

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO DE PLAN DE MEJORA EN LA CADENA DE
PRODUCCIÓN DE HILOS DENTALES PARA
REDUCIR EL BACKLOG EN LA PLANTA DE
PRODUCCIÓN DE HILOS DENTALES DE ORAL
CARE, PROCTER AND GAMBLE EN EL PRIMER
CUATRIMESTRE DEL 2025.

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR
POR LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL

RICARDO ALONSO BARRANTES CALERO


ING. MARCO CARTIN GAMBOA

HEREDIA, 2025

ACTA DE APROBACIÓN

DECLARACIÓN JURADA

Yo **Ricardo Alonso Barrantes Calero**, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número **4-0248-0921** egresado de la carrera de **Ingeniería Industrial** de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente aperecebido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de **Licenciatura en Ingeniería Industrial**, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: **DISEÑO DE PLAN DE MEJORA EN LA CADENA DE PRODUCCIÓN DE HILOS DENTALES PARA REDUCIR EL BACKLOG EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HILOS DENTALES DE ORAL CARE, PROCTER AND GAMBLE EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2025**, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 11 días del mes de septiembre del año dos mil veinticinco.


Firma del estudiante

Cédula 402480921

CARTA DEL TUTOR

CARTA DEL TUTOR

Heredia, 27 de Agosto de 2025

Destinatario
Departamento de Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante Ricardo Alonso Barrantes Calero, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: DISEÑO DE PLAN DE MEJORA EN LA CADENA DE PRODUCCIÓN DE HILOS DENTALES PARA REDUCIR EL BACKLOG EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HILOS DENTALES DE ORAL CARE, PROCTER AND GAMBLE EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2025., el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

| | | | |
|----|---|-----|-----|
| a) | ORIGINAL DEL TEMA | 10% | 10% |
| b) | CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES | 20% | 20% |
| c) | COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION | 30% | 22% |
| d) | RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 20% | 18% |
| e) | CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO | 20% | 20% |
| | TOTAL | | 90% |

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



Ing. Marco Cartín Gamboa. MII
Cédula identidad: 110610393
Carné Colegio Profesional: II-15546

CARTA LECTOR

CARTA DE LECTOR

San José,

**Universidad Hispanoamericana
Sede Heredia
Carrera**

Estimado señor

El estudiante RICARDO ALONSO BARRANTES CALERO, cédula de identidad 4-0248-0921, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado " DISEÑO DE PLAN DE MEJORA EN LA CADENA DE PRODUCCIÓN DE HILOS DENTALES PARA REDUCIR EL BACKLOG EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HILOS DENTALES DE ORAL CARE, PROCTER AND GAMBLE EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2025.", el cual ha elaborado para obtener su grado de LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atte. **ELMER ZEPEDA ROMERO**
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por ELMER ZEPEDA
ROMERO (FIRMA)
Fecha: 2025.10.03
21:17:52 -06'00'

Firma: (FIRMA)
Nombre: Elmer Zepeda Romero
Cédula: 1-1181-0978
Carné: II-38188

CARTA AUTORIZACIÓN

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 17 octubre 2025

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Ricardo Alonso Barrantes Calero con número de identificación 4-0248-0921 autor (a) del trabajo de graduación titulado DISEÑO DE PLAN DE MEJORA EN LA CADENA DE PRODUCCIÓN DE HILOS DENTALES PARA REDUCIR EL BACKLOG EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HILOS DENTALES DE ORAL CARE, PROCTER AND GAMBLE EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2025 presentado y aprobado en el año 2025 como requisito para optar por el título de Licenciatura; SI autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

Ricardo Alonso Barrantes Calero
4-0248-0921

Firma y Documento de Identidad



402480921

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado A mi padre, que, aunque ya no está físicamente conmigo, sigue presente en cada paso que doy. Gracias por haber dado todo por mi educación y por enseñarme, con tu ejemplo, el valor del esfuerzo y la perseverancia. Este logro también es tuyo. A mi madre, por ser mi guía, mi fuerza y mi refugio. Gracias por tu amor incondicional, por enseñarme a entender el mundo y por mostrarme con tu vida lo que significa ser valiente. Soy quien soy gracias a ti. Y a mi hermano, por estar siempre a mi lado, y por compartir este camino conmigo.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco primeramente a Dios, por darme las fuerzas, la sabiduría, las herramientas y la guía necesarias para llegar hasta aquí. Sin Su presencia en mi vida, este logro no habría sido posible.

A mi familia, por estar siempre presente, por su apoyo incondicional y por acompañarme en cada etapa de este camino. Su amor y aliento han sido fundamentales.

A mi novia, quien se convirtió en un pilar esencial durante este proceso. Gracias por tu paciencia, tu fe en mí, y por sostenerme incluso en los momentos más difíciles.

A mis amigos, por su compañía constante, por las palabras de ánimo, por los momentos de distracción necesarios y por compartir esta etapa conmigo.

A la empresa, por brindarme la oportunidad de realizar mi proyecto de graduación en un entorno tan enriquecedor. Gracias por la confianza, el acompañamiento y el espacio para aprender y aportar.

Y finalmente, a mis compañeros de carrera y profesores, con quienes compartí esfuerzos, desafíos y logros. Gracias por ser parte de este camino, por su compañerismo y por tantas experiencias compartidas.

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|---|----|
| ACTA DE APROBACIÓN..... | 2 |
| CARTA DEL TUTOR | 3 |
| CARTA LECTOR..... | 4 |
| CARTA AUTORIZACIÓN | 5 |
| DEDICATORIA | 6 |
| AGRADECIMIENTOS | 7 |
| TABLA DE CONTENIDOS..... | 8 |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | 10 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 11 |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | 12 |
| ACRÓNIMOS Y SIGLAS | 13 |
| RESUMEN EJECUTIVO | 14 |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO | 16 |
| 1.1 Descripción general del proyecto | 17 |
| 1.2 Identificación de la organización en donde se realiza el proyecto | 17 |
| 1.2.1 Descripción general de la organización..... | 17 |
| 1.2.1.1 Misión | 18 |
| 1.2.1.2 Visión | 18 |
| 1.2.1.3 Estructura organizativa de la empresa y del área donde se desarrolla el estudio | 18 |
| 1.2.1.4 Junta directiva | 19 |
| 1.2.1.5 Estructura del departamento donde se realiza el proyecto de graduación..... | 20 |
| 1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa o institución | 21 |
| 1.3 Planteamiento del problema | 23 |
| 1.3.1 Definición y medición del problema | 23 |
| 1.3.2 Justificación del proyecto..... | 24 |
| 1.4 Objetivos del proyecto | 25 |
| 1.4.1 Objetivo general | 25 |
| 1.4.2 Objetivos específicos..... | 25 |
| 1.5 Alcances y limitaciones..... | 26 |
| 1.5.1 Alcances | 26 |
| 1.5.2 Limitaciones..... | 26 |

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO | 27 |
| 2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera | 28 |
| 2.1.1 Ingeniería Industrial | 28 |
| 2.1.2 Mejora Continua..... | 29 |
| 2.1.3 La cadena de abastecimiento (Supply Chain) | 29 |
| 2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto | 32 |
| 2.2.1 Diagrama de flujo..... | 32 |
| 2.2.2 Diagrama de Ishikawa..... | 34 |
| 2.2.3 Diagrama de Pareto | 36 |
| 2.2.4 Los 5 Porqués..... | 37 |
| 2.2.5 Diagrama de Gantt | 39 |
| 2.2.6 Diagrama SIPOC..... | 41 |
| 2.2.7 Gráficos Estadísticos | 42 |
| 2.2.8 Metodología DMAIC | 45 |
| 2.2.9 Técnicas de evaluación de rentabilidad del proyecto | 46 |
| 2.2.10 Backlog y Backorder..... | 47 |
| 2.2.11 Productividad | 48 |
| 2.2.12 Indicadores claves de desempeño (KPI) | 50 |
| 2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto | 52 |
| 2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes..... | 53 |
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO | 55 |
| 3.1 Metodología para la definición del problema..... | 56 |
| 3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto..... | 57 |
| 3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio..... | 58 |
| 3.4 Metodología para la implementación del proyecto | 60 |
| 3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados..... | 61 |
| CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ | 64 |
| 4.1 Línea base y situación actual..... | 65 |
| 4.2 Análisis e interpretación de resultados de datos históricos | 65 |
| 4.3 Diagrama de flujo del proceso de producción de hilos dentales | 85 |
| 4.4 Diagrama SIPOC del proceso de producción de hilos dentales | 88 |
| 4.5 Análisis de los problemas detectados mediante diagrama de Ishikawa | 90 |

| | |
|---|-----|
| | 10 |
| 4.6 Análisis de las causas detectadas mediante el diagrama de Pareto | 94 |
| 4.7 Análisis de las causas detectadas mediante el método de los 5 porqués | 97 |
| CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN | 101 |
| 5.1 Descripción General de la Propuesta | 102 |
| 5.2 Propuesta para dar soluciones a las causas detectadas | 102 |
| 5.3 Propuesta para implementar la mejora | 105 |
| 5.4 Propuesta para controlar la mejora | 125 |
| 5.5 Proyección de la mejora | 127 |
| 5.6 Análisis Económico..... | 128 |
| CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 132 |
| 6.1 Conclusiones..... | 133 |
| 6.2 Recomendaciones..... | 134 |
| CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA | 136 |
| CAPÍTULO VIII: APÉNDICES | 141 |
| 8.1 Mejora 1: | 142 |
| 8.2 Mejora 2: | 150 |
| 8.3 Mejora 3: | 152 |
| 8.4 Mejora 4: | 154 |
| 8.5 Mejora 5: | 154 |
| 8.6 Mejora 6: | 156 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1 Localización P&G Costa Rica..... | 17 |
| Ilustración 2 Estructura del departamento..... | 20 |
| Ilustración 3. Simbología usada en un diagrama de flujo..... | 33 |
| Ilustración 4. Ejemplo de diagrama de Ishikawa | 36 |
| Ilustración 5. Ejemplo de diagrama de Pareto | 37 |
| Ilustración 6. Ejemplo de diagrama 5 Porqués | 39 |
| Ilustración 7. Ejemplo del Diagrama de Gantt..... | 40 |
| Ilustración 8. Ejemplo del Diagrama SIPOC..... | 42 |
| Ilustración 9. Ejemplo del Gráfico de barras | 43 |
| Ilustración 10. Ejemplo del Gráfico de líneas..... | 44 |
| Ilustración 11. Ejemplo del Gráfico circular | 44 |
| Ilustración 12. Ejemplo del Gráfico de dispersión | 44 |

| | |
|--|-----|
| Ilustración 13. Checklist de diagnóstico | 142 |
| Ilustración 14. Plantilla solicitud de presupuestos..... | 144 |
| Ilustración 15. Plantilla de solicitud de compra de equipo | 146 |
| Ilustración 16. Protocolo de pruebas y reincorporación de línea | 148 |
| Ilustración 17. Guía para validación de contratación..... | 150 |
| Ilustración 18. Programa de capacitación | 151 |
| Ilustración 19. Plantilla estándar para solicitud de horas extra..... | 152 |
| Ilustración 20. Dashboard de KPIs P&G | 154 |
| Ilustración 21. Plan de mantenimiento preventivo | 154 |
| Ilustración 22. Guía integral de control de calidad..... | 155 |
| Ilustración 23. Reporte semanal de producción | 156 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. Metodología para la definición del problema | 56 |
| Tabla 2. Metodología para la medición del problema | 58 |
| Tabla 3. Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio | 59 |
| Tabla 4. Metodología para la propuesta la implementación del proyecto..... | 60 |
| Tabla 5. Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados..... | 62 |
| Tabla 6. Requerimientos semanales en MSU..... | 68 |
| Tabla 7. Resumen producción actual..... | 69 |
| Tabla 8. Productividad semanal..... | 72 |
| Tabla 9. Motivos de baja productividad..... | 74 |
| Tabla 10. Motivos personales insuficiente | 76 |
| Tabla 11. Máquinas fuera de operación por turno | 77 |
| Tabla 12. Tiempo extra no aprobado | 78 |
| Tabla 13. Tabla de correspondencia entre Tabla #9 e Ishikawa..... | 94 |
| Tabla 14. Tabla para Diagrama de Pareto | 94 |
| Tabla 15. Resumen Soluciones propuestas..... | 104 |
| Tabla 16. Plan de implementación. | 105 |
| Tabla 17. Indicadores claves mejora 1 | 107 |
| Tabla 18. Indicadores claves mejora 2..... | 111 |
| Tabla 19. Salarios aproximados P&G MX | 112 |
| Tabla 20. Indicadores claves mejora 3..... | 114 |
| Tabla 21. Cálculo de costos horas extra | 115 |
| Tabla 22. Indicadores clave mejora 4 | 117 |
| Tabla 23. Indicadores clave mejora 5 | 119 |
| Tabla 24. KPI's a implementar..... | 125 |
| Tabla 25. Proyección de backlog con implementaciones..... | 128 |
| Tabla 26. Costos totales de inversión propuesta..... | 129 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 27. Salidas y entradas durante el primer mes | 130 |
| Tabla 28. Flujo proyectado | 130 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|-----|
| Gráfico 1. Tendencia de pedidos pendientes en MSU semanal | 66 |
| Gráfico 2. Horas de mantenimiento preventivo mensual | 80 |
| Gráfico 3. Tipo de mantenimiento por máquina mensual | 80 |
| Gráfico 4. Minutos productivos vs pérdida por liberación de material | 81 |
| Gráfico 5. Minutos productivos vs pérdida por ajuste de programación | 83 |
| Gráfico 6. Comparación MSU Producidos vs Backlog | 84 |
| Gráfico 7. Diagrama de flujo del proceso..... | 85 |
| Gráfico 8. Diagrama SIPOC..... | 88 |
| Gráfico 9. Diagrama de Ishikawa..... | 91 |
| Gráfico 10. Diagrama de Pareto..... | 95 |
| Gráfico 11. Diagrama 5 Por qué | 97 |
| Gráfico 12. Diagrama de Gantt..... | 122 |

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

DMAIC: Metodología utilizada para la resolución de problemas y mejora continua, por sus siglas en inglés (Definir-Medir-Analizar-Implementar-Controlar).

KPI: Indicador clave de desempeño (por sus siglas en inglés Key Performance Indicator)

MSU: Mille Statistical Units - Unidad de medida exclusiva de la empresa

1 SU = 5 botellas de shampoo * Aprox

1 MSU = 5,000 Botellas de shampoo * Aprox

TIR: Tasa Interna de Retorno

VAN: Valor Actual Neto.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de graduación se desarrolló en la planta Alce Blanco de Procter & Gamble, dedicada a la producción y distribución global de hilos dentales de la marca Oral-B. En el transcurso del primer cuatrimestre del año 2025, se identificó una situación crítica relacionada con el incremento progresivo del backlog, es decir, una acumulación de pedidos no cumplidos en los tiempos establecidos, lo cual ha tenido repercusiones significativas tanto a nivel operativo como financiero. Esta problemática se tradujo en pérdidas económicas considerables, reducción en la eficiencia productiva, afectación en la relación con las regiones abastecidas y una disminución en la capacidad de respuesta de la planta frente a las demandas del mercado.

Para abordar esta situación, se diseñó un plan de mejora fundamentado en la metodología DMAIC, la cual permitió realizar un análisis estructurado de la situación, identificando las causas raíz del problema mediante herramientas como el diagrama de Ishikawa, los cinco porqués y el diagrama de Pareto. A partir de este diagnóstico, se propusieron soluciones enfocadas en aumentar la capacidad productiva, mejorar la programación de la producción, optimizar la gestión del personal y establecer un sistema de monitoreo en tiempo real que permita detectar desviaciones de forma oportuna.

Durante el desarrollo del proyecto se recolectaron datos históricos y se evaluaron indicadores clave de desempeño que evidenciaron la brecha existente entre los volúmenes requeridos y los niveles reales de producción. Se determinó que una de las principales causas del rezago era la inoperatividad de una de las líneas de empaque, así como la limitada disponibilidad de personal por turno. También se observó la ausencia de un sistema efectivo de planificación que permitiera anticiparse a las variaciones en la demanda.

Como resultado, se elaboró una propuesta técnica y económica para la implementación de mejoras, incluyendo un plan detallado de acción, proyecciones de impacto financiero y mecanismos de control para asegurar la sostenibilidad de los cambios implementados. Se estima que, con la ejecución de este plan, será posible reducir significativamente el backlog acumulado, recuperar la estabilidad en la producción y restablecer los niveles de servicio esperados por las regiones atendidas.

Este proyecto no solo representa una solución concreta a un problema puntual, sino que establece las bases para una cultura de mejora continua en la planta, fortaleciendo sus capacidades operativas y su compromiso con la excelencia en la cadena de suministro global de P&G.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1.1 Descripción general del proyecto

El presente proyecto se ejecutará en la empresa Procter and Gamble, también conocida como P&G, en el desarrollo del mismo, se utilizarán distintas herramientas ingenieriles que puedan ser necesarias para determinar un diseño de mejora en la cadena de producción de hilos dentales (Flosses) para reducir el backlog en la planta Alce Blanco. Se utilizará la metodología DMAIC en este proyecto en el cual se tomarán en cuenta las conclusiones y recomendaciones de posibles soluciones.

