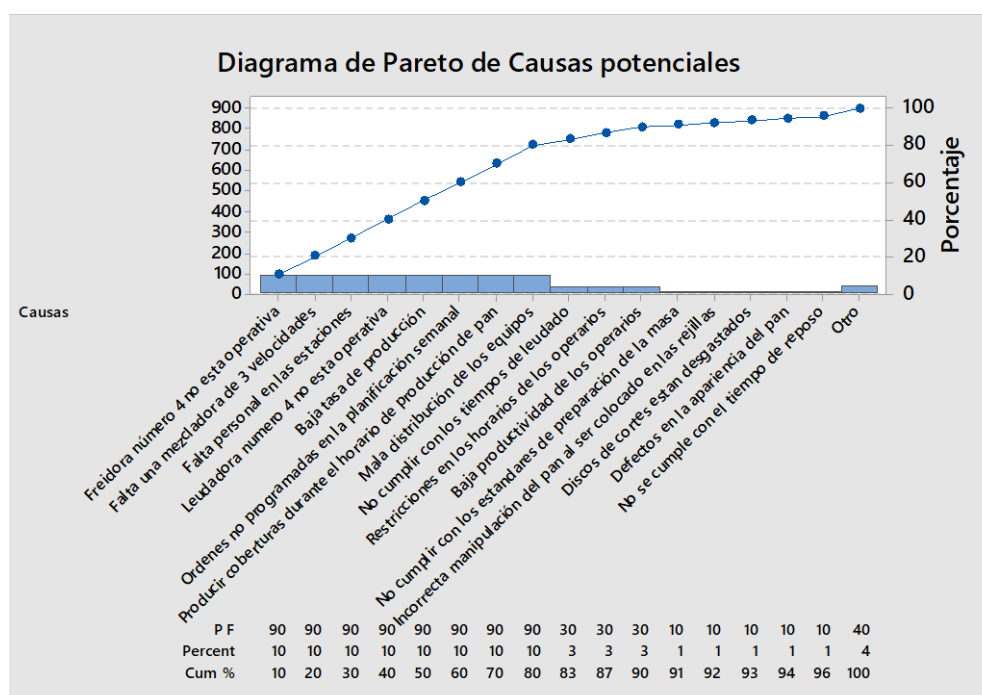


Figura. 2.13 Diagrama de Pareto causas potenciales - ventas perdidas [Fuente: Elaboración propia]

2.2.4 Matriz impacto - control

Antes de verificar cada una de las causas, se las calificó usando valores del 1 al 20 según su facilidad para ser controladas, cómo se muestra en la tabla 2.6. A partir de estos resultados se identificó, usando una matriz impacto – control, las causas que deben ser verificadas tal como se muestra en la figura 2.14.

Tabla 2.6 Ponderación para Matriz impacto – control [Fuente: Elaboración propia]

	X: Control	Y: Impacto
Falta personal en las estaciones	20	90
Órdenes no programadas en la planificación semanal	6	90
Producir coberturas durante el horario de producción de pan	8	90
Mala distribución de los equipos	6	30
Leudadora número 4 no está operativa	17	90
Falta una mezcladora de 3 velocidades	19	90
Baja tasa de producción	5	90
Freidora número 4 no está operativa	18	90

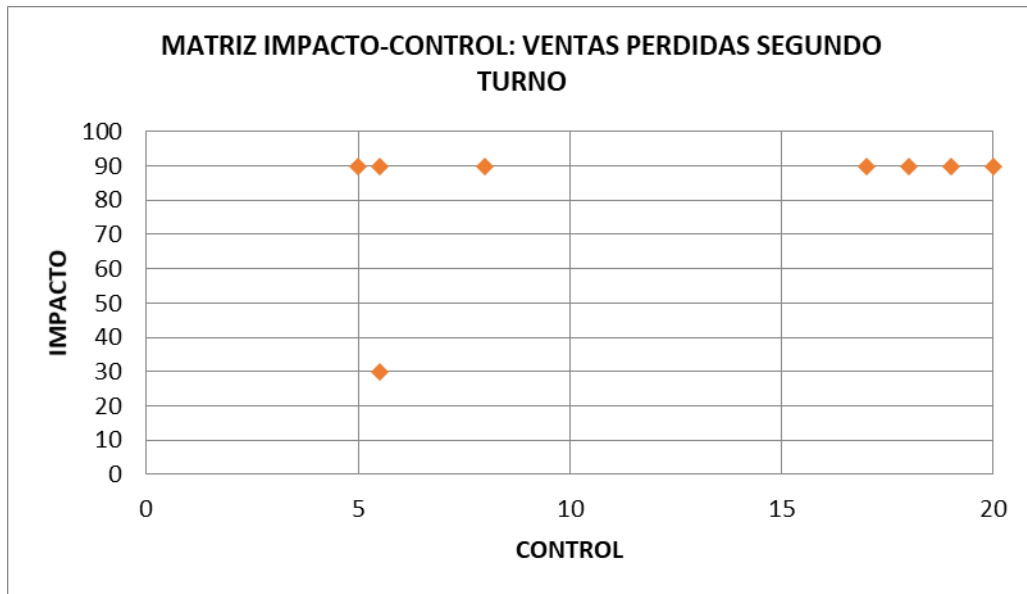


Figura. 2.14 Matriz impacto - control: Ventas perdidas segundo turno [Fuente: Elaboración propia]

Las causas para verificar por su alto impacto y facilidad de control fueron:

- La baja tasa de producción
- Las órdenes no programadas en la planificación semanal
- Producir coberturas durante el horario de producción de pan

2.2.5 Plan de verificación de causas

Se elaboró un plan de verificación de causas cómo se muestra en la tabla 2.7:

Tabla 2.7. Plan de verificación de causas

[Fuente: Elaboración propia]

Causa	Teoría acerca del impacto	Tipo de dato	Método de análisis	Estado
X3: Baja tasa de producción	La disminución de la tasa de producción afecta es inversamente proporcional al número de ventas perdidas.	Cuantitativa – Continua	Diagrama de dispersión, Coeficiente de correlación	COMPLETADO
X6: Órdenes no programadas en la planificación semanal	Satisfacer las órdenes no programadas en la planificación semanal incrementa el número de ventas perdidas.	Cualitativa – Binaria	Prueba T de dos muestras	COMPLETADO
X7: Producir coberturas durante el horario de producción de pan	Producir coberturas durante el horario de producción del pan incrementa el número de ventas perdidas.	Cualitativa – Binaria	Prueba Mann-Whitney	COMPLETADO

Para la causa potencial de la “Baja tasa de producción” se elaboró un diagrama de dispersión y se obtuvo el coeficiente de correlación. En la etapa de medición se verificó qué los datos proporcionados por el departamento de producción eran confiables, por lo que se puede usar esta información para proceder con los análisis. Los resultados de estos análisis se muestran en las figuras 2.15 y 2.16.