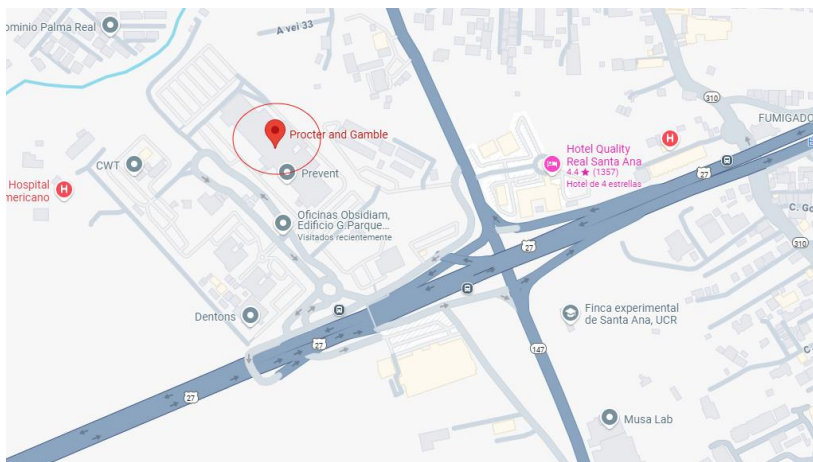
1.2 Identificación de la organización en donde se realiza el proyecto

1.2.1 Descripción general de la organización

Procter and Gamble es una compañía multinacional de origen estadounidense de bienes de consumo más grandes del mundo con sede principal en Cincinnati, Ohio, Estados Unidos. Inicialmente fue una compañía de producción de velas y jabones fundada el 31 de octubre de 1837 de la mano de William Procter y James Gamble. A través del tiempo, P&G ha logrado diversificar sus productos, teniendo en su catálogo marcas icónicas y mundialmente reconocidas como Always®, Oral B®, Gillette®, Head & Shoulders®, Pantene®, Pampers®, Tide®, y Vicks®.

La sede de P&G Costa Rica se encuentra ubicada en Forum 1, Santa Ana, Lindora, contando con instalaciones modernas y equipadas para llevar a cabo sus operaciones con más de 1,500 colaboradores en Costa Rica, distribuidos en áreas como Finanzas, IT y Logística. (Procter & Gamble Costa Rica, 2025)

***Ilustración 1** Localización P&G Costa Rica*



Fuente: (Procter & Gamble Costa Rica, 2025)

1.2.1.1 Misión

Ser reconocidos como la mejor compañía de productos de consumo y servicios del mundo.

1.2.1.2 Visión

Proveer productos de marca y servicios de calidad y valor superior, que mejoren la calidad de vida de los consumidores de hoy y de las próximas generaciones.

1.2.1.3 Estructura organizativa de la empresa y del área donde se desarrolla el estudio

P&G opera a través de cinco Unidades de Negocio basadas en Sectores (SBU, por sus siglas en inglés) de la Industria: Cuidado del bebé, Cuidado Femenino y de la Familia; Belleza; Cuidado de la Salud; Afeitado; y Cuidado de la Ropa y del Hogar. Gestionamos nuestras 10 categorías de productos dentro de estas SBU.

Las SBU son responsables de las ventas, utilidades, liquidez y la creación de valor para nuestros mercados más grandes y rentables, denominados Mercados Foco, que representan

aproximadamente el 80 % de las ventas de la compañía y el 90 % de las utilidades después de impuestos.

En cada Mercado Foco, las Operaciones de Mercado trabajan en los servicios y las capacidades de mercado a escala de las seis SBU, incluidos los equipos de clientes, transporte, almacenamiento, logística y representación externa de P&G.

El resto del mundo se organiza en Mercados Empresariales, unidades separadas responsables de las ventas, utilidades y creación de valor. Las SBU proporcionan planes de innovación, planes de suministro y marcos operativos para que los Mercados Empresariales cumplan con estos objetivos comerciales mutuamente acordados. Los Mercados Empresariales son importantes para el futuro de P&G debido a sus atractivas tasas de crecimiento de mercado; la intención es acelerar este crecimiento y la creación de valor.

El apoyo a las SBU, Operaciones de Mercado y los Mercados Empresariales lo dan los Recursos Corporativos clave enfocados en los servicios a escala, la gobernanza, el cumplimiento ético y las áreas que requieren altos niveles de dominio. (Procter & Gamble América Latina, 2025)

1.2.1.4 Junta directiva

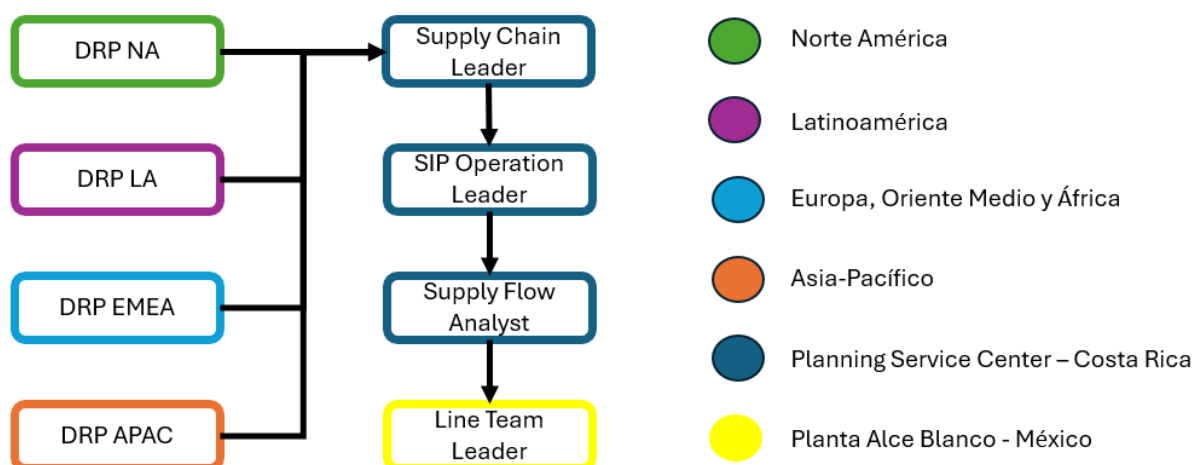
La junta directiva de esta compañía global mantiene una gobernanza sólida y equilibrada. Las habilidades, la experiencia y las cualificaciones de sus miembros benefician a los accionistas a largo plazo, mientras que los directores cumplen con sus responsabilidades fiduciarias y aportan conocimientos basados en su trayectoria en distintas industrias. La junta opera conforme a la Ley General Empresarial de Ohio, los estatutos corporativos y un marco de gobernanza estructurado, lo que garantiza una supervisión eficiente de los asuntos de la empresa.

Entre los integrantes del consejo se encuentran B. Marc Allen, Angela F. Bral y Amy L. Chang, quienes forman parte del comité de compensación y desarrollo del liderazgo, así como del comité de gobernanza y responsabilidad pública. Además, la junta cuenta con representantes de sectores como la biotecnología y la industria de franquicias de restaurantes. Cada uno de ellos contribuye a comités clave, como los de auditoría y compensación, fortaleciendo la toma de decisiones estratégicas. La diversidad de talentos y experiencias en distintas industrias resulta esencial para el éxito en la planificación y ejecución de las estrategias empresariales.

1.2.1.5 Estructura del departamento donde se realiza el proyecto de graduación

1. DRP Regiones
 - a. Región de Norte America (NA)
 - b. Región de Latinoamérica (LA)
 - c. Región de Europa, Oriente Medio y África (EMEA)
 - d. Región de Asia y Pacifico (APAC)
2. Supply Chain Leader – Luis Campos
3. SIP Operation Leader – Saray Navarro
4. Supply Flow Analyst – Hector Chinchilla
5. Line Team Leader

Ilustración 2 Estructura del departamento



Fuente: Elaboración propia

1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa o institución

Procter & Gamble (P&G) es una de las compañías más reconocidas y de mayor alcance en el sector de bienes de consumo a nivel global. Fundada en 1837 por William Procter y James Gamble en Cincinnati, Ohio, ha experimentado un crecimiento significativo a lo largo de los años.

Datos de Producción:

- En sus inicios, P&G se especializó en la fabricación de velas y jabones, consolidándose como un proveedor confiable durante la Guerra Civil estadounidense.
- En 1879, la compañía introdujo Crisco, el primer aceite vegetal comestible de marca, marcando su incursión en la industria alimentaria.
- A lo largo del siglo XX, P&G amplió su portafolio mediante adquisiciones estratégicas. En 1930, compró Thomas Hedley Co., lo que le permitió ingresar al mercado de productos para el hogar y la limpieza.

- En 1955, lanzó Tide en formato de detergente en polvo, un producto que rápidamente se convirtió en líder del mercado.
- Durante las siguientes décadas, P&G continuó su expansión internacional, adaptando sus productos a las necesidades y preferencias de los consumidores en distintos países.

Evolución de Productos y Servicios:

- En la década de 1980, P&G adquirió Richardson-Vicks, fortaleciendo su presencia en el segmento de cuidado personal y de la salud con marcas como Vicks y Pantene.
- En los años 90, la empresa siguió diversificándose con la compra de varias compañías, incluyendo Norwich Eaton Pharmaceuticals, especializada en productos para el cuidado de la salud.
- En los primeros años del siglo XXI, P&G se enfocó en la innovación y el desarrollo sostenible, destacando la introducción del detergente líquido concentrado Tide, diseñado para minimizar el impacto ambiental.
- La empresa ha mantenido su compromiso con la innovación y la expansión global, incorporando nuevos productos en áreas como el cuidado capilar, la salud bucal, el cuidado de la piel y los productos para el hogar.

1.3 Planteamiento del problema

1.3.1 Definición y medición del problema

En la planta Alce Blanco, productora de hilos dentales de Oral B, se abastecen los requerimientos de 4 regiones a nivel global. En dicha planta se ha identificado un desajuste crítico entre la producción y la demanda semanal. En los últimos dos años, se ha observado una disminución notable en los niveles de producción de la planta, debido a la pérdida de una de las 8 líneas de empaque, esto ha ocasionado la pérdida de un 20% de la producción semanal lo que ha generado aparte de pérdidas de aproximadamente \$ 80,000 USD semanales, también incumplimientos en la entrega de productos a las regiones solicitadas, creando así un backlog, que son pedidos retrasados, los cuales el cliente, o región en este caso, solicitan en cantidad y tiempo, y por determinado motivo no se puede cumplir ninguno de los plazos. De esta manera, va quedando en cola, una cantidad de pedidos retrasados el cual ha aumentado progresivamente hasta alcanzar un 129%.

Este problema se manifiesta en un efecto acumulativo semana tras semana, ya que no solo se deben cubrir los requerimientos semanales, sino también reducir el backlog existente. Sin embargo, la variabilidad natural en la demanda de las regiones debido a sobreventas y otros factores como paros por falta de materias primas, escasez de personal o rechazos de calidad, han agravado la situación. Actualmente, no existe un plan de acción definido para mitigar, controlar y disminuir este backlog ni para aumentar la capacidad de producción que nos permitiría reducir el rezago en producciones y amortiguar las producciones en caso de paros inesperados.

1.3.2 Justificación del proyecto

La planta Alce Blanco, encargada de abastecer hilos dentales de Oral B a cuatro regiones a nivel global, enfrenta una pérdida significativa en su desempeño operativo y financiero. La disminución del 20% en la producción semanal, causada por la pérdida de una de sus ocho líneas de empaque, ha generado pérdidas estimadas en \$80,000 USD por semana. Esta situación ha impactado directamente en la capacidad de cumplir con los pedidos en el tiempo solicitado, generando un backlog acumulado que ha alcanzado un 129% y provocando pérdidas totales superiores a los \$900,000 USD por pedidos retrasados que siguen en cola.

El efecto acumulativo de este rezago ha aumentado los costos operativos, reducido la eficiencia de la planta y deteriorado la capacidad de respuesta ante la demanda. Además, estas órdenes acumuladas representan ordenes no vendidas que se necesitan en los mercados, lo que provoca bajas producciones lo que afecta directamente la satisfacción de las regiones abastecidas, daña la imagen de la empresa y pone en riesgo la fidelidad de los clientes y la asignación futura de volúmenes de producción.

1.4 Objetivos del proyecto

1.4.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta de mejora en el proceso productivo de hilos dentales mediante la metodología DMAIC, que permita reducir el backlog generado

1.4.2 Objetivos específicos

1. Analizar las causas internas y externas que generan el backlog de producción de hilos dentales y su impacto en la productividad, con el fin de identificar áreas de mejora.
2. Plantear mejoras que permitan la reducción del backlog de producción de hilos dentales en la planta Alce Blanco.
3. Evaluar el impacto de las mejoras propuestas en los costos operativos y financieros de la empresa P&G, con el fin de validar la efectividad de las mejoras propuestas.

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcances

El proyecto se llevará a cabo en la planta de producción de hilos dentales de Oral B - P&G, ubicada en México con centro de operaciones en Costa Rica. Se centrará en mejorar la producción de producto terminado de la planta Alce Blanco. El análisis abarca toda la cadena de suministro, desde solicitud de requerimientos, compra de materiales, producción y despacho del producto. Los beneficiarios directos de este proyecto serán los colaboradores de la planta y el área de planificación, y clientes finales de distintas regiones del mundo. Durante el primer semestre del 2025.

1.5.2 Limitaciones

Las limitaciones que se presentan en la investigación se mencionan a continuación:

- Por temas de confidencialidad y privacidad de la información, la presentación de algunos datos exactos no será permitido, únicamente los que sean de conocimiento público o datos modificados por solicitud de la empresa.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En este capítulo, se presentan los conceptos clave que permiten una comprensión adecuada de la propuesta desarrollada en esta investigación. Se exploran los fundamentos teóricos relacionados con la disciplina y el ámbito de estudio del proyecto, así como los términos esenciales asociados a la gestión de proyectos.

Luego, se establecerán los argumentos generales que sustentan el impacto, la orientación y la estrategia del proyecto.

2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera

2.1.1 Ingeniería Industrial

La ingeniería industrial es una disciplina que se encarga del diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de personas, materiales, equipos, energía e información. Su enfoque se basa en el uso del conocimiento matemático, físico y social, junto con principios de diseño y análisis ingenieril, para optimizar procesos y recursos en diversas industrias. Esta rama de la ingeniería busca maximizar la eficiencia y minimizar costos mediante la aplicación de modelos científicos y tecnológicos, garantizando un desarrollo sostenible y ético en la gestión de operaciones y producción (Gutarra Meza, 2015).

Los ingenieros industriales poseen una formación multidisciplinaria que les permite desempeñarse en áreas como finanzas, gestión empresarial, mercadotecnia y administración de sistemas de producción de bienes y servicios. Para ello, requieren habilidades analíticas, capacidad de adaptación a los avances tecnológicos y una mentalidad empresarial orientada a la innovación. Además, su formación en valores éticos y su compromiso social los llevan a tomar decisiones que contribuyan al desarrollo económico y al bienestar de la sociedad (Gutarra Meza, 2015).

Asimismo, la ingeniería industrial enfatiza la optimización del uso de los recursos naturales y la implementación de sistemas de calidad, salud ocupacional y gestión ambiental. Los ingenieros industriales deben ser capaces de diseñar plantas de producción eficientes, gestionar operaciones y resolver problemas complejos con un enfoque crítico y práctico. Su capacidad para integrar conocimientos de distintas áreas los convierte en profesionales clave en la mejora de la productividad y competitividad de las empresas en un entorno globalizado (Gutarra Meza, 2015).

2.1.2 Mejora Continua

La mejora continua es una metodología que busca optimizar procesos, productos o servicios mediante pequeños ajustes progresivos en lugar de cambios drásticos. Su propósito es identificar áreas de oportunidad, analizar fallas y aplicar soluciones de manera gradual, lo que permite generar mejoras sostenibles en el tiempo. Este enfoque no se limita a la alta dirección, sino que involucra a todos los miembros de la organización, promoviendo una cultura de aprendizaje y optimización constante en las tareas diarias (Brand, 2024).

Además, la mejora continua contribuye a aumentar la eficiencia y la efectividad en las operaciones, beneficiando tanto a clientes como a empleados y a la organización en su conjunto. Al fomentar la adaptación a los cambios y la resolución ágil de problemas, las empresas pueden mantener su competitividad en el mercado. Este proceso permite un desarrollo organizacional flexible y dinámico, asegurando una evolución constante en respuesta a las necesidades del entorno (Brand, 2024).

2.1.3 La cadena de abastecimiento (Supply Chain)

Según Díaz Madero (2025), en el entorno empresarial actual, la cadena de suministros representa un elemento estratégico que influye directamente en el desempeño y competitividad de cualquier organización. Se trata de un sistema que abarca todas las etapas necesarias para llevar un producto desde su origen hasta su destino final, involucrando a proveedores, fabricantes, centros de distribución, minoristas y consumidores. Es decir, es el recorrido completo que realiza un bien, desde su concepción hasta que llega a manos del cliente final.

El correcto funcionamiento de cada etapa es esencial para garantizar que los productos se entreguen en condiciones óptimas. Si uno de los eslabones falla, puede generarse un efecto dominó que afecte la calidad del servicio, la puntualidad de la entrega y, en consecuencia, la percepción del cliente sobre la marca. Por ello, una cadena de suministros eficiente no solo mejora la operatividad interna, sino que también fortalece la experiencia del cliente.

Principales componentes de la cadena de suministros

La cadena de suministros se compone de varias funciones interrelacionadas. A continuación, se describen las más relevantes:

- **Aprovisionamiento:** Este proceso consiste en garantizar que la empresa cuente con los insumos necesarios para su operación, ya sean materias primas o productos terminados. Su correcta gestión permite ajustarse a los cambios en la demanda, mantener inventarios adecuados y reducir costos. Actualmente, herramientas digitales como los sistemas de planeación y los llamados "gemelos digitales" permiten replicar virtualmente el proceso de abastecimiento, facilitando la detección de ineficiencias y mejorando la toma de decisiones.

- **Producción:** Aquí se transforman los insumos en bienes finales. Una operación de producción ágil y controlada contribuye a reducir tiempos, elevar la calidad, minimizar desperdicios y responder adecuadamente a la demanda. La integración de tecnologías como simulaciones digitales permite prever problemas y mejorar la eficiencia antes de implementaciones reales.
- **Almacenamiento:** Una vez producidos los bienes, deben organizarse adecuadamente en almacenes. La gestión de almacenamiento asegura que los productos estén correctamente ubicados, clasificados y disponibles para su distribución. Sistemas como los WMS (Warehouse Management Systems) brindan visibilidad sobre el inventario, reducen errores de entrega y mejoran el control del flujo de mercancías.
- **Transporte:** Es la etapa en la que los productos se trasladan desde su origen hasta el cliente. Una logística de transporte bien planificada asegura entregas puntuales y a bajo costo. Hoy en día, soluciones tecnológicas como los TMS (Transportation Management Systems) permiten supervisar rutas, gestionar flotas y mejorar la trazabilidad de los envíos.

Una cadena de suministros bien estructurada permite a las empresas adaptarse rápidamente a los cambios del mercado, reducir costos y ofrecer un servicio más confiable. Algunos beneficios clave incluyen:

- Reducción de costos a través de una planificación más precisa y menos errores operativos.
- Mayor visibilidad en cada etapa del proceso, gracias a herramientas digitales que permiten un monitoreo en tiempo real.
- Mejora de la calidad del producto, al contar con procesos estandarizados y controlados.

- Incremento en la satisfacción del cliente, al lograr entregas más rápidas, personalizadas y sin errores, lo que fortalece la lealtad hacia la marca.

(Díaz Madero, 2025)

2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto

El objetivo de este proyecto es elaborar una propuesta destinada a diseñar un plan de mejora para aumentar la capacidad operativa y disminuir un backlog de producción. Esto se logrará mediante la aplicación de herramientas de ingeniería con el fin de optimizar su eficiencia.

2.2.1 Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de un proceso o algoritmo que muestra de manera visual los pasos a seguir para alcanzar una solución. Cada paso es representado por símbolos estandarizados conectados por flechas que indican la secuencia del proceso. Su correcta construcción es vital, ya que a partir de este se puede trasladar el proceso a un lenguaje de programación de manera más sencilla y directa (Universidad Veracruzana, 2020).

Además, los diagramas de flujo presentan el sistema como una red de procesos interconectados, describiendo el origen y destino de los datos, las transformaciones que sufren, los lugares donde se almacenan y los canales por los que circulan. Esta estructura permite entender el sistema de manera integral, identificando sus componentes y la relación entre ellos.

Importancia de los Diagramas de Flujo

Los diagramas de flujo son esenciales en la representación de procesos porque facilitan la comprensión visual del flujo de datos a través de un sistema. Permiten analizar procedimientos,

















identificar pasos redundantes o innecesarios, y optimizar los recursos involucrados en el proceso (Universidad Veracruzana, 2020).

Beneficios de los Diagramas de Flujo

Los principales beneficios de los diagramas de flujo incluyen:

- Claridad visual: Permiten entender fácilmente la estructura de un proceso.
- Detección de errores: Ayudan a identificar fallas o pasos redundantes en el flujo de trabajo.
- Comunicación efectiva: Sirven como herramienta visual para facilitar la comprensión entre los miembros de un equipo.
- Documentación del proceso: Actúan como referencia para la implementación y mejora continua del sistema.

Ilustración 3. Simbología usada en un diagrama de flujo

| SÍMBOLO | REPRESENTA | SÍMBOLO | REPRESENTA |
|---|---|---|---|
|  | Terminal. Indica el inicio o la terminación del flujo; puede ser acción o lugar; además se usa para indicar una unidad administrativa o persona que recibe o proporciona información. |  | Documento. Representa cualquier tipo de documento que entra, se utiliza, se genera o sale del procedimiento. |
|  | Disparador. Indica el inicio de un procedimiento, contiene el nombre de éste o el nombre de la unidad administrativa donde se da inicio. |  | Archivo. Representa un archivo común y corriente de oficina. |
|  | Operación. Representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento. |  | Conector. Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte lejana del mismo. |
|  | Decisión o alternativa. Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos. |  | Conector de página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente, en la que continúa el diagrama de flujo. |
|  | Nota aclaratoria. No forma parte del diagrama de flujo, es un elemento que se adiciona a una operación o actividad para dar una explicación. |  | Línea de comunicación. Proporciona la transmisión de información de un lugar a otro mediante? |
| SÍMBOLO | REPRESENTA | SÍMBOLO | REPRESENTA |
|  | Operación con teclado. Representa una operación en que se utiliza una perforadora o verificadora de tarjeta. |  | Dirección de flujo o línea de unión. Conecta los símbolos señalando el orden en que se deben realizar las distintas operaciones. |
|  | Tarjeta perforadora. Representa cualquier tipo de tarjeta perforada que se utilice en el procedimiento. |  | Cinta magnética. Representa cualquier tipo de cinta magnética que se utilice en el procedimiento. |
|  | Cinta perforada. Representa cualquier tipo de cinta perforada que se utilice en el procedimiento. |  | Tedado en línea. Representa el uso de un dispositivo en línea para promocionar información a una computadora electrónica u obtenerla de ella. |

NOTA: Los símbolos marcados con * son utilizados en combinación con el resto cuando se está elaborando un diagrama de flujo de un procedimiento en el cual interviene algún equipo de procesamiento electrónico.

Fuente: (Chung, 2017)

2.2.2 Diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado, es una herramienta visual diseñada para identificar las causas raíz de un problema dentro de una organización. Su estructura gráfica facilita la comprensión de los factores que generan una situación no deseada, permitiendo al equipo analizar de manera organizada y metódica las posibles fuentes del problema (Salesforce LATAM blog, 2022).

Importancia en un proceso

La importancia del Diagrama de Ishikawa radica en su capacidad para proporcionar claridad sobre los factores que afectan un proceso. Ayuda a las organizaciones a:

- Identificar causas raíz en lugar de abordar solo los síntomas.
- Visualizar la relación entre la causa y el efecto, facilitando la comprensión del problema.
- Promover el trabajo en equipo, involucrando diferentes áreas para aportar sus perspectivas.
- Estructurar la información de manera clara, permitiendo que el análisis sea más eficiente.
- Beneficios del Diagrama de Ishikawa

Algunas ventajas clave de utilizar esta herramienta incluyen:

- Claridad visual: Representa las causas de manera intuitiva y fácil de entender.
- Versatilidad: Se aplica en diversos sectores, desde manufactura hasta servicios.
- Simplicidad: No requiere herramientas complejas; basta con papel y lápiz o software básico.
- Fomenta la colaboración: Permite reunir a diferentes equipos para analizar el problema.

Sin embargo, también presenta limitaciones, como la subjetividad en la identificación de causas, la dependencia del conocimiento del equipo y la falta de soluciones directas —es decir, el diagrama identifica las causas, pero no resuelve el problema por sí mismo (Salesforce LATAM blog, 2022).

Partes del Diagrama de Ishikawa

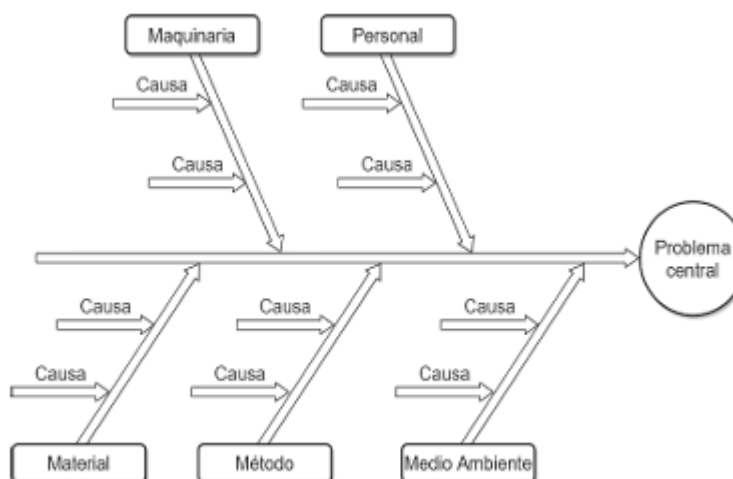
El diagrama se estructura bajo el principio de causa y efecto, y se organiza de la siguiente forma:

- **Problema central (efecto):** Se coloca al final de una flecha horizontal, dentro de un rectángulo.
- **Espinas principales (categorías):** Se dibujan líneas diagonales que representan las posibles categorías de causas.
- **Causas específicas:** De cada espina principal surgen ramas más pequeñas que detallan las causas particulares.

Una de las estructuras más comunes para organizar las categorías es la Matriz de las 6 “M”:

- **Medida:** Errores en la medición de datos o control de calidad.
- **Máquina:** Fallos en el equipo o falta de mantenimiento.
- **Material:** Mala gestión o baja calidad de los insumos.
- **Mano de obra:** Errores humanos por falta de capacitación o negligencia.
- **Método:** Ineficiencia en los procedimientos o sistemas utilizados.
- **Medio ambiente:** Factores externos o condiciones inadecuadas en el entorno laboral

Ilustración 4. Ejemplo de diagrama de Ishikawa



Fuente: (Delgado et al., n.d.)

2.2.3 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta de análisis que ayuda a clasificar y priorizar problemas dentro de un proceso, basado en la regla 80/20, la cual indica que el 80 % de los efectos provienen del 20 % de las causas (Velázquez, 2018). Se representa como un gráfico de barras donde los problemas o factores están ordenados de mayor a menor impacto, facilitando la identificación de los aspectos más críticos que requieren atención.

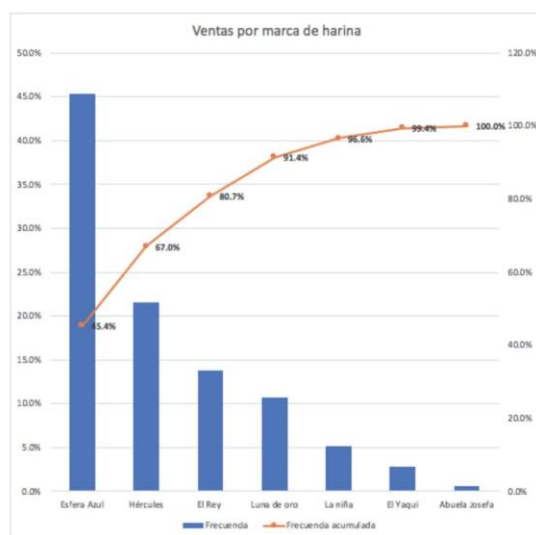
Esta técnica es útil en diversos ámbitos, especialmente en la mejora de procesos y toma de decisiones empresariales. Su aplicación permite identificar las causas principales de un problema, priorizar esfuerzos de mejora y optimizar la asignación de recursos. Además, proporciona una representación visual clara, lo que facilita la comunicación dentro de los equipos de trabajo y la toma de decisiones informadas.

El uso del diagrama de Pareto tiene múltiples beneficios, como ahorrar tiempo y recursos, mejorar la eficiencia operativa y aumentar la satisfacción del cliente. Su aplicación en negocios permite

analizar la producción, identificar productos de mayor rentabilidad y detectar problemas que afectan la calidad o el desempeño de un proceso.

En conclusión, el diagrama de Pareto es una herramienta esencial para cualquier organización que busque mejorar sus procesos mediante el análisis de datos y la optimización de recursos. Su enfoque basado en priorización permite resolver problemas de manera eficiente y estratégica, logrando así un impacto positivo en la productividad y competitividad empresarial (Velázquez, 2018).

Ilustración 5. *Ejemplo de diagrama de Pareto*



Fuente: (Aldrin Velázquez, 2018)

2.2.4 Los 5 Porqués

La técnica de los 5 Porqués es un método de análisis de problemas basado en preguntas sucesivas para identificar la causa raíz de una situación no deseada. Su objetivo es explorar la relación causa-efecto de un problema, permitiendo profundizar en sus orígenes mediante la repetición de la pregunta "¿Por qué?" aproximadamente cinco veces (Rodríguez, 2019). Fue desarrollada por

Toyota como parte de su Sistema de Producción Toyota (TPS) y hoy en día es ampliamente utilizada en metodologías como Six Sigma y mejora continua.

Este enfoque es especialmente útil para evitar soluciones superficiales, ya que muchas veces los síntomas de un problema se confunden con sus verdaderas causas. Al aplicar correctamente los 5 Porqués, se logra una investigación basada en hechos que facilita la toma de decisiones fundamentadas. Además, ayuda a generar múltiples ideas para abordar la causa raíz y desarrollar acciones correctivas efectivas.

Su aplicación es sencilla y efectiva, sobre todo en problemas con pocas variables. Es recomendable que los equipos de trabajo involucrados en el problema participen activamente en el análisis, ya que muchas soluciones pueden encontrarse dentro del mismo grupo sin necesidad de intervención de niveles superiores. Sin embargo, si el problema es complejo o presenta múltiples causas raíz, puede ser necesario complementar esta técnica con otras herramientas de análisis.

En conclusión, la técnica de los 5 Porqués es una herramienta poderosa para la resolución de problemas, ya que permite encontrar las verdaderas causas de una situación y establecer soluciones duraderas. Su implementación adecuada en los equipos de trabajo no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también fortalece la cultura de mejora continua dentro de las organizaciones (Rodríguez, 2019).

Ilustración 6. Ejemplo de diagrama 5 Porqués

| Descripción del problema | 1er ¿Por qué? | 2do ¿Por qué? | 3er ¿Por qué? | 4to ¿Por qué? | 5to ¿Por qué? |
|--|---|---|--|---|--|
| Vibración en máquina de línea de soldadura | ¿Por qué hay vibración en la máquina de la línea de soldadura? | ¿Por qué los baleros de rodamiento generan vibración de la máquina? | ¿Por qué los baleros presentan desgaste prematuro? | ¿Por qué presentan falta de lubricación? | ¿Por qué no está considerada dentro de las tareas de mantenimiento preventivo de la máquina? |
| | Porque los baleros de rodamiento generan vibración de la máquina | Porque los baleros presentan desgaste | Porque presentan falta de lubricación | Porque no está considerada dentro de las tareas de mantenimiento preventivo de la máquina | Porque la lubricación de baleros no fue considerada como tarea crítica en el PM |
| | | | | | |
| | Cuando la causa raíz es una de las 5 razones, se debe dejar de preguntar por qué | | | | |

Fuente: (Rodríguez, 2019)

2.2.5 Diagrama de Gantt

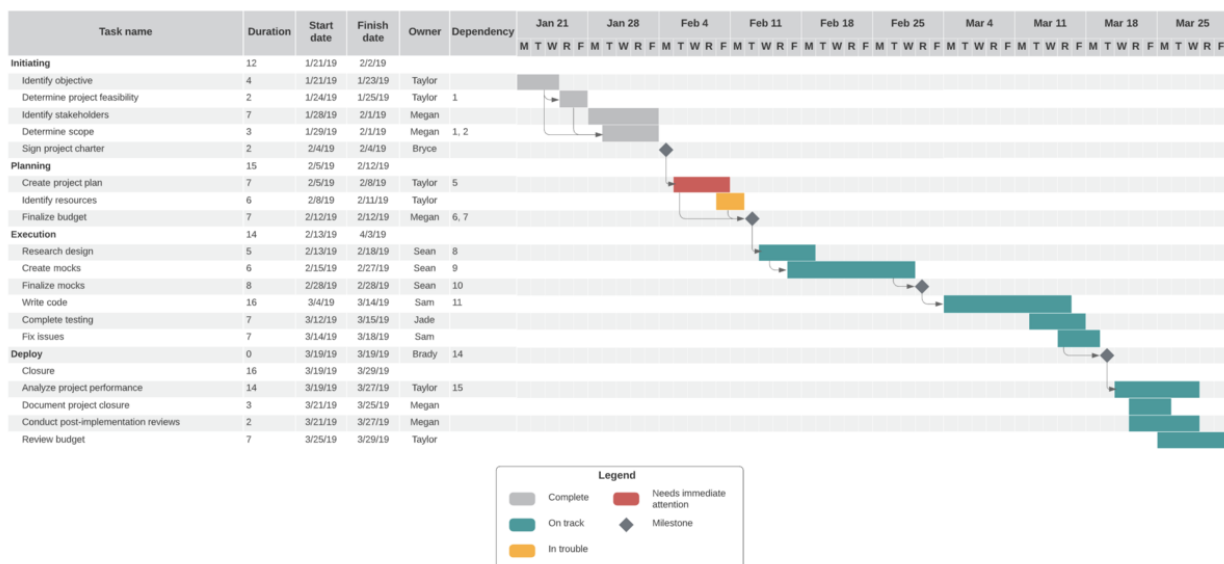
El diagrama de Gantt es una representación visual de un proyecto estructurada en una línea de tiempo. Cada tarea es representada por una barra horizontal cuya longitud indica la duración estimada. Este diagrama suele incluir elementos esenciales como:

- Gráfico de barras de línea de tiempo: Proporciona la estructura general del diagrama.
- Barras de Gantt: Representan cada tarea con su duración y estado de avance.
- Nombres de tareas: Identifican cada actividad dentro del proyecto.
- Escala temporal: Define el periodo de tiempo representado (horas, días, semanas, etc.).
- Hitos: Indican puntos clave o entregables dentro del cronograma.
- Dependencias: Muestran la relación entre tareas, indicando cuáles deben completarse antes de iniciar otras.
- Fechas: Determinan los tiempos de inicio y finalización de cada actividad y del proyecto en su totalidad.