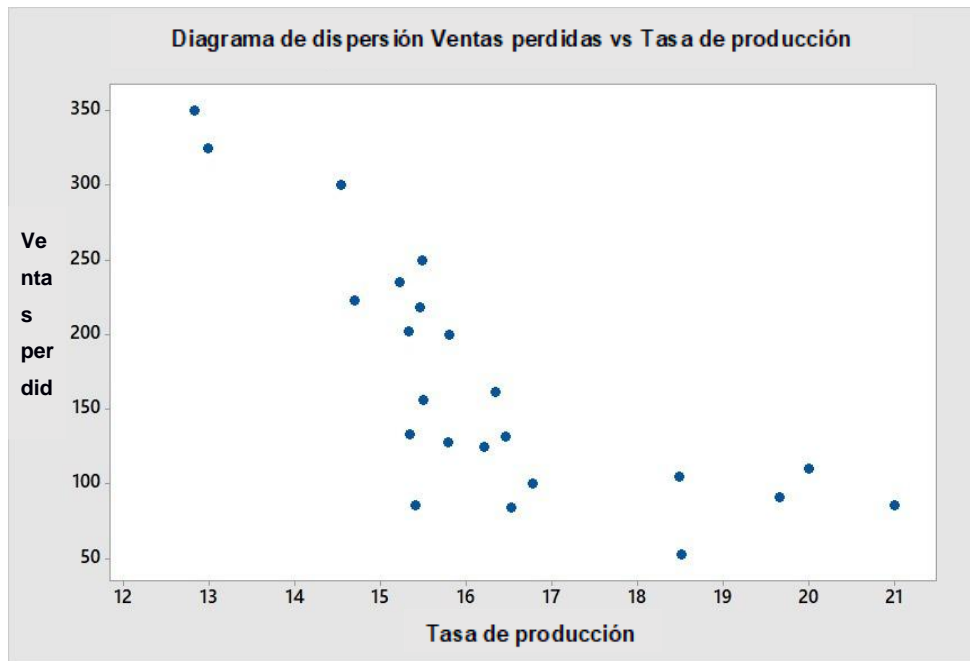


Figura. 2.15 Diagrama de dispersión Ventas perdidas vs Tasa de producción
 [Fuente: Elaboración propia]

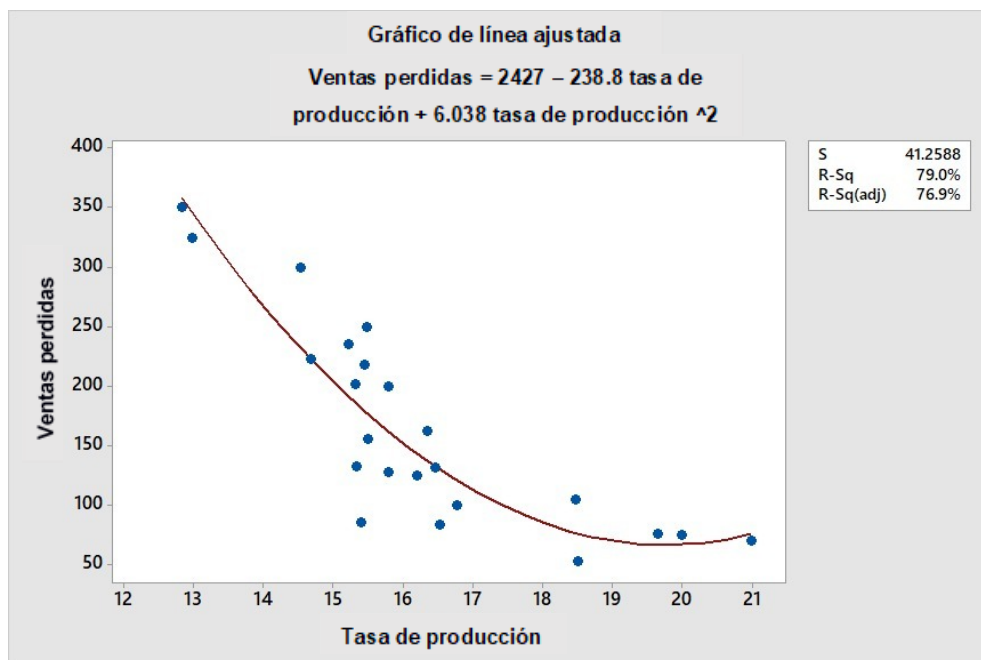


Figura. 2.16 Gráfica de línea ajusta - coeficiente de correlación
 [Fuente: Elaboración propia]

El diagrama de dispersión permitió intuir qué la cantidad de ventas perdidas y la tasa de producción tienen una relación inversamente proporcional. Pero con ayuda del

coeficiente de correlación de Spearman se confirmó que, si la tasa de producción disminuye, el número de ventas perdidas aumenta.

Para verificar si las órdenes no programadas en la planificación semanal tenían un alto impacto en el número de ventas perdidas se realizó una prueba T de 2 muestras obteniendo los resultados mostrados en las figuras 2.17 y 2.18:

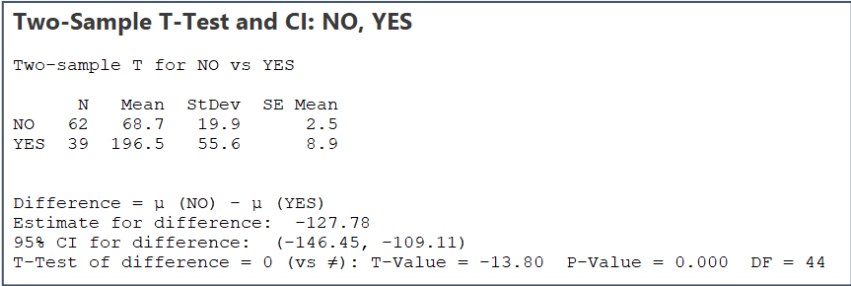


Figura. 2.17 Prueba T de dos muestras - Órdenes no programadas

[Fuente: Elaboración propia]

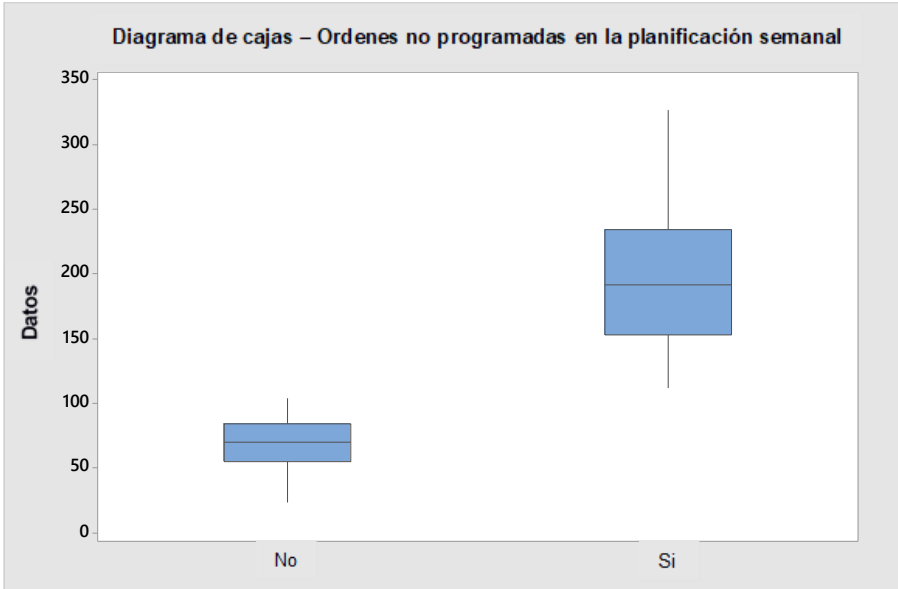


Figura. 2.18 Diagrama de cajas -Órdenes no programadas en planificación semanal

[Fuente: Elaboración propia]

La hipótesis nula que se planteó para esta prueba fue que las órdenes no planificadas tenían influencia en la cantidad de ventas perdidas. Con un valor p menor al nivel de

significancia de 0,05 se concluyó que esta causa tenía influencia sobre la variable respuesta por lo que se debía buscar la causa raíz de esta.

Para nuestra última causa a ser verificada se realizó una prueba Mann-Whitney donde se obtuvo un valor p mayor al nivel de significancia, tal como se muestra en las figuras 2.19 y 2.20:

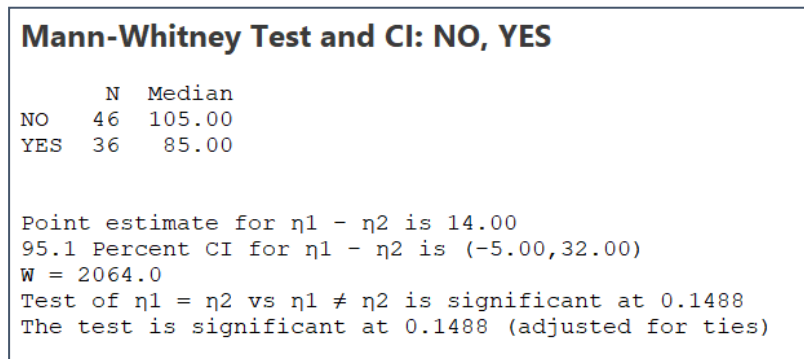


Figura. 2.19 Producir coberturas durante el horario de producción de pan

[Fuente: Elaboración propia]

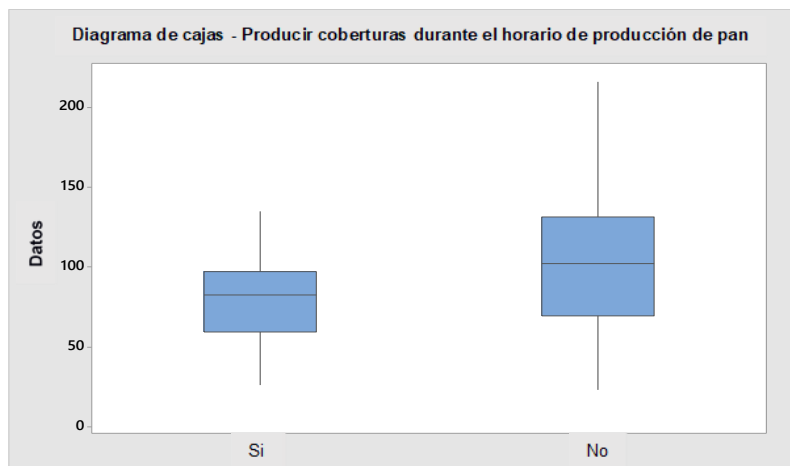


Figura. 2.20 Diagrama de cajas - Producir coberturas durante el horario de producción de pan

[Fuente: Elaboración propia]

Estos resultados permitieron rechazar la hipótesis nula, y al no contar con suficiente evidencia estadística para concluir que producir coberturas durante las horas de producción del pan no tiene influencia sobre la variable respuesta, esta causa no se la consideró incluir en la herramienta de los 5 por qué.

2.2.6 Análisis de causa raíz

Con las causas potenciales que tienen un gran impacto ya verificadas, se continuó con el proceso de análisis al utilizar la técnica de los 5 por qué. En la tabla 2.8 se muestra el análisis para la causa potencial “Existen órdenes no programadas en la planificación semanal”.

Tabla 2.8 Análisis de causa raíz - Órdenes no programadas en la planificación semanal

[Fuente: Elaboración propia]

Ronda 1	Hipótesis	Ronda 2	Hipótesis	Ronda 3	Hipótesis	Ronda 4	Hipótesis	Ronda 5	Hipótesis	Acción
¿Por qué hay órdenes no programadas en la planificación semanal?	SI	¿Por qué los puntos de venta hacen pedidos inesperados durante la semana?	SI	¿Por qué el pedido semanal no fue suficiente para la demanda de los puntos de venta?	SI	¿Por qué hay errores en la determinación del tamaño del pedido semanal?	SI	¿Por qué el gerente del punto de venta se basa en su experiencia para determinar el tamaño de los pedidos semanales?	SI	Procedimiento actualizado que ayude a pronosticar con precisión las órdenes semanales
Los puntos de venta establecen pedidos inesperados durante la semana		El pedido semanal no fue suficiente para la demanda de los puntos de venta.		Hay errores en la determinación del tamaño del pedido semanal		El gerente del punto de venta confía en su experiencia para determinar el tamaño del pedido semanal		Históricamente la empresa ha desarrollado su pronóstico de forma tradicional el cual no ha sido analizado en mucho tiempo.		
							SI	¿Por qué el método de pronóstico actual ignora el comportamiento de la demanda?	SI	Creación de una base de datos que permitan analizar la demanda y su comportamiento
						El método de pronóstico actual ignora el comportamiento de la demanda		Existen incongruencias en los datos recolectados		

Se obtuvieron dos causas raíz después del análisis:

- Históricamente la empresa ha desarrollado su pronóstico de forma tradicional el cual no ha sido analizado en mucho tiempo
- Existen incongruencias en los datos recolectados

La empresa por muchos años ha utilizado la experiencia de los gerentes de puntos de venta para hacer los pedidos semanales a la fábrica. Esto se debe a que consideran al invertir en un pronóstico por cada punto de venta no es necesario. Los datos recolectados en los puntos de ventas son registrados en hojas que luego no son encontradas, perdiendo así la información para determinar los pedidos a la fábrica.

En la tabla 2.9 se muestra el análisis para la causa raíz “Existe una baja tasa de producción”

Tabla 2.9 Análisis causa raíz - Baja tasa de producción

[Fuente: Elaboración propia]

Ronda 1	Hipótesis	Ronda 2	Hipótesis	Ronda 3	Hipótesis	Ronda 4	Hipótesis	Ronda 5	Hipótesis	Acción
¿Por qué hay una baja tasa de producción?	SI	¿Por qué existen retrasos en el tiempo por estación?	SI	¿Por qué la tasa de producción aumenta o disminuye en función de la orden de producción ?	SI	Por qué los operadores tienen un bajo rendimiento	NO			
Existen retrasos en los tiempos por estación		La tasa de producción aumenta o disminuye dependiendo de la orden de producción		Los operadores tienen un bajo rendimiento		Los operadores no están entrenados				
	SI	¿Por qué hay estaciones que no se usan a su máxima capacidad?	SI							Implementar un sistema de producción que considere las limitaciones del proceso y la planificación de la producción
Hay estaciones que no se utilizan a su capacidad total		El actual proceso de producción causa tiempo ocioso durante la producción								

Del análisis se obtuvo una causa raíz:

- El actual proceso de producción causa tiempo ocioso durante la producción.

No existe un procedimiento definido para la elaboración de las órdenes de producción, provocando retrasos en todo el proceso y causando al final del turno unidades faltantes en los pedidos del día.

2.3 Mejora

Con las causas raíz del problema identificadas se procedió con la etapa de mejora, la cual consistió en encontrar soluciones que pudieran ser implementadas y eliminen o disminuyan el impacto de los problemas originados por las causas antes mencionadas. Para lograr este objetivo se utilizaron herramientas como la lluvia de ideas para generar soluciones, también se utilizó una matriz impacto control para seleccionar las mejores soluciones para luego realizar un plan de implementación y finalmente explicar las soluciones seleccionadas.