El diagrama de Gantt ofrece numerosos beneficios para la gestión de proyectos, entre los cuales se destacan:

- Permite visualizar el estado del proyecto de manera clara y organizada.
- Facilita la comunicación entre los miembros del equipo y los interesados en el proyecto.
- Ayuda a establecer fechas de entrega realistas y gestionar posibles obstáculos.
- Asigna responsabilidades de manera estructurada, asegurando la correcta ejecución de cada tarea.
- Mejora la planificación al identificar dependencias entre tareas y optimizar recursos.

Ilustración 7. Ejemplo del Diagrama de Gantt



Fuente: (Diagrama de Gantt: *Qué Es Y Para Qué Sirve*, 2025)

2.2.6 Diagrama SIPOC

El diagrama SIPOC es una herramienta de gestión de calidad utilizada para representar de manera clara los elementos clave de un proceso. Su nombre proviene del acrónimo en inglés de Suppliers (proveedores), Inputs (entradas), Process (proceso), Outputs (salidas) y Customers (clientes). Este diagrama permite visualizar de manera estructurada el flujo de un proceso desde su inicio hasta la entrega del producto o servicio al cliente.

Un diagrama SIPOC es útil para mejorar la comprensión y eficiencia de un proceso al identificar los componentes esenciales y su interrelación. Esto al presentar una claridad en el proceso y proporciona una visión global y estructurada del flujo de trabajo, facilitando su análisis. Así también ayuda a reconocer las partes críticas del proceso, incluyendo los insumos necesarios y los resultados esperados. Al visualizar el proceso, se pueden encontrar puntos de ineficiencia y proponer mejoras.

Este diagrama es ampliamente utilizado en la gestión de calidad, mejora continua y metodologías como Lean y Six Sigma, contribuyendo a optimizar la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente.

Elementos claves:

- **Proveedores:** Se refiere a quién suministra los insumos, prestando especial atención a aquellos proveedores cuyas entradas tienen un impacto directo en las salidas.
- **Entradas:** Indica qué insumos son necesarios para que funcione el proceso.
- **Proceso:** Describe el propio proceso, desde su inicio hasta su finalización, permitiendo completar el resto del diagrama.

- **Salidas:** Se refiere a los resultados o productos finales del proceso.
- **Cientes:** Identifica quiénes se benefician del proceso, que no necesariamente tienen que ser los clientes finales.

(Ortega, 2023)

Ilustración 8. Ejemplo del Diagrama SIPOC



Fuente: (Ortega, 2023)

2.2.7 Gráficos Estadísticos

Los gráficos estadísticos son herramientas fundamentales para visualizar datos, facilitando la interpretación de tendencias, patrones y relaciones entre variables. Su uso es clave para realizar análisis comparativos y mejorar la toma de decisiones.

Tipos de Datos y su Clasificación

Para seleccionar la representación gráfica más adecuada, es esencial comprender los tipos de datos:

- Cualitativos: Describen características sin valores numéricos. Se dividen en:
 - Ordinales: Tienen un orden lógico (ej. niveles de satisfacción en encuestas).
 - Categóricos: No siguen un orden preestablecido (ej. estado civil, preferencias).
- Cuantitativos: Expresan valores numéricos y se subdividen en:
 - Discretos: Valores enteros y finitos (ej. número de hijos en una familia).
 - Continuos: Admiten valores intermedios (ej. altura de una persona).

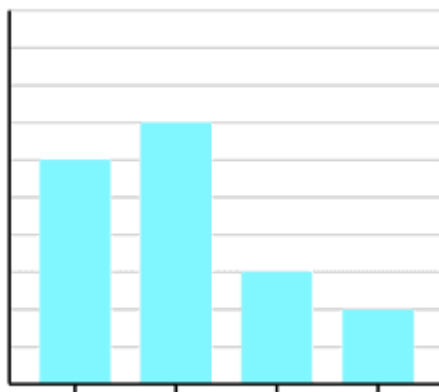
Escoger el gráfico adecuado es fundamental para evitar interpretaciones erróneas.

Tipos de Gráficos Estadísticos Más Usados

La elección del gráfico depende de la claridad y facilidad de lectura de los datos. Entre los más utilizados destacan:

- Gráfico de barras: Representa categorías mediante barras horizontales o verticales, útil para comparar magnitudes.

Ilustración 9. Ejemplo del Gráfico de barras



Fuente: (UNIR, 2021)

- Gráfico de líneas: Conecta puntos con líneas para mostrar tendencias a lo largo del tiempo.

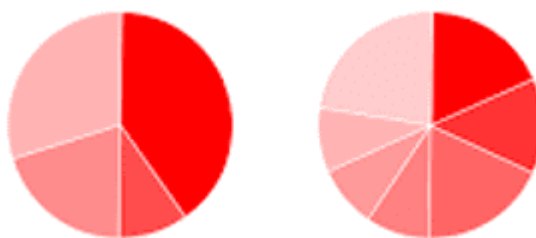
Ilustración 10. Ejemplo del Gráfico de líneas



Fuente: (UNIR, 2021)

- Gráfico circular (torta o sectores): Representa proporciones en un total, aunque su uso es limitado cuando hay muchas categorías.

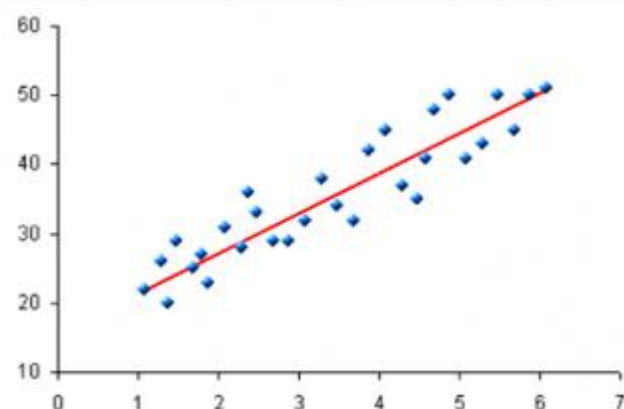
Ilustración 11. Ejemplo del Gráfico circular



Fuente: (UNIR, 2021)

- Gráfico de dispersión: Relaciona dos variables mediante puntos dispersos.

Ilustración 12. Ejemplo del Gráfico de dispersión



Fuente: (UNIR, 2021)

El uso de gráficos estadísticos facilita la toma de decisiones informadas en áreas como marketing, economía e investigación científica. Permiten analizar tendencias, presentar resultados y respaldar estrategias con datos visuales comprensibles. En el ámbito empresarial, son herramientas esenciales para evaluar indicadores clave de desempeño (KPI) y mejorar la comunicación con equipos y clientes. (*Tipos de Gráficos Estadísticos: Útil Herramienta de Análisis de Datos*, 2023)

2.2.8 Metodología DMAIC

La metodología DMAIC es un enfoque estructurado que forma parte fundamental de Lean Six Sigma, orientado a la mejora continua de procesos. Su nombre corresponde a las siglas de sus cinco etapas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Esta metodología es especialmente útil para abordar problemas complejos dentro de las organizaciones, ya que proporciona una guía clara para identificar, analizar y resolver fallos en los procesos, con el objetivo de optimizar el rendimiento y la calidad operativa (Socconini, 2023).

Cada fase de DMAIC tiene un propósito específico. En la etapa de Definir, se establece el problema y se identifican las necesidades del proyecto. Luego, en Medir, se recopilan datos para

entender el estado actual del proceso. En Analizar, se investigan las causas raíz del problema usando herramientas como los 5 Porqués o el diagrama de Ishikawa. Posteriormente, en Mejorar, se desarrollan e implementan soluciones eficaces. Finalmente, Controlar asegura que los cambios se mantengan a largo plazo mediante planes de seguimiento y control estandarizado.

DMAIC no solo ayuda a resolver problemas de manera efectiva, sino que también fomenta una cultura organizacional basada en la toma de decisiones sustentada en datos y hechos. Gracias a esta metodología, las organizaciones pueden mejorar la calidad de sus productos o servicios, reducir errores, maximizar la eficiencia y ofrecer mayor valor a clientes y partes interesadas. Es, por tanto, una herramienta clave para impulsar la transformación operativa y mantener una ventaja competitiva sostenible (Socconini, 2023).

2.2.9 Técnicas de evaluación de rentabilidad del proyecto

El Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) son herramientas ampliamente utilizadas en la evaluación de la viabilidad financiera de proyectos de inversión. El VAN estima el valor presente de los flujos de caja futuros que genera un proyecto, aplicando una tasa de descuento específica, con el fin de determinar si dicho proyecto aporta valor a la empresa. Tal como explica Solé Madrigal (2011), una diferencia clave entre ambas técnicas radica en sus supuestos de reinversión: mientras que la TIR asume que los flujos intermedios se reinvierten a la misma tasa de rentabilidad del proyecto, el VAN considera que se reinvierten a la tasa de descuento establecida. Esta distinción confiere una ventaja metodológica al VAN frente a la TIR.

Por su parte, la TIR se define como aquella tasa de descuento que iguala el valor actual de los flujos de caja proyectados con el desembolso inicial del proyecto. Es especialmente útil para

comparar iniciativas de distinta magnitud y evaluar su rentabilidad. No obstante, Solé Madrigal (2011) advierte que la TIR se obtiene resolviendo una ecuación polinómica de grado n , siendo n el número de periodos del proyecto (p. 440). Esto puede originar múltiples soluciones o, en algunos casos, ninguna, lo que complica su aplicación y pone en duda su uso generalizado.

En el marco de esta investigación, ambas herramientas —VAN y TIR— resultan útiles para analizar la rentabilidad de distintas opciones en la gestión de inventarios. Su aplicación permitirá a P&G identificar la estrategia que aporte mayor valor económico, considerando los flujos de caja esperados y la tasa de descuento correspondiente. No obstante, es recomendable priorizar el uso del VAN, ya que presenta menor complejidad matemática y facilita la comparación entre alternativas. Además, en la toma de decisiones sobre gestión de inventario, P&G deberá incorporar factores cualitativos relevantes, como el alineamiento con su estrategia corporativa y el impacto en la experiencia del cliente.

2.2.10 Backlog y Backorder

En el contexto de la gestión de la cadena de suministro, es fundamental entender dos conceptos que a menudo se confunden: backlog (atraso) y backorder (pedido pendiente). Aunque ambos se refieren a pedidos que aún no se han entregado, sus implicaciones para una empresa como Procter & Gamble (P&G) son muy diferentes.

Según Jackman, el backlog hace referencia a los pedidos que ya han sido registrados y que están programados para entregarse dentro del plazo establecido. Se trata de una situación favorable, ya que indica que la empresa mantiene una demanda activa y planificada, con tiempos de entrega aceptables. En este sentido, un atraso gestionado de forma adecuada no solo genera ingresos

constantes, sino que también puede mantener a los empleados ocupados y a los clientes satisfechos, siempre y cuando los plazos prometidos se cumplan.

Por otro lado, el backorder representa aquellos pedidos que, aunque debieron enviarse en una fecha concreta, no lograron ser despachados a tiempo. Esta situación suele tener consecuencias negativas, ya que afecta directamente la satisfacción del cliente. En muchas ocasiones, los consumidores optan por cancelar el pedido y buscar un proveedor alternativo, lo que conlleva una pérdida de confianza y, potencialmente, de futuras ventas.

Para una compañía global como P&G, la acumulación de backorders puede tener efectos en cadena, amplificando pequeños cambios en la demanda del consumidor hasta provocar disrupciones significativas en su red de suministro. Por ejemplo, un leve descenso en los pedidos podría ser malinterpretado como una caída mayor, provocando reducciones excesivas en la producción y agravando aún más el problema. (Jackman, 2020)

2.2.11 Productividad

La productividad es un concepto clave dentro del ámbito económico y empresarial, ya que permite evaluar cuán eficientemente una organización está utilizando sus recursos para generar bienes o servicios que aporten valor. Este indicador refleja la capacidad de transformar insumos en resultados rentables, lo cual es esencial para mejorar la competitividad de una empresa.

En términos prácticos, la productividad se calcula dividiendo la cantidad de productos o servicios generados entre los recursos que se utilizaron para producirlos. Estos recursos pueden incluir trabajo humano, maquinaria, tecnología, tierra o capital, dependiendo del tipo de actividad que se lleve a cabo.

Tipos de productividad

Existen distintas formas de analizar la productividad, entre las cuales destacan tres:

- **Productividad laboral:** Se refiere a la cantidad de producción obtenida por cada hora de trabajo. Es especialmente útil para evaluar el rendimiento de los colaboradores dentro de una empresa.
- **Productividad total de los factores (PTF):** Considera todos los recursos utilizados en el proceso productivo. Se calcula dividiendo la producción total entre la suma de todos los factores empleados (como capital, trabajo y tecnología), y ofrece una visión integral del desempeño general.
- **Productividad marginal:** Esta mide el cambio en la producción cuando se aumenta uno de los factores de producción, manteniendo constantes los demás. Es útil para analizar el impacto de pequeñas variaciones en los recursos.

Indicadores de productividad

Las empresas utilizan diversos indicadores para analizar su eficiencia, conocidos como KPIs (Key Performance Indicators o indicadores clave de desempeño). Estos pueden enfocarse en el uso del tiempo, el rendimiento de las máquinas, el aprovechamiento del capital, entre otros aspectos. Permiten tomar decisiones estratégicas para optimizar procesos y mejorar resultados.

Cálculo de la productividad

El cálculo básico de la productividad sigue esta fórmula:

$$Productividad = Producción\ total / Recursos\ utilizados$$

(Santander, 2025)

Este cociente puede aplicarse a diferentes contextos: número de unidades fabricadas por máquina, cantidad de servicios prestados por hora o rendimiento por cada unidad monetaria invertida.

Por ejemplo, para calcular la productividad laboral, se utiliza:

$$\textit{Productividad laboral} = \textit{Total de bienes producidos} / \textit{Total de horas trabajadas}$$

(Santander, 2025)

En cambio, si se busca conocer la productividad global, se considera el valor económico de la producción frente al costo total incurrido:

$$\textit{Productividad global} = \textit{Valor total de la producción} / \textit{Costo total de los recursos}$$

(Santander, 2025)

Diferencia entre producción y productividad

Es importante no confundir productividad con producción. Mientras que la producción se enfoca en la cantidad total de bienes o servicios generados a partir de ciertos insumos, la productividad mide qué tan eficientemente se utilizan esos insumos. Es decir, la productividad evalúa el rendimiento y el aprovechamiento de los recursos, no solo el volumen producido. (Santander, 2025)

2.2.12 Indicadores claves de desempeño (KPI)

Los indicadores clave de desempeño (KPI, por sus siglas en inglés) representan métricas cuantitativas que permiten medir el progreso de una organización, equipo o individuo hacia el cumplimiento de sus metas estratégicas. Son herramientas fundamentales en la gestión

empresarial, ya que proporcionan información clara sobre qué tan cerca se está de alcanzar un objetivo determinado (Martins, 2024).

Un KPI bien definido cumple con características esenciales: debe ser específico, medible, relevante, alcanzable y limitado en el tiempo. Estas características se relacionan con el modelo SMART, ampliamente utilizado en la planificación estratégica. Al establecer un KPI, se facilita la alineación entre los esfuerzos individuales y los objetivos colectivos, promoviendo la toma de decisiones basada en datos objetivos (Martins, 2024).

Por otra parte, las métricas de negocio son indicadores que permiten evaluar el rendimiento de procesos, departamentos o áreas específicas de la empresa. Aunque los KPI también son métricas, no todas las métricas pueden considerarse KPI. La diferencia radica en el hecho de que los KPI están directamente vinculados a los objetivos estratégicos de la organización, mientras que las métricas generales permiten evaluar el estado de distintos aspectos del negocio sin necesariamente reflejar un impacto directo en las metas organizacionales (Martins, 2024).