2.3.1 Lluvia de ideas de soluciones

Para obtener suficientes posibles soluciones que puedan ser aplicadas para resolver el problema de las ventas perdidas, se realizó una lluvia de ideas priorizando que las soluciones generadas estuviesen enfocadas en formas de eliminar las causas raíz. Los resultados se muestran en la tabla 2.10:

Tabla 2.10 Lluvia de ideas de soluciones
[Fuente: Elaboración propia]

Causas	Causa raíz	Solución
Baja tasa de producción	El actual proceso de producción causa tiempo ocioso durante la producción	Implementación de KPI en cada centro de trabajo.
		Desarrollar un análisis de carga
		Desarrollar de un programa de líderes
		Secuenciar las órdenes de producción con respecto al recurso de capacidad limitada
Órdenes no programadas en la planificación semanal	Históricamente la empresa ha desarrollado su pronóstico de forma tradicional el cual no ha sido analizado en mucho tiempo	Implementar una herramienta de pronóstico efectiva.
	Existen incongruencias en los datos recolectados	Recolección de datos en los puntos de ventas mediante una aplicación

2.3.2 Selección de soluciones

El siguiente paso fue seleccionar aquellas soluciones que requerían poco esfuerzo para ser implementadas y tengan un alto impacto sobre nuestra variable respuesta. Para esto se utilizó una matriz impacto – esfuerzo donde cada solución quedó dentro de un cuadrante de la matriz luego de ser calificada con valores de 1 al 10, donde 1 significaba poco esfuerzo y 10 mucho esfuerzo. Los resultados se muestran en la tabla 2.11 y la clasificación por cuadrante en la figura 2.21.

Tabla 2.11 Calificación de las soluciones

[Fuente: Elaboración propia]

	X: Esfuerzo	Y: Impacto
X1: Implementación de KPI en cada centro de trabajo.	9	90
X2: Desarrollar un análisis de carga	3	30
X3: Desarrollar de un programa de líderes	5	90
X4: Implementar una herramienta de pronóstico efectiva.	4	90
X5: Secuenciar las órdenes de producción con respecto al recurso de capacidad limitada	5	90
X6: Recolección de datos en los puntos de ventas mediante una aplicación	3	90

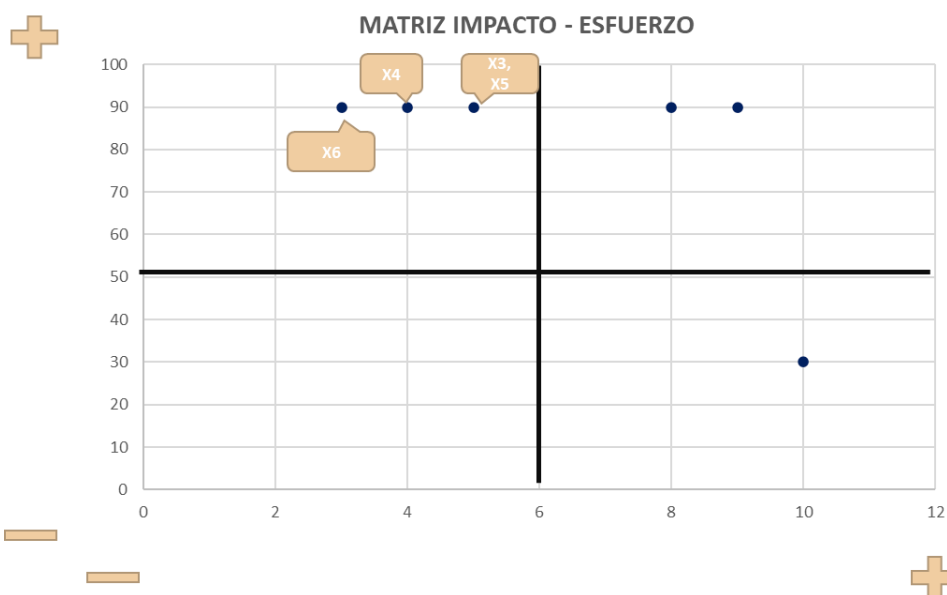


Figura. 2.21 Matriz Impacto – Esfuerzo

[Fuente: Elaboración propia]

De esta técnica se obtuvo que aquellas soluciones que debían ser implementadas por su alto impacto y poco esfuerzo para ponerlas en marcha, son:

- Implementar una herramienta de pronóstico efectiva.
- Desarrollo de un programa de líderes.
- Recolección de datos en los puntos de ventas mediante una aplicación.
- Secuenciar las órdenes de producción con respecto al recurso de capacidad limitada.

Adicional, se evaluó las soluciones de desarrollar un programa de líderes y la de recolectar los datos en los puntos de venta mediante una aplicación con un análisis económico para conocer la factibilidad de invertir en ellas y obtener beneficios. Las otras soluciones no se evaluaron por qué no requieren de algún tipo de inversión económica por lo que cualquier incremento en la variable respuesta ya representaba un beneficio. Los resultados del análisis se muestran en la tabla 2.12 y corresponden a un año.

Tabla 2.12 Análisis económico soluciones que requieren inversión

[Fuente: Elaboración propia]

Solución	Inversión en herramientas	Fuerza laboral	Capacitación	Costos totales	Beneficios
Desarrollar de un programa de líderes	\$0	\$960	\$0	\$960	\$13721,40
Recolección de datos en los puntos de ventas mediante una aplicación	\$120	\$0	\$0	\$120	\$13222,44

Se evidenció que cada todas las soluciones antes descritas podían ser llevadas a cabo y a su vez obtener un beneficio económico.

2.3.3 Plan de implementación de soluciones.

Con el fin de enfatizar la importancia de la implementación de las soluciones, definir responsables, tiempos de realización, etc., se elaboró un plan que asegurara la correcta implementación de las soluciones y a su vez dar seguimiento de esto. El plan se detalla en la tabla 2.13:

Tabla 2.13. Plan de implementación de soluciones

[Fuente: Elaboración propia]

¿QUÉ?	CAUSA RAÍZ	¿POR QUÉ?	¿CÓMO?	¿DÓNDE?	¿QUIÉN?	¿CUÁNDO?	ESTADO
Desarrollar de un programa de líderes	El actual proceso de producción causa tiempo ocioso durante la producción	Este programa ayudará a tener un mejor control sobre los parámetros que debe seguir cada estación, ya que el líder ayudará a sus equipos en cada estación a alcanzar un alto nivel.	Determinar un líder para cada turno, por sus cualidades, y luego evaluar cada resultado para darles un premio que refleje el aumento de la productividad en el proceso.	Fábrica de pan	Líderes de proyecto / Supervisor de producción y calidad	12/23/2020, 1/23/2021	Completado
Implementar una herramienta de pronóstico efectiva.	Históricamente la empresa ha desarrollado su pronóstico de forma tradicional el cual no ha sido analizado en mucho tiempo	La aplicación de una herramienta de previsión efectiva hace que cada punto de venta pueda cubrir la demanda.	Determinar el patrón de la demanda, probar los modelos que se ajustan a ese patrón y seleccionar el modelo que produce el menor error de previsión.	Fábrica de pan / Puntos de venta	Líderes de Proyecto / Gerente de la cadena de suministro / Gerente de puntos de ventas	12/14/2020, 1/14/2021	Completado
Recolección de datos en los puntos de ventas mediante una aplicación	Históricamente la empresa ha desarrollado su pronóstico de forma tradicional el cual no ha sido analizado en mucho tiempo	La implementación de una app en cada punto de venta ayudará a gestionar su inventario de coberturas, tener un histórico de pedidos y ventas, tener un control completo del producto final.	Usando un software disponible a través de correo electrónico, conectando la información del punto de venta principal, permitiendo que se agreguen datos para rastrear todos los productos que recibió y vende.	Fábrica de pan	Líderes de proyecto	12/12/2020, 1/10/2021	Completado
Secuenciar las ordenes de producción con respecto al recurso de capacidad limitada	El actual proceso de producción causa tiempo ocioso durante la producción	El proceso de producción actual genera retrasos en los pedidos, entrega pedidos incompletos y esto se debe a que hay recursos que tienen capacidad extra sin utilizar	Identificar la técnica de programación de la producción que se ajusta al tipo de configuración de la producción	Fábrica de pan	Líderes de proyecto / Gerente de la cadena de suministro / Supervisor de producción y calidad	12/12/2020, 1/10/2021	Completado

2.4 Implementación

2.4.1 Desarrollar un programa de líderes

La implementación de un programa de líderes del turno tiene como objetivo motivar a los operarios a ser más proactivos y proveer mayor fuerza a la implementación de la secuenciación de las órdenes la cual más adelante se explica en detalle. Para llevar a cabo este programa se necesitó determinar un líder por cada turno, basado en la experiencia que tienen los operarios y las cualidades de liderazgo que se han observado en ellos. El siguiente paso fue acordar cuál sería el monto extra que se daría al líder que lleve a su turno a tener la menor cantidad de ventas perdidas. Acto seguido se definieron qué otros parámetros se evaluarían además de la variable respuesta, cómo lo son el número de horas extras por día para cumplir con las órdenes. En la tabla 2.14 se muestra el formato usado para llevar el registro.

Tabla 2.14 Registro programa de líderes

[Fuente: Elaboración propia]

Turno	Horas trabajadas	Horas extras	Unidades producidas	Unidades demandadas	Ventas perdidas
2	8	0	8195	8210	15
2	8	0	8304	84108	114
2	8	0	6802	6802	0
2	9	1	8786	8830	44
1	8	0	9508	9538	30
1	9	1	9723	9743	20
1	10	2	12978	13024	46
1	8	0	5553	5553	0

2.4.2 Recolección de datos en los puntos de ventas mediante una aplicación

La recolección de datos en los puntos de ventas fue llevada a cabo mediante un plan de tres pasos, inicialmente determinar qué puntos de venta manejan la mayor parte del volumen de productos, debido a que estos serán utilizados en las pruebas piloto a desarrollar. Luego se determina quien será el responsable de manejar dicha aplicación, el ingreso de información, control de niveles de inventario y a su vez realizar las órdenes directas pedidas al área de producción. Finalmente llevar a cabo las pruebas piloto en los puntos de venta y evaluar las restricciones correspondientes asociadas a dicha alternativa.

Finalmente, se mostró al gerente de suministro y al gerente de los puntos de venta los aspectos positivos y restricciones que se tienen dentro de la aplicación. Debido a que la empresa no tiene una cuenta oficial de Microsoft. En la tabla 2.15 se detallan los conceptos y flujos de efectivos.

Tabla 2.15. Análisis económico de la solución de aplicación

[Fuente: Elaboración propia]

Concepto	0	1	2	3	4	5
Demanda	UN	12.000	13.200	14.520	15.972	17.569
Precio	USD	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Ingresos por ventas		11.880	13.068	14.375	15.812	17.394
TOTAL, DE INGRESOS		11.880	13.068	14.375	15.812	17.394
Coste de mantenimiento de la aplicación		1.560	1.560	1.560	1.560	1.560
Coste de afiliación a Microsoft		5.475	6.023	6.625	7.287	8.016
Total, de costes variables		7.035	7.583	8.185	8.847	9.576
TOTAL, INGRESOS		7.035	7.583	8.185	8.847	9.576
INGRESOS NETOS ANTES DE PAT		4.845	5.486	6.190	6.965	7.818
15% PAT		727	823	929	1.045	1.173
Beneficio antes de IR		4.118	4.663	5.262	5.920	6.645
25% RI		1.030	1.166	1.315	1.480	1.661
Ingresos netos		3.089	3.497	3.946	4.440	4.984
Inversión inicial	\$ 4.530,00					
Flujo de caja neto	(4.530)	3.089	3.497	3.946	4.440	4.984

Los resultados fueron favorables a realizar la inversión en esta mejora gracias a los valores de VAN y TIR obtenidos.

2.4.3 Implementar una herramienta de pronóstico efectiva

La empresa no disponía de un procedimiento para que los puntos de venta puedan realizar un pronóstico que les ayude a determinar el tamaño del pedido semanal y así evitar tener un alto número de ventas perdidas. Como primer paso para la implementación de la herramienta se debía conocer el patrón que sigue esta demanda, para lo cual se calculó el coeficiente cuadrático de variación de la demanda y el intervalo promedio entre demandas usando los datos históricos como se muestra en la figura 2.22.

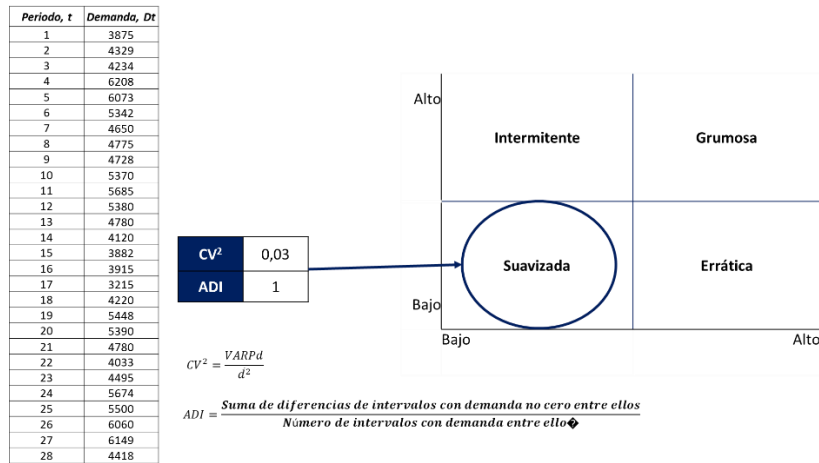


Figura. 2.22 Categorización de la demanda

[Fuente: Elaboración propia]

Luego de categorizar la demanda se probaron los diferentes métodos que se ajustan a ese tipo de demanda. Se selecciona el modelo que produce el menor error de pronóstico. Por el tipo de producto que se maneja, el costo de tener un error en el pronóstico es proporcional al tamaño del error, por lo que la Desviación Absoluta Media (MAD) permitió elegir la técnica más apropiada. Los errores obtenidos se muestran en la tabla 2.16.

Tabla 2.16 Errores de pronóstico según método utilizado

[Fuente: Elaboración propia]

Método de pronóstico	MADt
Media móvil	657
Suavización exponencial simple	692
Suavización exponencial doble	714
Suavización exponencial triple	316
Modelo estático	302,84

Una vez determinada la herramienta fue necesario socializar esta herramienta, tal como se muestra en la figura 2.23. En esta ocasión también se capacitó al personal, así como se facilitó todos los formatos para utilizar la herramienta.