En este contexto, otra metodología relevante es el sistema de objetivos y resultados clave (OKR). A diferencia de los KPI, los OKR se estructuran mediante una fórmula que combina un objetivo cualitativo con varios resultados clave, los cuales pueden ser cuantitativos o cualitativos. Mientras que los KPI se enfocan en el seguimiento continuo de un indicador específico, los OKR proporcionan una visión más integral del progreso hacia un objetivo ambicioso. De hecho, los resultados clave (KR) en los OKR pueden incluir uno o varios KPI como referencia de medición (Martins, 2024).

Existen diversos tipos de métricas aplicables a múltiples áreas funcionales. Por ejemplo, en el área financiera se pueden usar indicadores como el retorno sobre la inversión (ROI) o el margen neto

de beneficio. En marketing, métricas como la tasa de clics (CTR) o el número de clientes potenciales calificados son comunes. En operaciones, el tiempo promedio de entrega o la cantidad de errores reportados son indicadores valiosos. Cada KPI debe seleccionarse en función del objetivo estratégico al que se desea contribuir, garantizando su pertinencia y utilidad (Martins, 2024).

El proceso de implementación de un KPI incluye definir el objetivo a alcanzar, identificar las métricas que permitirán evaluarlo y establecer el periodo en el que se espera lograrlo. Una vez establecidos, es esencial monitorear su evolución y comunicar su progreso a todas las partes interesadas. Para lograr una gestión eficiente, muchas empresas integran estas métricas dentro de plataformas digitales de gestión de proyectos, facilitando la trazabilidad del avance y la toma de decisiones informadas (Martins, 2024).

2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto

El proyecto en estudio implica el diseño de un plan de mejora en la producción de hilos dentales que permita reducir el backlog generado e incrementar la productividad en una de las plantas de Procter & Gamble.

La implementación de esta propuesta tiene el potencial de brindar a la empresa una serie de beneficios significativos que pueden generar un impacto positivo al optimizar la eficiencia de su producción actual. Seguidamente se enumeran los beneficios que la empresa P&G podría obtener al poner en práctica esta propuesta:

- Mejora en la calidad del servicio al cliente: La reducción de pérdidas de venta debido a la falta de producción puede aumentar la fidelidad de los clientes y elevar el nivel de calidad del servicio.
- Optimización del flujo de producciones: Solicitudes de pedidos más eficientes y una mayor rotación de pedidos pueden contribuir a mejorar el flujo de producciones de la empresa.
- Aumento en ventas: Al reducir la cantidad de pedidos retrasados, y aumentando la productividad de las líneas de producción, se logrará vender más producto a las regiones.
- Identificación precisa de la ubicación de los productos: Un inventario ordenado y debidamente identificado por ubicación permitirá una respuesta más rápida a las necesidades de los clientes.
- Control exhaustivo en las producciones y ritmo de producción: Al tener un control sobre el ritmo de producción de las máquinas, y mejorar la capacidad de producción de las mismas, se tendrá un control sobre los pedidos retrasados, teniendo así una visibilidad mayor de cuando la situación mejora o empeora.

2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes

De acuerdo con Parreaguirre, en su documento “Mejoramiento en el cumplimiento a clientes (order fill) de la empresa alimentos Bermúdez SA en el periodo del tercer cuatrimestre de 2016”, realizado en Abril 2017, indica que su objetivo principal es el de “Mejorar el cumplimiento a clientes (order fill), de la empresa Alimentos Bermúdez S.A, de manera que se alcancen los objetivos de producción de la compañía efectivamente.” (Parreaguirre, 2017).

En este proyecto, lo que el autor abordado la optimización de la gestión de materiales y producción en entornos industriales con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa. Un ejemplo relevante es la aplicación de un sistema de Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP) y logró reducir el exceso de inventario y optimizar los tiempos de reabastecimiento. La implementación de este sistema permitió determinar con precisión la cantidad de materias primas necesarias mediante un BOM (Bill of Materials), logrando un mejor control del stock y una mayor eficiencia operativa, que es justo lo que el presente proyecto busca. (Parreaguirre, 2017).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO

En este capítulo se introduce la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar), la cual se emplea para llevar a cabo este proyecto.

El propósito de utilizar esta metodología es asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos para la realización del proyecto.

3.1 Metodología para la definición del problema

En esta sección se aplica la primera etapa (Definir) del ciclo DMAIC para delinear el problema de este proyecto. Durante esta etapa, se identificó la situación actual de la empresa mediante herramientas de ingeniería. En la tabla 1 se presenta el detalle del planteamiento de esta etapa.

Tabla 1. Metodología para la definición del problema

| ETAPA | OBJETIVO | ACTIVIDADES POR REALIZAR | HERRAMIENTAS |
|---------|---|--|---|
| Definir | Diagnosticar la situación actual que generan el backlog de producción y decrecen la productividad del negocio | Identificación del proceso de producción | 1. Diagrama de flujo 2. Datos históricos 3. Diagrama SIPOC 4. Gráficos |

Fuente: *Elaboración propia.*

Nota: Esta tabla muestra el detalle sobre la metodología para la definición del problema.

Para definir el problema, se solicitarán al departamento de planeación y a la persona encargada de secuenciar las producciones semanales, un informe sobre cuantas órdenes está pendientes de producción clasificado por semana. A su vez los datos históricos por mes de cómo han ido

aumentando en el transcurso del tiempo las ordenes pendientes, esto para realizar un análisis detallado de la información. Además, se llevará a cabo una observación del proceso de control de producciones con el objetivo de desarrollar un diagrama de flujo que represente este proceso.

3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto

Esta etapa se centra en la segunda fase del ciclo DMAIC, conocida como "Medir". El objetivo principal es recolectar datos e información relevantes para analizar y evaluar el desempeño actual en la producción de productos terminados.

Durante esta fase, se realizarán actividades específicas para recopilar datos cuantitativos y cualitativos que proporcionen una visión clara y completa de la gestión actual de la producción y/o productividad del proceso. Esto puede implicar la revisión de registros históricos de producción, el análisis de informes de ventas, análisis del comportamiento de las ordenes retrasadas asociado a la cantidad y fecha acordadas.

Además, se utilizarán herramientas y técnicas adecuadas para garantizar la precisión y fiabilidad de los datos recopilados. A continuación, se detalla en la tabla cómo se obtendrá la información y cuáles son sus objetivos específicos.

Tabla 2. Metodología para la medición del problema

| ETAPA | OBJETIVO | ACTIVIDADES POR REALIZAR | HERRAMIENTAS |
|--------------|--|--|----------------------------|
| Medir | Identificar las causas que generan deficiencias en el proceso de producción de hilos dentales de la empresa. | Tabulación la información recolectada. Identificación de las causas detectadas en el proceso producción | 1. Gráficos 2. Fórmulas |

Fuente: *Elaboración propia.*

Nota: La tabla representa el detalle sobre la metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto.

Al concluir esta etapa, se anticipa disponer de una base de datos robusta que facilite la identificación de áreas de mejora y la establezca de medidas cuantificables para monitorear el progreso durante el proceso de mejora continua.

3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio

En esta fase del proceso, en la tercera etapa del ciclo DMAIC, conocida como "Analizar". El objetivo principal es identificar las causas raíz de las deficiencias en la productividad en el proceso de producción de productos terminados de la empresa P&G. A tal efecto, implica un análisis exhaustivo de la situación problemática que incluye tanto el estado actual de la producción como

los factores que han contribuido a las actuales ineficiencias que no permiten cumplir con los requerimientos solicitados semanalmente.

Algunas de las herramientas clave utilizadas son la técnica de “Los 5 porqués”, que implica una serie de preguntas iterativas que permiten revelar las causas subyacentes, es decir, buscar la raíz de los problemas, el Diagrama de Pareto, que brinda una visualización y priorización de las causas más significativas, lo que ayuda a centrar los esfuerzos en los procesos que tienen un impacto más significativo en el proceso, así también el Diagrama de Ishikawa, que permite analizar y segmentar cada posible causas en las 6 M de la ingeniería, con el fin de encontrar las más representativas en el proceso. Estas actividades aseguran que el problema se aborde desde el núcleo y no solo desde la superficie, desde los síntomas.

Tabla 3. Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio

| ETAPA | OBJETIVO | ACTIVIDADES POR REALIZAR | HERRAMIENTAS |
|--------------|---|--|--|
| Analizar | Identificar las causas raíz subyacentes del problema, las que generan deficiencia en el proceso de producción | Análisis y evaluación del problema y de las causas raíz en el proceso actual de producción de hilos dentales | 1. Diagrama 5 Porqués 2. Diagrama de Pareto 3. Diagrama Ishikawa |

Fuente: Elaboración propia.

Nota: La tabla representa el detalle sobre la metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.

Al concluir esta etapa, se espera obtener una comprensión clara de las causas subyacentes del problema, lo que facilitará el avance hacia la fase de “Mejorar” con soluciones fundamentadas y centradas en los resultados.

3.4 Metodología para la implementación del proyecto

En esta fase del proceso, en la cuarta etapa del ciclo DMAIC, conocida como “Implementar”. Durante esta etapa, el enfoque es llevar a cabo las soluciones diseñadas para abordar las causas raíz identificadas durante la fase de “Analizar” en el contexto de la mejora de producción de productos terminados y reducción de los pedidos retrasados.

Tabla 4. Metodología para la propuesta la implementación del proyecto

| ETAPA | OBJETIVO | ACTIVIDADES POR REALIZAR | HERRAMIENTAS |
|-------------|---|--|----------------------|
| Implementar | Proponer el diseño de una mejora en el proceso productivo para aumentar la productividad y disminuir los pedidos pendientes | Planificación de acciones de mejora para dar solución al problema y las causas identificadas. Diseño de un plan para la implementación de la mejora de productividad | 1. Diagrama de Gantt |

Fuente: *Elaboración propia.*

Nota: La tabla representa el detalle sobre la metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.

Las soluciones pueden variar desde cambios en los procesos operativos hasta la implementación de nuevas tecnologías, herramientas o maquinaria para mejorar la productividad. Es importante garantizar que las soluciones propuestas sean factibles, prácticas y estén alineadas con los objetivos organizacionales.

Desde el análisis, las estrategias de mejora se desarrollan y prueban para optimizar la productividad de las líneas de producción de hilos dentales, mejorar las previsiones de demanda y establecer mecanismos y estrategias para reducir la cantidad de pedidos retrasados.

Se planea implementar una mejora en el proceso de producción más dinámico y amplio para ser adaptable a las fluctuaciones del mercado y las necesidades de las regiones. Por lo tanto, la solución del problema se encuentra en el análisis de las causas de la caída en productividad en la producción de hilos dentales, y, basándose en los pasos de la metodología DMAIC, se optimiza las estrategias de producción mediante la alineación de estrategias y aumento de la capacidad operativa, mejor previsión de la demanda y plazo de entrega, lo que elimina los costos no deseados y optimiza la eficacia de la planta.

Al finalizar esta etapa, se espera haber implementado con éxito las soluciones definidas, lo que permitirá avanzar hacia la fase final del ciclo DMAIC, la etapa de "Controlar".

3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados

En esta etapa final del proceso, nos centramos en la quinta etapa del ciclo DMAIC, conocida como "Controlar".

Tabla 5. Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados

| ETAPA | OBJETIVO | ACTIVIDADES POR REALIZAR | HERRAMIENTAS |
|--------------|---|---|--|
| Controlar | Establecer medidas para monitorear y mantener las mejoras implementadas durante las etapas anteriores del ciclo DMAIC, específicamente en el proceso productivo de hilos dentales | Definición de las acciones a controlar y los responsables. Elaboración del plan de control o dashboard de control. | 1. Plan de control con KPI 2. Dashboard |

Fuente: *Elaboración propia.*

Nota: La tabla representa el detalle sobre la metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.

Durante esta etapa, se elaboran planes de control que incluyen indicadores de capacidad/producción y sistemas de seguimiento para evaluar de manera continua el rendimiento del proceso de producción de los hilos dentales.

Por otro lado, en el marco de la investigación, la implementación de variados métodos es esencial para asegurar un control eficiente y una retroalimentación constante. En este sentido, los tableros de control, que requieren ser monitorizados en tiempo real para obtener información vital acerca de los indicadores claves de rendimiento, como stock de producción, tiempos de entrega,

inventario retrasado, facilitan una visión clara y rápida para detectar problemas o desviaciones que ocurran en cualquier etapa del proceso, permitiendo tomar decisiones correctivas a tiempo.

Asimismo, los informes periódicos, que se generan a intervalos escogidos en forma regular para un período predefinido, ofrecen una descripción detallada del estado de las producciones retrasadas, para asegurar un seguimiento continuo de las estrategias que se han implantado con el objetivo de trazar planes para la reducción de dichas producciones retrasadas.

Al completar esta fase, se establece un ciclo integrado de retroalimentación para asegurarse de que las reformas asumidas en la producción de hilos dentales sean sostenibles en el tiempo. Dicho ciclo implica la supervisión continua del desempeño de los ajustes para obtener resultados y descubrir nuevas áreas de mejora. Sin embargo, al tener en cuenta los resultados actuales y el desempeño histórico, se pueden realizar los ajustes necesarios.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ

Este capítulo aborda el desarrollo del proyecto siguiendo el ciclo DMAIC, el cual tiene como finalidad proporcionar un diagnóstico del proyecto.

4.1 Línea base y situación actual

Actualmente, la planta de producción de hilos dentales de Alce Blanco enfrenta un problema crítico relacionado con el incumplimiento sistemático de los volúmenes de producción solicitados semanalmente. Esta situación ha generado un backlog acumulado que compromete no solo el cumplimiento de los pedidos, sino también la eficiencia operativa, la utilización de recursos y la percepción del cliente frente a la confiabilidad de la planta.

Ante esta situación, surge la necesidad de diseñar una propuesta para mejorar el proceso productivo de hilos dentales en P&G, utilizando herramientas de ingeniería para optimizar su eficiencia. El objetivo es desarrollar una propuesta basada en el aumento de la productividad, con el fin de definir claramente los procedimientos involucrados en la baja productividad en las operaciones de la empresa y ofrecer un servicio que satisfaga las expectativas y necesidades tanto de los clientes como de la propia empresa.

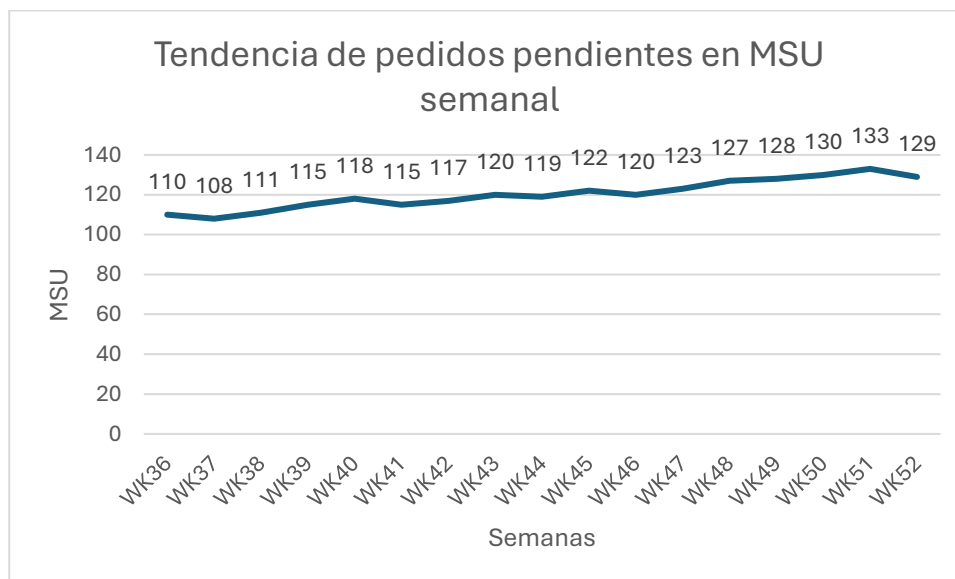
4.2 Análisis e interpretación de resultados de datos históricos

Para analizar los resultados de los datos históricos de producción de hilos dentales, se utilizó la información de los pedidos pendientes el último cuatrimestre del año 2024, con el propósito de determinar las pérdidas generadas.

Backlog semanal

El backlog, medido en número de MSUs (Mille Statistical Units), unidad de medida de P&G, no producidas, ha mostrado una tendencia oscilante pero creciente en las últimas semanas. Por ejemplo, en el grafico #1, entre la semana 36 y la 52, se han registrado valores entre 110 y 133 MSU pendientes, lo que evidencia la falta de un sistema eficaz de planificación y respuesta a la variabilidad de la demanda. En el grafico #1, podemos observar la tendencia que ha tenido y la acumulación en el último cuatrimestre del año 2024 cuyo objetivo siempre es tener la menor cantidad, idealmente 0 MSUs pendientes a la semana.

Gráfico 1. Tendencia de pedidos pendientes en MSU semanal



Fuente: Elaboración propia.