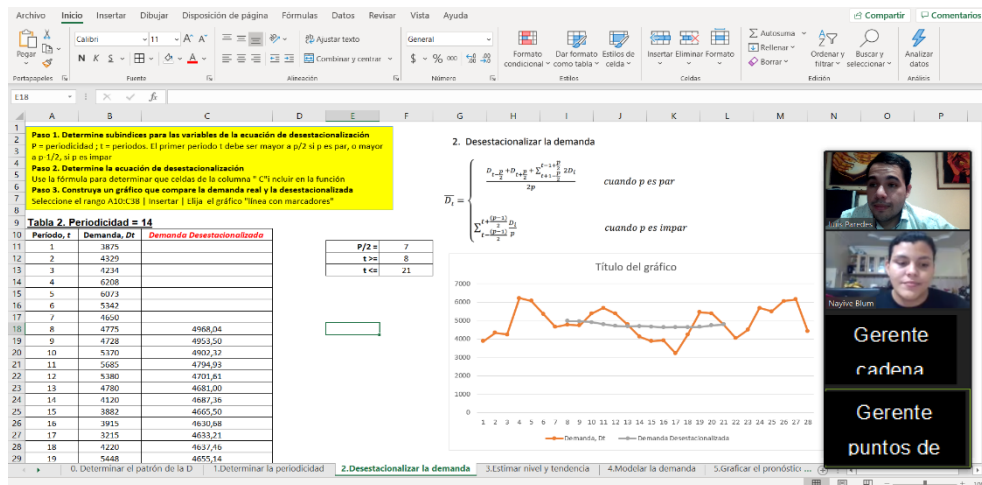


Figura. 2.23 Socialización de la herramienta

[Fuente: Elaboración propia]

2.4.4 Secuenciar las órdenes de producción con respecto al recurso de capacidad limitada

El objetivo de la secuenciación es disminuir el tiempo que el recurso de capacidad limitada se encuentra sin ser utilizado, lo cual provocaba al final del turno ventas perdidas en las órdenes del día. Se escogió secuenciar todo el proceso con respecto al horno de leudado ya que este es el recurso de capacidad limitada. Esto se supo gracias a los tiempos recolectados durante la fase de medición. Con estos tiempos se calculó el tiempo requerido para que un carrito esté listo para entrar al horno de leudado desde que se prepara la masa, así como cuándo ya se tiene masa esperando ser laminada, cortada, y ubicada en las rejillas.

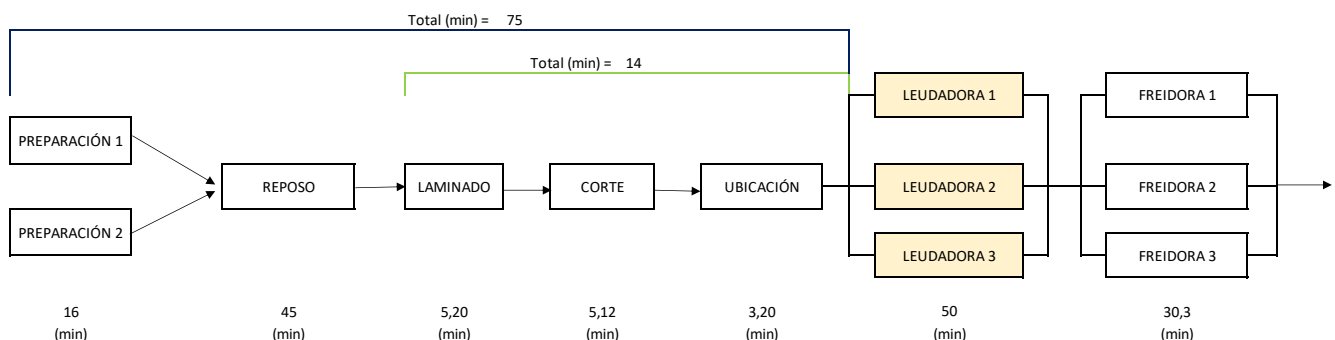


Figura. 2.24 Determinación de tiempo antes del leudado

[Fuente: Elaboración propia]

Cómo se puede observar en la figura 2.24 se requiere aproximadamente 75 minutos para llenar el primer carrito y entre al horno de leudado. Luego de este primer carrito se requieren 14 minutos aproximadamente para llenar el segundo carrito y así sucesivamente cuándo se tiene masa disponible. Conociendo qué a partir de dos masas se obtienen 1500 panes, por carrito se colocan 500 panes y con los resultados anteriores se procedió a determinar el estimado de cuándo deberían entrar los carritos a los hornos de leudado y cuándo se debería preparar un nuevo par de masas con el objetivo que nunca se deje los hornos sin producto, los resultados se muestran en la tabla 2.17:

Tabla 2.17 Resultados secuenciación de estaciones con respecto al recurso de capacidad limitada

[Fuente: Elaboración propia]

Carrito número	Empezar el leudado	Fin del leudado	Se necesita hacer masa	Cuando empezar a hacer dos masas
1	19:30	20:20	SI	18:15
2	19:44	20:34	NO	-
3	19:58	20:48	NO	-
4	20:20	21:10	SI	19:05
5	20:34	21:24	NO	-
6	20:48	21:38	NO	-
7	21:10	22:00	SI	19:55
8	21:24	22:14	NO	
9	21:38	22:28	NO	
10	22:00	22:50	SI	20:45

2.5 Control

En esta etapa se busca establecer métodos de control que aseguren las mejoras implementadas se mantengan a lo largo del tiempo. Para esto se realizó una última reunión con el equipo donde se estableció llevar un control visual de la cantidad de ventas perdidas a través de una gráfica tipo semáforo donde se podría identificar claramente cuándo el comportamiento de las ventas perdidas represente un problema y se deba tomar acciones al respecto. Los rangos se muestran en la figura 2.25 y los resultados con los datos obtenidos luego de la implementación se muestran en la figura 2.26.

- ZONA VERDE
 - 0 - 15 UNIDADES
- ZONA AMARILLA
 - 15-47 UNIDADES
- ZONA ROJA
 - > 47 UNIDADES

Figura. 2.25 Rangos control visual [Fuente: Elaboración propia]

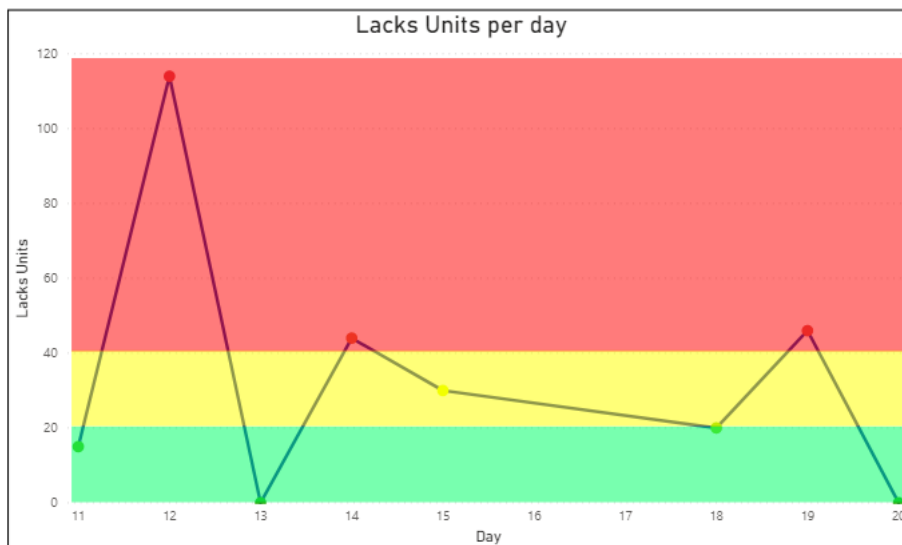


Figura. 2.26 Control visual ventas perdidas [Fuente: Elaboración propia]

2.5.1 Plan de control

Se elaboró un plan de control con el fin de comprobar constantemente el estado de las mejoras y así tener la seguridad de qué no se vuelvan a presentar problemas relacionadas a las causas raíz antes mencionadas y asegurar un alto desempeño del proceso. El plan se muestra en la tabla 2.18.

Tabla 2.18 Plan de control
[Fuente: Elaboración propia]

Causa raíz	Qué	Cómo	Quién	Frecuencia	Reaccionar si	Acción por tomar
Baja tasa de producción	Desarrollar un programa de líderes	Lista de verificación	Líder de los operarios	Diario	Al final del turno el número de ventas perdidas excede las 47 unidades.	Se debe identificar lo que impidió alcanzar la producción del día, reportarlas al supervisor de producción y en conjunto determinar acciones correctivas.
	Secuenciar las ordenes de producción con respecto al recurso de capacidad limitada	Formato de secuenciación	Líder de los operarios	Diario		El supervisor debe identificar el motivo del incumplimiento de la secuencia. Si la causa se debe a un error del equipo de trabajo, se capacita a los operarios. Si la causa se debe a un problema de maquinaria, se debe solicitar el mantenimiento al personal encargado.
Ordenes no programadas en la planificación semanal	Implementar una herramienta de pronóstico efectiva	Elaborar el pronóstico de cada punto de venta con los datos de las tres últimas semanas de demanda registrada.	Asistente del gerente de la cadena de suministro / Supervisor de producción y calidad.	Una vez al mes por cada punto de venta	El último pedido realizado por el punto de venta difiere en un 10% más o menos del resultado previsto.	Capacitar al responsable del punto de venta para aplicar el pronóstico.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Una vez implementada la herramienta de pronóstico se procedió a comparar los resultados obtenidos usando la nueva herramienta y los resultados usando el anterior método, tal cómo se muestra en la figura 3.1.

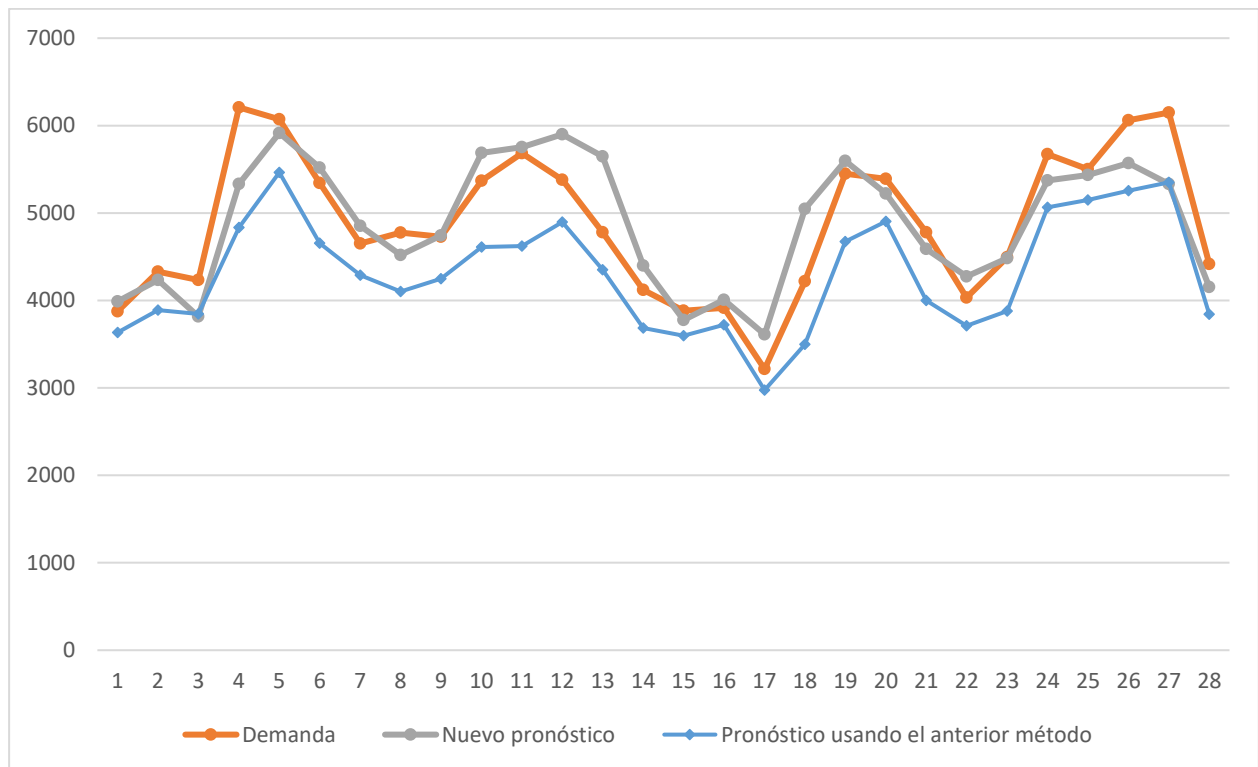


Figura. 3.1 Comparación nuevo pronóstico vs pronóstico usando anterior método

[Fuente: Elaboración propia]

Al realizar el pronóstico usando una técnica que considere el comportamiento de la demanda se observó, cómo la tendencia y estacionalidad, se logra reducir el error del pronóstico de 11% a un 6%, lo cual se traduce un menor porcentaje de ventas perdidas con respecto a la situación inicial. Se realizo un contraste de hipótesis utilizando Minitab 18 para confirmar estadísticamente la reducción en el error del pronóstico se debe a la utilización de la nueva técnica de pronóstico. El diagrama de caja de los porcentajes de error de los pronósticos donde se observa que el porcentaje promedio se disminuyó se muestra en la figura 3.2.

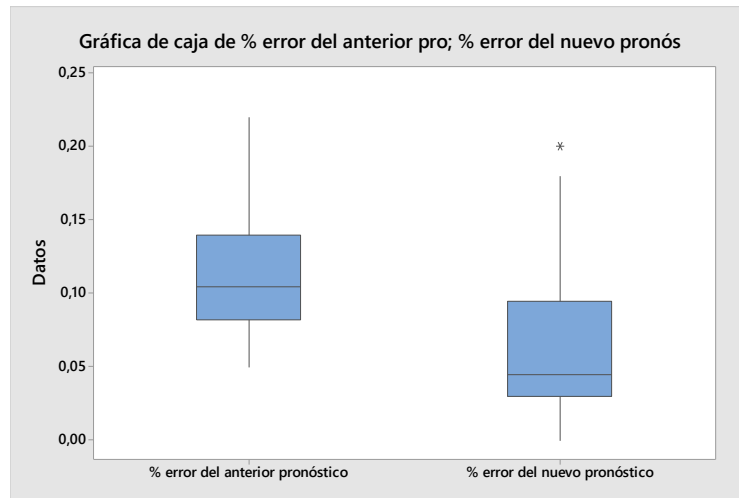


Figura. 3.2 Diagrama de caja del porcentaje de error del pronóstico.
[Fuente: Elaboración propia]

Prueba T e IC de dos muestras: % error del anterior ... uevo pronóstico

Método

μ_1 : media de % error del anterior pronóstico
 μ_2 : media de % error del nuevo pronóstico
 Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
% error del anterior pronóstico	28	0,1132	0,0408	0,0077
% error del nuevo pronóstico	28	0,0614	0,0525	0,0099

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
0,0518	(0,0265; 0,0770)

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
4,12	50	0,000

Figura. 3.3 Prueba T de dos muestras del porcentaje de error del pronóstico

[Fuente: Elaboración propia]

En la figura 3.3 se observa que se obtuvo un valor p menor al nivel de confianza de 0.05, el cual permite rechazar la hipótesis nula y concluir que existe evidencia estadística suficiente para decir que el porcentaje de error del pronóstico es menor después de la implementación del nuevo método de pronóstico.

También se comparó el antes y después de implementar la secuenciación de las órdenes con respecto al recurso de capacidad limitada.

Tabla 3.1 Ventas perdidas 15 días antes de las mejoras y 15 días después de la implementación de la secuenciación

[Fuente: Elaboración propia]

Ventas perdidas antes		Ventas perdidas después	
	109		15
	84		114
	41		0
	99		0
	62		44
	79		0
	70		0
	141		0
	46		30
	107		20
	127		0
	93		46
	44		47
	120		0
	72		0
Media	86	Media	21
Desviación estándar	31,0747179	Desviación estándar	31,763561

Tal cómo se muestra en la tabla 3.1 se compararon el número de ventas pérdidas de 15 días antes de la implementación y 15 días después de la implementación. Los resultados muestran que la implementación disminuyó el promedio de ventas perdidas hasta 21 unidades en promedio por día. Para conocer si este resultado es estadísticamente confiable se realizó una prueba Mann-Whitney tal cómo se muestra en la figura 3.4.