Nota: La unidad de medida en este grafico es MSU. En esta tabla se detallan los resultados del backlog, según los datos de producción del último cuatrimestre del año 2024.

Capacidad de producción semanal

La planta cuenta con 8 máquinas destinadas a la producción de hilos dentales, sin embargo, debido a una avería, solo 7 se encuentran operativas. Adicionalmente, aunque la planta opera bajo un modelo de 3 turnos diarios de 8 horas cada uno, la disponibilidad de personal es limitada, lo que solo permite operar un máximo de 6 máquinas simultáneamente por turno. Esta restricción operativa ha provocado una brecha creciente entre la capacidad de producción y los requerimientos semanales. Perdiendo así un 25% de la capacidad de maquinaria.

Con los datos anteriormente mencionados, podemos calcular cual ha sido la productividad semanal.

$$\text{Total de turnos por semana} = 5 \text{ días} \times 3 \text{ turnos/día} = 15 \text{ turnos/semana}$$

Si solo 6 máquinas operan por turno, entonces el total de máquinas operativas por turno a la semana es:

$$6 \text{ máquinas} \times 15 \text{ turnos} = 90 \text{ máquinas turno/semana}$$

Por ritmo de producción, brindado por la planta, cada máquina tiene la capacidad de producir aproximadamente 9.5 MSUs a la semana tomando en cuenta los 15 turnos semanales, entonces, cada máquina logra producir por turno 0.63 MSU.

Esto arroja que la capacidad real semanal es de:

$$90 \text{ máquinas turno} \times 0.63 \text{ MSU/turno} = 56.7 \text{ MSU semanales.}$$

Requerimientos semanales

Durante el último cuatrimestre del año 2024, se recopilaron y consolidaron los datos de requerimiento semanal de producción en la unidad de medida MSU, provenientes de las distintas regiones a las que da servicio la planta. Esta información se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6. *Requerimientos semanales en MSU*

| Semana | Requerido (MSU) |
|-----------------|------------------------|
| WK36 | 57 |
| WK37 | 52 |
| WK38 | 56 |
| WK39 | 55 |
| WK40 | 56 |
| WK41 | 51 |
| WK42 | 52 |
| WK43 | 55 |
| WK44 | 52 |
| WK45 | 55 |
| WK46 | 53 |
| WK47 | 57 |
| WK48 | 57 |
| WK49 | 55 |
| WK50 | 53 |
| WK51 | 56 |
| WK52 | 51 |
| Total | 923 |
| Promedio | 54,3 |

Fuente: *Elaboración propia.*

Nota: La unidad de medida en este gráfico es MSU. En esta tabla se detallan los resultados de los requerimientos totales en MSU, según los datos de producción del último cuatrimestre del año 2024.

Como se observa, la demanda semanal presenta una variabilidad moderada, oscilando entre un mínimo de 51 MSU (en las semanas WK41 y WK52) y un máximo de 57 MSU (en las semanas

WK36, WK47 y WK48). Esta variabilidad en los requerimientos representa un reto para la planificación de la producción, especialmente en una planta que ya enfrenta restricciones operativas como limitación de personal o capacidad reducida.

El requerimiento total acumulado del cuatrimestre fue de 923 MSU, lo que representa una media semanal de 54.3 MSU. Este promedio sirve como referencia clave para evaluar la suficiencia de la capacidad productiva actual y estimar los ajustes necesarios para cumplir consistentemente con la demanda, minimizando así los niveles de backlog acumulado.

Este análisis refuerza la necesidad de contar con procesos de planificación y ejecución eficientes, además de sistemas de monitoreo de la carga semanal, con el fin de tomar decisiones preventivas ante semanas con picos de requerimiento.

Producción actual

A continuación, se presenta un cuadro resumen con la información de producción, requerimientos producidos, y cuál ha sido el comportamiento del backlog acumulado a través del último cuatrimestre del 2024:

Tabla 7. Resumen producción actual

| Semana | Requerido | Producido | Diferencia | Backlog acumulado |
|---------------|------------------|------------------|-------------------|--------------------------|
| WK36 | 57 | 55 | +2 | 110 |
| WK37 | 52 | 54 | -2 | 108 |
| WK38 | 56 | 53 | +3 | 111 |
| WK39 | 55 | 51 | +4 | 115 |
| WK40 | 56 | 53 | +3 | 118 |
| WK41 | 51 | 54 | -3 | 115 |
| WK42 | 52 | 50 | +2 | 117 |
| WK43 | 55 | 52 | +3 | 120 |
| WK44 | 52 | 53 | -1 | 119 |

| | | | | |
|------|----|----|----|-----|
| WK45 | 55 | 52 | +3 | 122 |
| WK46 | 53 | 55 | -2 | 120 |
| WK47 | 57 | 54 | +3 | 123 |
| WK48 | 57 | 53 | +4 | 127 |
| WK49 | 55 | 54 | +1 | 128 |
| WK50 | 53 | 51 | +2 | 130 |
| WK51 | 56 | 53 | +3 | 133 |
| WK52 | 51 | 55 | -4 | 129 |

Fuente: *Elaboración propia.*

Nota: La unidad de medida en este gráfico es MSU. En esta tabla se detallan los resultados de producción del último cuatrimestre del año 2024.

Con base en el análisis de los requerimientos semanales para el último cuatrimestre del año 2024, donde se identificó un promedio semanal de 54,3 MSU y un total acumulado de 923 MSU requeridos por parte de las distintas regiones, se procede a evaluar el comportamiento real de la producción frente a esta demanda.

El cuadro anterior presenta el detalle semanal de unidades requeridas versus unidades producidas, así como la diferencia entre ambos valores y su efecto acumulativo en el backlog de producción.

Durante el período comprendido entre la semana 36 y la semana 52 (WK36–WK52), se evidencia una producción semanal que, si bien en algunas ocasiones logra igualar o incluso superar el requerimiento (por ejemplo, WK37, WK41, WK44, WK46 y WK52), en la mayoría de las semanas se encuentra por debajo del nivel requerido. Esto genera una acumulación progresiva de unidades no producidas que se refleja en el incremento del backlog acumulado.

Específicamente, se observa que:

- En WK36 se inicia con un backlog acumulado de 110 MSU.
- A pesar de los esfuerzos por mantener el ritmo, la producción presenta un déficit en 11 de las 17 semanas analizadas, lo que provoca un aumento del backlog hasta alcanzar 133 MSU en la semana 51.
- Finalmente, en WK52, se logra una producción superior al requerimiento, permitiendo una ligera reducción del backlog a 129 MSU, aunque sin recuperar completamente el rezago acumulado.

Este comportamiento demuestra que la planta ha operado de manera reactiva, con variaciones en la producción que no siempre responden a los picos de requerimientos semanales. Además, este análisis permite visualizar una tendencia sostenida de acumulación del backlog, que impacta negativamente en la capacidad de respuesta a la demanda real del mercado y evidencia un problema estructural en la gestión de la capacidad productiva.

Esta situación refuerza la necesidad de aplicar mejoras estructurales en los procesos productivos y de planificación de la capacidad, para así cumplir con los objetivos del proyecto enfocados en la reducción del backlog y el incremento sostenido de la productividad real de la planta. En los siguientes capítulos, se detallará el análisis de causas y las acciones de mejora propuestas bajo la metodología DMAIC.

Evaluación de la Productividad Laboral Semanal

Con el fin de complementar el análisis de producción frente a la demanda y comprender con mayor profundidad las razones del aumento en el backlog acumulado, se procedió a calcular la productividad laboral semanal durante el último cuatrimestre del 2024. Esta métrica permite

evaluar la eficiencia del uso de los recursos humanos y técnicos disponibles, considerando las condiciones actuales de operación.

La fórmula aplicada para este análisis fue la siguiente:

$$\text{Productividad laboral} = \text{Total de bienes producidos} / \text{Total de horas trabajadas}$$

Dado que el sistema de producción opera con seis máquinas distribuidas en quince turnos semanales, se trabaja un total de 120 horas por semana. Al dividir la cantidad de unidades producidas semanalmente entre estas 120 horas, se obtiene la productividad laboral semanal en MSU por hora.

Tabla 8. *Productividad semanal*

| Semana | Producido | Productividad |
|-----------------|------------------|----------------------|
| WK36 | 55 | 0,46 |
| WK37 | 54 | 0,45 |
| WK38 | 53 | 0,44 |
| WK39 | 51 | 0,43 |
| WK40 | 53 | 0,44 |
| WK41 | 54 | 0,45 |
| WK42 | 50 | 0,42 |
| WK43 | 52 | 0,43 |
| WK44 | 53 | 0,44 |
| WK45 | 52 | 0,43 |
| WK46 | 55 | 0,46 |
| WK47 | 54 | 0,45 |
| WK48 | 53 | 0,44 |
| WK49 | 54 | 0,45 |
| WK50 | 51 | 0,43 |
| WK51 | 53 | 0,44 |
| WK52 | 55 | 0,46 |
| Promedio | | 0,44 |

Fuente: Elaboración propia.

Nota: La unidad de medida en este gráfico es MSU. En esta tabla se detallan los resultados del cálculo de productividad del último cuatrimestre del año 2024.

El análisis reveló que la productividad semanal osciló entre 0,42 y 0,46 MSU/hora, siendo el valor más bajo registrado en la semana 42, coincidiendo con una de las semanas de mayor déficit frente al requerimiento.

Las semanas con mayor productividad (WK36, WK46 y WK52) alcanzaron un rendimiento de 0,46 MSU/hora, lo cual se aproxima al límite operativo bajo las condiciones actuales.

El promedio de productividad para el período fue de 0,44 MSU/hora, ligeramente inferior al valor ideal estimado (0,46), lo que sugiere la existencia de ineficiencias operativas persistentes.

Al relacionar esta información con el comportamiento del backlog acumulado, se puede inferir que, aunque en algunas semanas se alcanzaron niveles de productividad cercanos al óptimo, la constancia en los niveles de eficiencia no fue suficiente para cubrir la demanda semanal promedio de 54,3 MSU. Esta variabilidad productiva es uno de los factores clave que contribuyó al incremento del backlog hasta alcanzar 133 MSU en la semana 51.

Por lo tanto, esta medición de productividad confirma la hipótesis planteada en el diagnóstico inicial: la planta no solo presenta dificultades para planificar la producción con base en la demanda real, sino que también enfrenta problemas en la gestión del rendimiento operativo, lo que repercute directamente en su capacidad de respuesta ante los requerimientos del mercado.

Datos de paros de máquina, mantenimiento y personal

Con el fin de comprender los factores que han influido tanto en el bajo nivel de producción en la planta y por ende al aumento del backlog, se tomaron en cuenta los registros operativos durante el último cuatrimestre del año 2024. Este análisis permitió identificar y clasificar los principales motivos reportados por el personal y supervisores en cuanto a interrupciones o limitaciones en el proceso productivo.

Tabla 9. *Motivos de baja productividad*

| Motivos de la baja producción | Cantidad |
|---|-----------------|
| Falta de personal operativo | 42 |
| Máquinas fuera de operación por turno | 38 |
| Tiempo extra en fin de semana no aprobado | 26 |
| Paros de mantenimiento no planificados | 14 |
| Falta de material | 11 |
| Cambios frecuentes en la programación | 3 |
| TOTAL | 134 |

Fuente: *Elaboración propia.*

Nota: En esta tabla se detallan los motivos de baja producción del último cuatrimestre del año 2024.

En total, se identificaron seis causas recurrentes, ordenadas por su frecuencia de aparición. La más significativa fue la falta de personal operativo, con un total de 42 incidencias. Le sigue la indisponibilidad de máquinas durante los turnos, con 38 reportes. En tercer lugar, se encuentra la no aprobación del tiempo extra en fines de semana, lo cual fue mencionado en 26 ocasiones.

Estas tres causas en conjunto explican el 78% de las incidencias reportadas, lo que evidencia que concentran el mayor peso en los problemas que afectan la continuidad y el rendimiento del proceso

productivo. Por tanto, representan áreas clave sobre las que se debe enfocar cualquier esfuerzo de mejora. Se realizará un análisis con el diagrama de Pareto más adelante en el proyecto.

Otros factores detectados incluyen los paros de mantenimiento no planificados, la falta de material y los cambios frecuentes en la programación. Aunque su impacto individual es menor, su ocurrencia repetida también puede generar efectos acumulativos en el desempeño general de la planta.

Este análisis permite establecer una base clara para priorizar las acciones dentro del plan de mejora. Atender las causas de mayor impacto no solo permitirá reducir el número de interrupciones, sino también generar una mejora significativa en la eficiencia operativa sin necesidad de realizar grandes inversiones iniciales.

Para analizar un poco más las principales causas indicadas en la tabla 9, se procede a investigar más detalladamente sobre

Falta de personal operativo

Durante el último cuatrimestre del 2024, se llevó a cabo un análisis detallado de la dotación de personal operativo por semana, enfocado principalmente en los turnos nocturnos, donde históricamente se presentan mayores limitaciones. Los resultados obtenidos reflejan una situación constante de déficit de personal, que ha tenido un impacto directo en la operación de las líneas de producción y, por ende, en el cumplimiento de los volúmenes planificados.

El cuadro presentado resume la situación semana a semana, desde la WK36 hasta la WK52. En este periodo de 17 semanas, no se registró ninguna semana con personal completo en los turnos analizados. Por el contrario, se contabilizaron un total de 42 eventos de ausencia, con un promedio

de 2.5 personas faltantes por semana. Esta cifra representa una afectación significativa si se considera que cada línea de empaque requiere un mínimo de operadores para poder mantenerse activa. En términos porcentuales, estas ausencias reflejan una afectación del 100% de las semanas revisadas, y constituyen un 31% del total de eventos operativos semanales del cuatrimestre.

Entre los motivos más frecuentes reportados se encuentran las limitaciones estructurales por insuficiencia de personal asignado (presentes en todas las semanas), así como casos de vacaciones programadas (semanas WK36 y WK38), renunciaciones (WK42 a WK45) e incapacidades temporales (WK49 y WK51). Estas situaciones, aunque naturales en el entorno laboral, se suman a un equipo ya limitado, generando la imposibilidad de operar todas las máquinas disponibles.

El efecto operativo de este déficit es claro: aunque la planta cuenta con hasta ocho líneas de producción, solo seis pueden operar simultáneamente por falta de personal. Esto se traduce en una pérdida directa de capacidad instalada, genera cuellos de botella en los turnos afectados, y limita la posibilidad de recuperación frente al backlog acumulado.

Tabla 10. *Motivos personales insuficiente*

| Semana | Personal completo | Personal Faltante | Motivos |
|--------|-------------------|-------------------|--|
| WK36 | x | 3 | 2 personal insuficiente + 1 vacaciones |
| WK37 | x | 2 | 2 personal insuficiente |
| WK38 | x | 3 | 2 personal insuficiente + 1 vacaciones |
| WK39 | x | 2 | 2 personal insuficiente |
| WK40 | x | 2 | 2 personal insuficiente |
| WK41 | x | 2 | 2 personal insuficiente |
| WK42 | x | 3 | 2 personal insuficiente + 1 Renuncia |
| WK43 | x | 3 | 2 personal insuficiente + 1 Renuncia |
| WK44 | x | 3 | 2 personal insuficiente + 1 Renuncia |
| WK45 | x | 3 | 2 personal insuficiente + 1 Renuncia |
| WK46 | x | 2 | 2 personal insuficiente |
| WK47 | x | 2 | 2 personal insuficiente |

| | | | |
|--------------|----------|-----------|---|
| WK48 | x | 2 | 2 personal insuficiente |
| WK49 | x | 3 | 2 personal insuficiente + 1 incapacidad |
| WK50 | x | 2 | 2 personal insuficiente |
| WK51 | x | 3 | 2 personal insuficiente + 1 incapacidad |
| WK52 | x | 2 | 2 personal insuficiente |
| Total | 0 | 42 | |

Fuente: Elaboración propia.

Máquinas fuera de operación por turno

La tabla presentada a continuación ilustra de forma clara la disponibilidad operativa de cada una de las ocho líneas de empaque durante el último mes del año 2024. En ella se detallan, día a día, aquellas líneas que pudieron operar con normalidad y aquellas que, por diversos motivos, no estuvieron disponibles para producción. La información se representa utilizando un sistema binario: “Sí” para indicar operatividad y “No” para señalar indisponibilidad de la línea durante esa jornada.

Tabla 11. Máquinas fuera de operación por turno

| Semana | Turno | Máquina 1 | Máquina 2 | Máquina 3 | Máquina 4 | Máquina 5 | Máquina 6 | Máquina 7 | Máquina 8 | Motivo |
|--------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|
| WK49 | Primero | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO | NO | Máquina 8 fuera de operación |
| WK49 | Segundo | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO | NO | Máquina 7, no personal operativo disponible |
| WK49 | Tercero | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO | NO | Máquina 8 fuera de operación operativo disponible |
| WK50 | Primero | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO | Máquina 1, no personal operativo disponible |
| WK50 | Segundo | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO | Máquina 8 fuera de operación |
| WK50 | Tercero | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO | Máquina 2, no personal operativo disponible |
| WK51 | Primero | SI | NO | SI | SI | SI | SI | SI | NO | Máquina 8 fuera de operación |
| WK51 | Segundo | SI | NO | SI | SI | SI | SI | SI | NO | Máquina 3, no personal operativo disponible |
| WK51 | Tercero | SI | NO | SI | SI | SI | SI | SI | NO | Máquina 8 fuera de operación |
| WK51 | Primero | SI | SI | NO | SI | SI | SI | SI | NO | Máquina 3, no personal operativo disponible |
| WK51 | Segundo | SI | SI | NO | SI | SI | SI | SI | NO | Máquina 8 fuera de operación |
| WK52 | Tercero | SI | SI | NO | SI | SI | SI | SI | NO | Máquina 4, no personal operativo disponible |
| WK52 | Primero | SI | SI | SI | NO | SI | SI | SI | NO | Máquina 8 fuera de operación |
| WK52 | Segundo | SI | SI | SI | NO | SI | SI | SI | NO | Máquina 4, no personal operativo disponible |
| WK52 | Tercero | SI | SI | SI | NO | SI | SI | SI | NO | Máquina 8 fuera de operación operativo disponible |

Fuente: Elaboración propia.

A partir del análisis visual del cuadro, se evidencia una pérdida progresiva en la disponibilidad de maquinaria, especialmente en la línea ocho, cuya condición operativa se ve comprometida desde

los primeros días del mes y nunca está en funcionamiento. Esta pérdida no es aislada; a lo largo del mes se van acumulando eventos de inactividad en distintas líneas, para ir rotando las máquinas paradas.

Esta situación valida el diagnóstico señalado previamente: aunque la planta dispone físicamente de ocho líneas, la disponibilidad real se ve mermada por dos factores clave. En primer lugar, la falta de un plan formal de mantenimiento preventivo ha generado una alta dependencia de acciones correctivas, lo que incrementa los tiempos de inactividad no programada. En segundo lugar, la escasez de personal operativo impide el aprovechamiento completo de las líneas incluso cuando se encuentran técnicamente disponibles.

Al contrastar estos datos con los registros de producción y asistencia del personal (sección 4.2 y tabla 9), se comprueba que la combinación de fallas mecánicas y déficit de recurso humano ha contribuido directamente al aumento del backlog. Esta situación también ha generado cuellos de botella en los procesos subsiguientes, afectando la continuidad operativa y limitando la capacidad de la planta para responder a los requerimientos semanales de las distintas regiones.

Tiempo extra en fin de semana no aprobado

Durante el análisis de las limitaciones que han afectado la capacidad operativa de la planta, se identificaron diversas razones que explican la baja disponibilidad de personal en momentos clave. Se trabajó una tabla con el equipo de producción para saber el detalle de los motivos de no haber trabajado tiempo extra.

Tabla 12. Tiempo extra no aprobado

| Motivo | Cantidad |
|--|-----------------|
| RRHH no aprobó presupuesto para tiempo extra | 10 |
| Personal no acepta el tiempo extra | 9 |

| | |
|--------------------------|---|
| Vacaciones de personal | 5 |
| Mantenimiento programado | 2 |

Fuente: Elaboración propia.

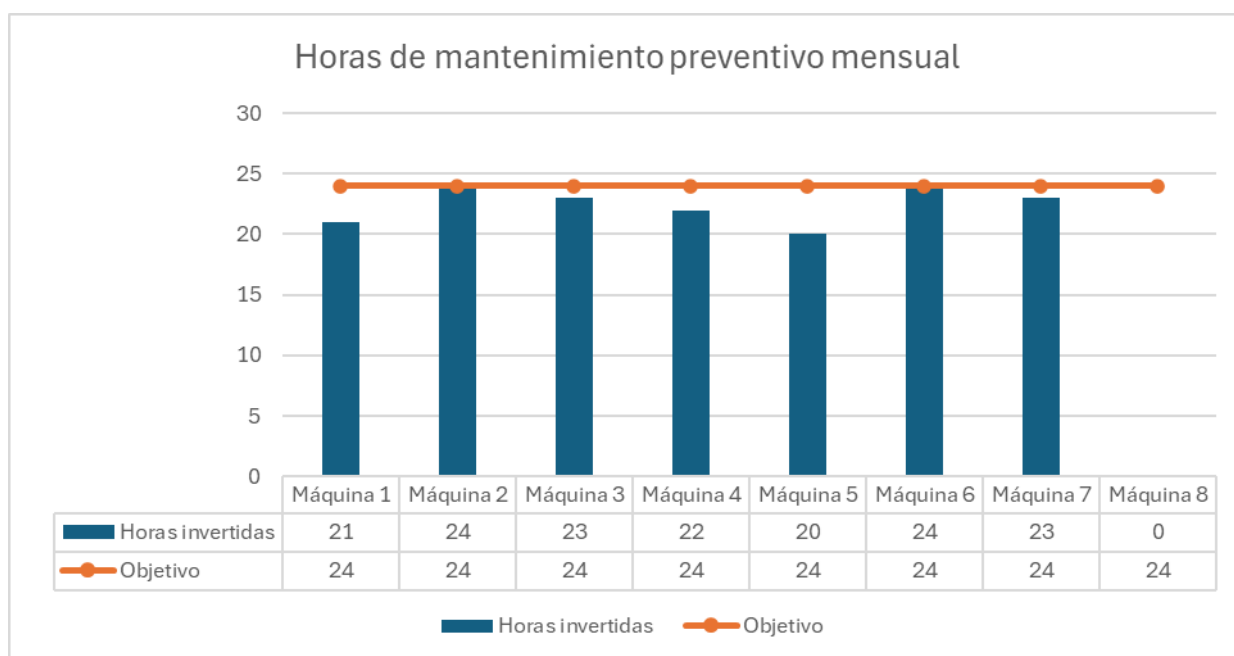
Una de las principales causas se relaciona con restricciones presupuestarias impuestas por el departamento de Recursos Humanos, el cual, en al menos diez ocasiones, no aprobó las solicitudes para extender la jornada laboral con tiempo extra, aun cuando existía la necesidad operativa de hacerlo. Esta decisión, aunque administrativa, tuvo un impacto directo en la producción, ya que limitó la posibilidad de cubrir turnos críticos o reponer el tiempo perdido por imprevistos.

A esta situación se sumó la falta de disposición del propio personal para aceptar la realización de horas adicionales. En nueve eventos distintos, los trabajadores declinaron las solicitudes de tiempo extra, debido a una falta de incentivos.

Por otra parte, también se registraron cinco casos en los que miembros del equipo estaban de vacaciones, y dos por un mantenimiento ya programado. Estos factores, aunque variados, convergen en un mismo punto: limitan la flexibilidad operativa y afectan la capacidad de respuesta de la planta en momentos en los que se requiere mayor esfuerzo para cumplir con los requerimientos productivos.

Paros de mantenimiento no planificados

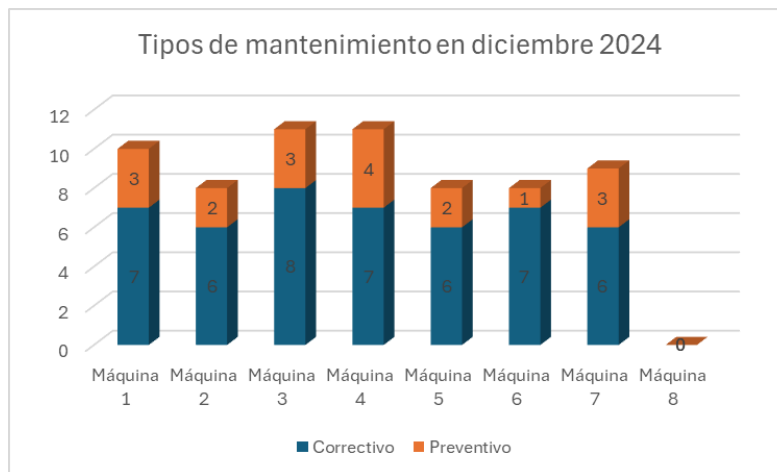
Para analizar detalladamente este punto, se solicitó el apoyo del equipo de mantenimiento de la planta, para validar con ellos los paros de mantenimiento que hay por máquina. Se tomaron en cuenta únicamente los datos del último mes del 2024, donde se puede observar que en el grafico 2, las horas que cada máquina debería de tener un mantenimiento preventivo es de 24 horas, más, sin embargo, ninguna máquina lo está cumpliendo, y la máquina #8, es la que está detenida por completo y sin un mantenimiento ni preventivo ni correctivo.

Gráfico 2. Horas de mantenimiento preventivo mensual

Fuente: Elaboración propia.

A su vez también se solicitó la información de los tipos y cantidad de mantenimientos de máquina que ha tenido cada una en el mes de diciembre del 2024, se realizó un gráfico X con los datos brindados, donde se puede observar que la mayoría de los paros de mantenimiento han sido correctivos en vez de preventivos, lo que causa un riesgo de que las máquinas se puedan dañar en un largo plazo, así como los paros que se están teniendo no programados.

Gráfico 3. Tipo de mantenimiento por máquina mensual



Fuente: Elaboración propia.

Falta de material

Una de las pérdidas menos visibles, pero de impacto sostenido en la operación semanal está relacionada con los tiempos de espera para la liberación de materias primas. Esta situación genera una interrupción no programada en el flujo productivo, ya que la línea debe detenerse hasta que se autorice el uso del material inspeccionado. Para evidenciar esta afectación de manera clara, se elaboró un gráfico de pastel junto con el equipo de producción con los datos aproximados semanalmente, que representa la proporción entre el tiempo total disponible para producción y el tiempo perdido por este motivo.

Gráfico 4. *Minutos productivos vs pérdida por liberación de material*



Fuente: Elaboración propia.

En promedio, se identificó que semanalmente se pierden cerca de 300 minutos a causa de estas demoras, lo que equivale a 5 horas de operación en una planta que tiene una disponibilidad semanal de 7200 minutos (es decir, 120 horas de trabajo distribuido en tres turnos diarios durante cinco días). Al comparar ambos valores, se observa que estos retrasos representan aproximadamente un 4.2% del tiempo total disponible.

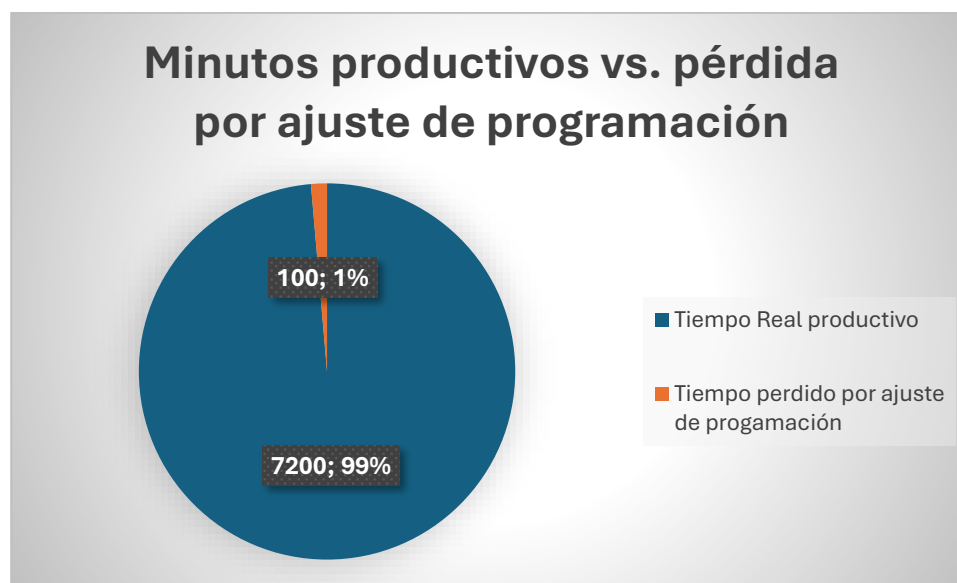
Aunque en términos absolutos puede parecer una pérdida menor, proyectada a nivel mensual implica una reducción de aproximadamente 2 MSU de producción, lo que se vuelve significativo si se considera que la demanda semanal promedio ronda las 54.3 MSU. En otras palabras, el efecto acumulativo de este tiempo improductivo contribuye directamente al incremento del backlog, especialmente en contextos donde la capacidad ya se encuentra limitada por factores como personal insuficiente o máquinas fuera de operación.

Cambios frecuentes en la programación

Una de las situaciones detectadas durante el análisis de baja productividad corresponde a los frecuentes cambios de formato en la línea de producción, los cuales se presentan hasta tres veces por semana. Cada uno de estos ajustes requiere tiempo para realizar configuraciones, validaciones y pruebas de calidad, lo que inevitablemente interrumpe el ritmo normal de las operaciones.

Para representar esta afectación de forma visual y cuantificable, se construyó un gráfico de pastel que compara el tiempo total disponible para la producción en una semana —estimado en 7200 minutos— con el tiempo que se pierde específicamente por ajustes de programación asociados a estos cambios de formato. Se determinó que, en promedio, se destinan cerca de 100 minutos semanales a estas transiciones, lo que equivale a aproximadamente 1.4% del tiempo operativo semanal.

Gráfico 5. *Minutos productivos vs pérdida por ajuste de programación*



Fuente: *Elaboración propia.*

Análisis del Costo Asociado a la Producción y Backlog

El costo estimado por unidad (MSU) producida o requerida es de \$10,000 dólares. Tomando en cuenta los datos del periodo del último cuatrimestre del 2024:

- Producción total: 876 MSUs → \$8,760,000
- Requerimiento total: 923 MSUs → \$9,230,000
- Backlog acumulado: 129 MSUs → \$1,290,000

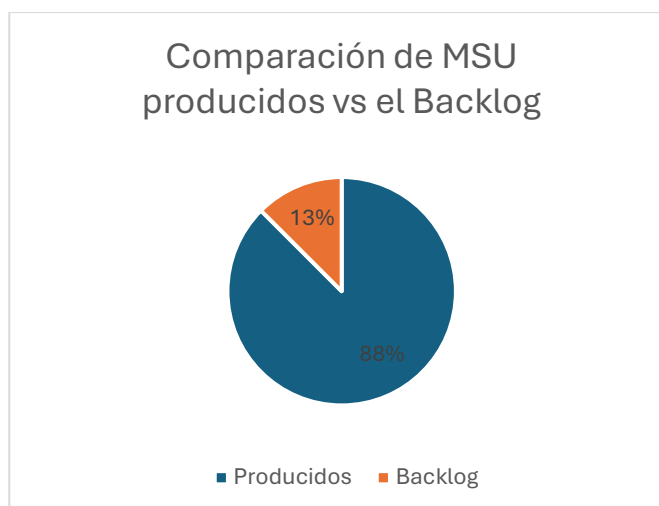
Esto nos indica que:

Existe una diferencia de 47 MSUs entre lo requerido y lo producido, equivalente a \$470,000 no aprovechados por falta de producción o exceso de requerimiento solamente en el ultimo

El backlog acumulado representa \$1,290,000 en unidades que no han sido producidas a tiempo y podrían estar afectando el cumplimiento de pedidos, eficiencia operativa y relaciones con clientes.

El siguiente grafico refleja cuánto del valor producido ya ha sido entregado versus el backlog acumulado que representa 12.8% del valor total en proceso o pendiente.

Gráfico 6. Comparación MSU Producidos vs Backlog



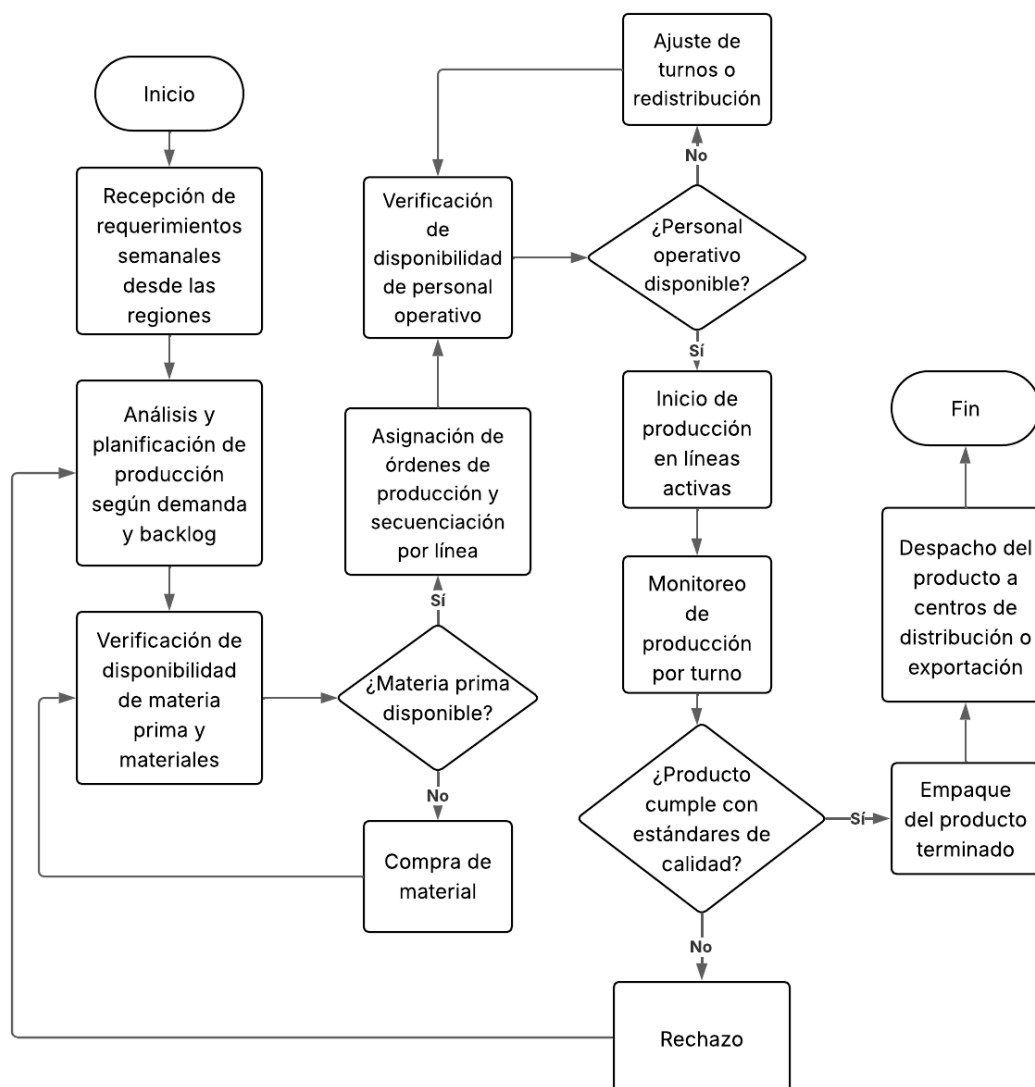
Fuente: *Elaboración propia.*

Nota: En esta tabla se visualiza la comparación de MSUs producidos vs el backlog generado durante el último cuatrimestre del año 2024.