Mann-Whitney: Ventas perdidas antes; Ventas perdidas despues

Método

η_1 : mediana de Ventas perdidas antes
 η_2 : mediana de Ventas perdidas despues
 Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
Ventas perdidas antes	15	84
Ventas perdidas despues	15	0

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda
70	(44; 93)	95,35%

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	326,00	0,000
Ajustado para empates	326,00	0,000

Figura. 3.4 Prueba Mann-Whitney de las ventas perdidas antes y después.

[Fuente: Elaboración propia]

De la prueba se obtiene un valor p menor al nivel de significancia de 0.05 por lo que se concluyó que la disminución en el promedio de ventas perdidas al implementar la secuenciación es estadísticamente significativa por lo que se puede confiar en los datos obtenidos. Con esta mejora se logró reducir en un 75% el promedio de ventas perdidas por día tomando como referencia comparándolo con el promedio de 15 días antes. Al mantenerse la mejora esto representará aproximadamente un incremento en los ingresos de \$29914 en el año. Estos resultados se muestran en la tabla 3.2.

Tabla 3.2 Ingresos esperados a partir de la mejora

[Fuente: Elaboración propia]

Promedio de ventas perdidas original	105
Porcentaje de reducción	80%
Precio por unidad	0,99
Número de días	360
Incremento en los ingresos	29914

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.

- Se disminuyó en un 80% la cantidad de ventas perdidas por día como resultado de la implementación de la secuenciación.
- El desarrollo de una herramienta de pronóstico confiable contribuyó a disminuir de 11% a 6% el porcentaje de error, y al mismo tiempo a disminuir el número de ventas perdidas por no tener disponibilidad de productos para los clientes.
- Llevar el flujo de mejor manera dentro de la empresa contribuyó a aumentar la productividad de la línea lo que a su vez demuestra que los recursos son mejor aprovechados y contribuyen a cubrir la demanda en su totalidad.
- Los tiempos muertos dentro del proceso productivo se redujeron como resultado de la nueva programación de tareas.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar un estudio de mercado que permita conocer el comportamiento de la demanda en los próximos 3 años, con el fin de evaluar la implementación de una segunda línea de producción de pan.
- Se recomienda realizar un estudio de la matriz de riesgos para identificar y tomar acciones correctivas para minimizar los riesgos presentes en la planta de trabajo y mejorar la señalización.
- Como resultado de la observación se recomienda rediseñar las políticas de almacenamiento de productos terminados para responder rápidamente a los días con picos altos de demanda.

BIBLIOGRAFÍA

- ANFAB. (12 de enero de 2021). Obtenido de ANFAB: <https://anfab.com/el-sector-de-alimentos-y-bebidas-traza-hoja-de-ruta-para-el-nuevo-ano/>
- Arosemena, R. (10 de Diciembre de 2020). *Compara software*. Obtenido de Compara software: <https://blog.comparasoftware.com/las-restricciones-de-un-proyecto/#:~:text=Las%20restricciones%20de%20un%20proyecto%20son%2C%20de%20acuerdo%20con%20el,desempe%C3%B1o%20del%20proyecto%20o%20proceso.>
- BIT.AI Blog. (septiembre de 2020). Obtenido de BIT.AI Blog: <https://blog.bit.ai/implementation-plan/#:~:text=To%20put%20it%20simply%2C%20implementation,plan%20created%20by%20an%20organization.>
- Calidad, A. E. (2018). IMPULSAMOS UNA CALIDAD ABIERTA, TRANSFORMADORA Y LÍDER: Matriz de Priorización de Causas. QAEC. Obtenido de QAEC: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/matriz-de-priorizacion/#:~:text=Matriz%20de%20priorizaci%C3%B3n,se%20intenta%20objetivar%20la%20elecci%C3%B3n.>
- Cañedo, C., Curbelo, M., Nuñez, K., & Zamora, R. (2012). Los procedimientos de un sistema de gestión de información: Un estudio de caso de la Universidad de Cienfuegos. *Biblios*, 40-50. Obtenido de Biblios.
- Company, S. A. (11 de Enero de 2018). The essential guide to Six Sigma DMAIC: Phase 5 (of 5) - Control. *SAGE Automatization*, 14-18. Obtenido de SAGE Automation: <https://www.sageautomation.com/blog/the-essential-guide-to-six-sigma-dmaic-phase-5-of-5-control>
- Control Plan Development. (2018). *Quality- One*. Obtenido de Quality- One: <https://quality-one.com/control-plan/#:~:text=The%20Control%20Plan%20is%20a,conform%20to%20pre%2Dde-termined%20requirements.>
- Crutchfield, J. E. (2008). Six Sigma as a Management System: A Tool for Effectively Managing a JHA Process. *Job Hazard Analysis*, 407-420. Obtenido de Six Sigma as a Management System: A Tool for Effectively Managing a JHA Process.

- Gándara, F. (Diciembre de 2014). Herramienta de calidad y el trabajo en equipo para disminuir la reprobación escolar. *HERRAMIENTAS DE CALIDAD Y EL TRABAJO EN EQUIPO PARA DISMINUIR LA REPROBACIÓN ESCOLAR*, 17-24. Obtenido de Herramienta de calidad y el trabajo en equipo para disminuir la reprobación escolar.
- García, L. E., & Lambert, G. F. (Enero de 2013). Mejora del Sistema de Medición. *Instituto Tecnológico de Aguascalientes*, 41-46. Obtenido de Mejora del Sistema de Medición.
- Garza, R., González, C., Rodríguez, E., & Hernández, C. (27 de junio de 2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. *REVISTA DE METODOS CUANTITATIVOS PARA LA ECONOMÍA Y LA EMPRESA*, 19-35. Obtenido de Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio.
- Griffin, A. (Enero de 1991). The Voice of the Customer. *Marketing Science* , 11-16. Obtenido de ResearchGate.
- HAYES, A. (24 de Marzo de 2020). Ishikawa Diagram. *Invesopedia*, 50-52. Obtenido de Invesopedia.
- Lucidchart*. (2020). Obtenido de Lucidchart: <https://www.lucidchart.com/pages/what-is-a-flowchart-tutorial>
- MindTools*. (2018). Obtenido de MindTools: <https://www.mindtools.com/brainstm.html>
- Pierdant, A., & Rodríguez, J. (6 de febrero de 2009). Control estadístico de la calidad de un servicio mediante Gráficas X y R. *Política Cultura*, 151-169. Obtenido de Política cultura.
- Serrano, C. C. (2018). *Control Estadístico de la calidad*. Obtenido de Control Estadístico de la calidad.
- Shook, J. (2020). Visual Management – The Good, The Bad and the Ugly. *TXM Lean Solutions*, 4-5. Obtenido de TXM Lean Solutions: <https://txm.com/visual-controls-workplace/>
- Silva, F. D. (Enero de 2016). Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad. *Tecnología Química*, 130-145. Obtenido de Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad.

Slaper, T., & Hall, T. (2011). The Triple Bottom Line: What Is It and How Does It Work?

India Business Review, 4-8. Obtenido de India Business Review.

Velaction. (s.f.). Obtenido de Velaction: <https://www.velaction.com/reaction-plan/>

wrote, Y. (2020). *MindTools*. Obtenido de MindTools.