4.3 Diagrama de flujo del proceso de producción de hilos dentales

Como parte del análisis de la situación actual de la planta de producción de hilos dentales de P&G, y con el fin de entender claramente cómo fluye el proceso desde la recepción de requerimientos hasta la entrega del producto, se construyó el siguiente diagrama de flujo.

Gráfico 7. *Diagrama de flujo del proceso*



Fuente: *Elaboración propia.*

El proceso productivo de hilos dentales inicia con la recepción de los requerimientos semanales enviados por las distintas regiones a las que se debe abastecer. Una vez recibida esta información, se procede a realizar un análisis que considera tanto la demanda proyectada como el nivel actual de backlog acumulado. Este análisis permite planificar las metas de producción semanales y determinar las prioridades en la asignación de recursos.

Posteriormente, se verifica la disponibilidad de materia prima y materiales necesarios para llevar a cabo la producción programada. En los casos en que los insumos están disponibles, se continúa con el flujo operativo; de lo contrario, se activa un procedimiento urgente en el que se notifica al área de compras para gestionar la reposición. Este paso introduce un tiempo de espera que afecta directamente la continuidad del proceso, por lo que se contempla un reintento una vez recibido los materiales pendientes.

Con los materiales asegurados, se realiza la asignación de órdenes de producción y la secuenciación correspondiente por cada línea operativa. Esta asignación se ajusta en función de la prioridad de los productos, la disponibilidad de máquinas y la capacidad instalada por turno. Acto seguido, se evalúa si se cuenta con el personal operativo suficiente para llevar adelante la producción planificada. Si se confirma que los recursos humanos son adecuados, se prosigue con la ejecución; de lo contrario, se deben aplicar ajustes, como redistribuir turnos o reubicar operadores, antes de intentar nuevamente.

La producción se inicia utilizando un máximo de seis líneas operativas en paralelo, dado que esta es la capacidad máxima efectiva considerando la disponibilidad actual de recursos. Durante todo el proceso productivo se lleva a cabo un monitoreo constante por turno, que incluye el registro de unidades producidas, identificación de paros y control de productos rechazados por no cumplir con las especificaciones de calidad.

Una vez que se completa una orden de producción, se realiza una verificación de calidad. En caso de que el producto cumpla con los estándares establecidos, este pasa directamente a la fase de empaque. Si se detectan defectos, se toma la decisión de reprocesar el lote o descartarlo, dependiendo del análisis realizado por el equipo de control de calidad.

El producto que ha sido aprobado y empacado se prepara para su despacho. Este puede dirigirse a centros de distribución locales o bien exportarse según la planificación logística establecida. Con este último paso se cierra el flujo operativo correspondiente a un ciclo de producción semanal.

4.4 Diagrama SIPOC del proceso de producción de hilos dentales

Para comprender de forma estructurada el funcionamiento del proceso productivo y visualizar las relaciones clave que intervienen en la fabricación del hilo dental, se elaboró un diagrama SIPOC. Esta herramienta resulta fundamental en la etapa de definición dentro de la metodología DMAIC, ya que permite identificar los elementos esenciales del proceso desde una perspectiva de alto nivel. Gracias a esta representación, es posible detectar los puntos críticos de entrada y salida, así como los actores clave que afectan el desempeño general del sistema. Se utiliza en este proyecto como punto de partida para el análisis del proceso, ya que ofrece una visión panorámica y ordenada que facilita la comprensión del flujo de valor. Al mapear claramente los proveedores, entradas, pasos del proceso, salidas y clientes, se establece una base sólida sobre la cual se pueden aplicar posteriormente herramientas de análisis más específicas.

Gráfico 8. Diagrama SIPOC

| S Proveedores | I Entradas | P Proceso | O Salidas | C Clientes |
|--|--|--|------------------------------|---|
| Proveedores de materia prima (hilo dental, empaques) | Materias primas (hilos, empaques, etiquetas) | 1. Recepción de materiales 2. Preparación de materiales | | |
| Departamento de Planificación | Órdenes de producción (programación semanal) | 3. Producción en líneas de manufactura | Hilos dentales terminados | Regiones de Norteamérica, Latinoamérica, Europa, Asia |
| Personal de planta (operadores, supervisores) | Personal disponible para producción | 4. Empaque del producto final | Órdenes listas para despacho | (clientes internos de P&G) |
| Área de mantenimiento | Máquinas y equipos operativos | 5. Control de calidad 6. Despacho y entrega de productos terminados | | |

Fuente: *Elaboración propia.*

Nota: En esta figura se muestra el flujo del proceso del control de inventario. Elaboración propia con información del departamento de producción de P&G.

Componentes del SIPOC del proceso:

Proveedores (Suppliers):

Los principales proveedores son las áreas internas de planificación, mantenimiento y compras, así como los proveedores externos de materias primas. Todos ellos influyen directamente en la disponibilidad de los insumos necesarios para llevar a cabo la producción.

Entradas (Inputs):

Se consideran como entradas clave los materiales (hilo, etiquetas, empaques), las órdenes de producción, el personal operativo, y la disponibilidad de maquinaria en condiciones adecuadas. La gestión adecuada de estas entradas es crítica para evitar interrupciones o pérdidas de eficiencia.

Proceso (Process):

El proceso se inicia con la preparación de equipos, continúa con la fabricación, inspección de calidad, empaque y almacenamiento. Cada una de estas fases debe cumplir parámetros establecidos de calidad y productividad para garantizar el cumplimiento de los objetivos.

Salidas (Outputs):

El producto final esperado es hilo dental empacado conforme a los estándares requeridos. La consistencia en la calidad y el cumplimiento en los tiempos de entrega son esenciales para la satisfacción del cliente.

Clientes (Customers):

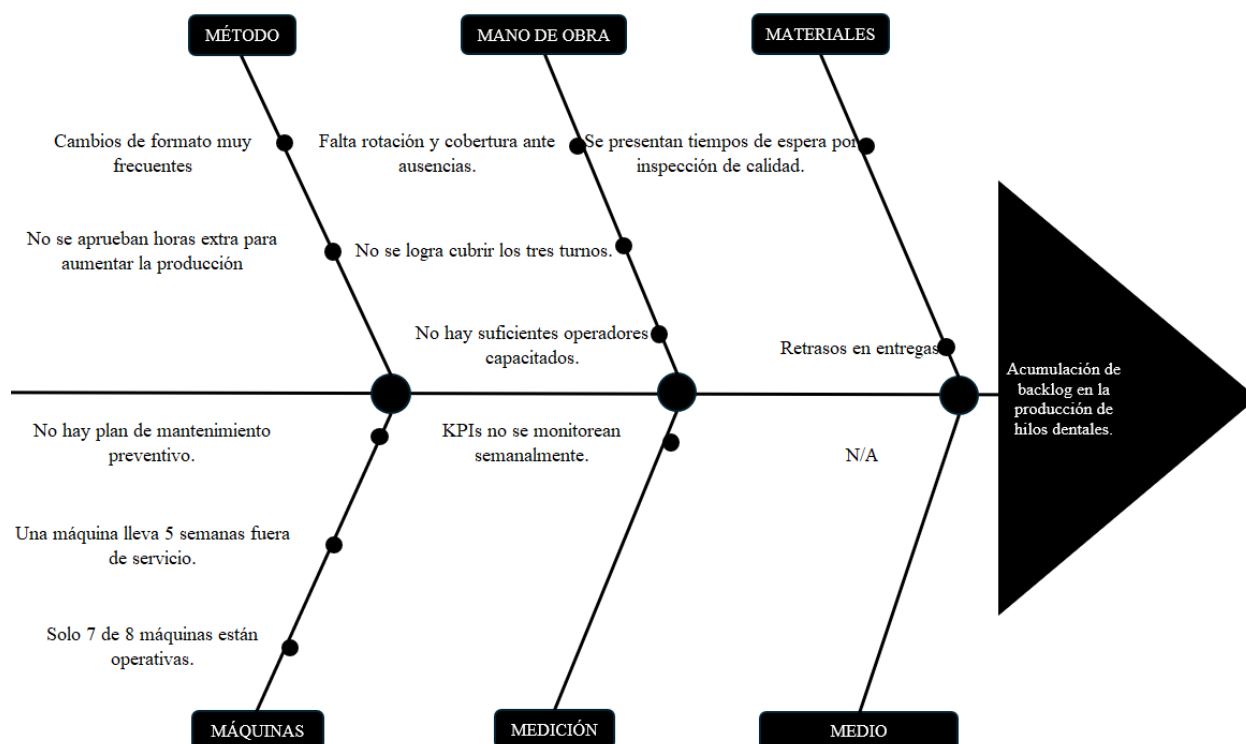
A nivel interno, los clientes son las áreas de distribución y ventas, que dependen de una producción oportuna. Externamente, los clientes finales incluyen cadenas de supermercados y consumidores individuales que demandan un producto fiable y accesible en el mercado.

4.5 Análisis de los problemas detectados mediante diagrama de Ishikawa

Como parte del análisis de las posibles causas del bajo rendimiento en la producción de hilo dental en la planta, se construyó junto con el equipo, un diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa-efecto o espina de pescado. Este análisis se realizó gracias a la información recolectada en el gráfico #9, Motivos de baja productividad. Esta herramienta permitió clasificar de forma estructurada los factores que podrían estar contribuyendo a las pérdidas de productividad observadas durante el periodo de estudio. A través de su elaboración, se identificaron seis categorías clave: máquinas, mano de obra, métodos, materiales, medición y entorno. Cuyos

enfoques ya estaban visualizados en la tabla #9, pero en este análisis se profundiza más en cada uno de ellos.

Gráfico 9. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En esta figura se muestra el diagrama de Ishikawa. Elaboración propia con información del departamento de producción de P&G.

En la categoría de **máquinas**, se identificó como causa principal la pérdida operativa de una de las ocho líneas de empaque. Esta situación no solo redujo inmediatamente un 12.5% de la capacidad instalada, sino que también generó una sobrecarga en las restantes máquinas. Este dato se puede verificar en la sección 4.2, donde se menciona que únicamente siete máquinas se encuentran operativas y que, debido a limitaciones en personal, solo seis pueden funcionar

simultáneamente lo que lleva a la pérdida del 25% de la capacidad instalada. Esta situación evidenció la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo formal, lo cual ha incrementado la dependencia de acciones correctivas, que se puede observar en los gráficos 2 y 3 y la tabla 11 de la sección 4.2

Respecto a la **mano de obra**, a planta enfrenta un déficit constante de personal, particularmente en los turnos nocturnos. De los registros analizados en la tabla 9, se documentaron 42 eventos donde no se contó con el número mínimo de operadores necesarios, lo que representa aproximadamente un 31% de las semanas analizadas durante el último cuatrimestre del 2024, representado en la tabla 10 de la sección 4.2. Este déficit limita el uso pleno de las máquinas disponibles, afectando directamente el volumen producido por turno lo que provoca cuellos de botella en ciertos turnos y afecta la continuidad operativa.

En la dimensión de **materiales**, aunque no se identificaron cuellos de botella críticos, sí se reportaron tiempos de espera asociados al proceso de inspección de calidad. Esta espera retrasa el uso del material en producción, generando pequeñas interrupciones que afectan la fluidez del proceso. Llegando así hasta los 300 minutos semanales aproximadamente, causando el 4% de pérdida de producción semanal, según lo mostrado en el gráfico 4 de la sección 4.2

Por otro lado, en la categoría de **medición**, se observó una carencia en el monitoreo sistemático de indicadores clave de desempeño (KPIs). Las métricas existentes no estaban siendo revisadas semanalmente, lo cual resultaba en una gestión reactiva y no basada en datos objetivos, limitando la capacidad para anticiparse a los problemas y tomar decisiones informadas. En ausencia de revisión continua, se plantea que el 3% del backlog podría estar asociado a la falta de reacción oportuna ante desviaciones semanales. Esto se basa en referencias de literatura

especializada en gestión operativa (p. ej., Socconini, 2023) donde se establece que un sistema de feedback eficiente puede reducir entre 2% y 5% de pérdidas por ineficiencia organizativa.

En cuanto a los **métodos**, se identificó una frecuencia en los cambios de formato, con total de tres ajustes evidenciados en el tiempo del proyecto, que se puede ver en el grafico 5 de la sección 4.2. Estos cambios implican detenciones y reconfiguraciones constantes en la línea de producción, generando tiempos muertos que, si bien son individuales, al sumarse representan una pérdida de capacidad operativa.

Finalmente, también en cuanto al método se evidenció en la tabla 12 de la sección 4.2 la ausencia de incentivos para la ejecución de horas extra o la implementación de turnos flotantes vistos y una falta de flexibilidad para aprobar las horas extra, esto causa dificultad en la adaptación ante aumentos inesperados en la demanda, reduciendo la capacidad de respuesta del sistema productivo.

En conjunto, este análisis estructurado permitió visualizar de manera clara cómo diversos factores interrelacionados inciden negativamente sobre la eficiencia del proceso. El diagrama de Ishikawa fue fundamental para comprender las causas raíz del problema, y servirá como base para la formulación de propuestas concretas orientadas a mejorar el desempeño de la planta.

Se realizo a su vez una tabla de correspondencia, ya que las causas estudiadas en el diagrama de Ishikawa son en escritura, diferentes a los utilizados en la tabla #9 y los que se usaran a continuación en el diagrama de Pareto. En síntesis, los motivos de la tabla #9 y #14 engloban los estudiados en el grafico #9, de Ishikawa.

Tabla 13. *Tabla de correspondencia entre Tabla #9 e Ishikawa*

| Medida | Ishikawa | Tabla 9 y Tabla 14 |
|---------------|--|---|
| | Causas | Motivos |
| Método | Cambio de formato muy frecuentes | Cambios frecuentes en la programación |
| Mano de obra | Falta de rotación y cobertura ante ausencias | Falta de personal operativo |
| Mano de obra | No se logra cubrir los 3 turnos | Falta de personal operativo |
| Mano de obra | No hay suficientes operadores capacitados | Falta de personal operativo |
| Materiales | Se presentan tiempos de espera por inspección de calidad | Falta de material |
| Materiales | Retrasos en entrega | Falta de material |
| Maquinas | No hay plan de mantenimiento preventivo | Máquinas fuera de operación por turno |
| Maquinas | Una maquina lleva 5 semanas fuera de servicio | Máquinas fuera de operación por turno |
| Maquinas | Solo 7 de 8 máquinas están operativas | Máquinas fuera de operación por turno |
| Medio | No se aprueban horas extra para aumentar la producción | Tiempo extra en fin de semana no aprobado |
| Medición | KPIs no se monitorean semanalmente | Cambios frecuentes en la programación |

Fuente: Elaboración propia.

4.6 Análisis de las causas detectadas mediante el diagrama de Pareto

Para profundizar en la identificación de las principales causas asociadas a la baja producción en la línea de hilos dentales, se elaboró un análisis de Pareto a partir de los registros recopilados durante un periodo representativo, mismo que se ve representada en la tabla #9 y que fue desarrollada a detalle en el Diagrama de Ishikawa. Esta herramienta permite visualizar cuáles son los factores que, por su frecuencia, generan el mayor impacto sobre el desempeño productivo, lo cual resulta clave para enfocar los esfuerzos de mejora. Se tomaron en cuenta los datos de la tabla #9, ya que engloba las principales causas de nuestro problema para poder realizar el diagrama de Pareto sobre los motivos de la baja producción:

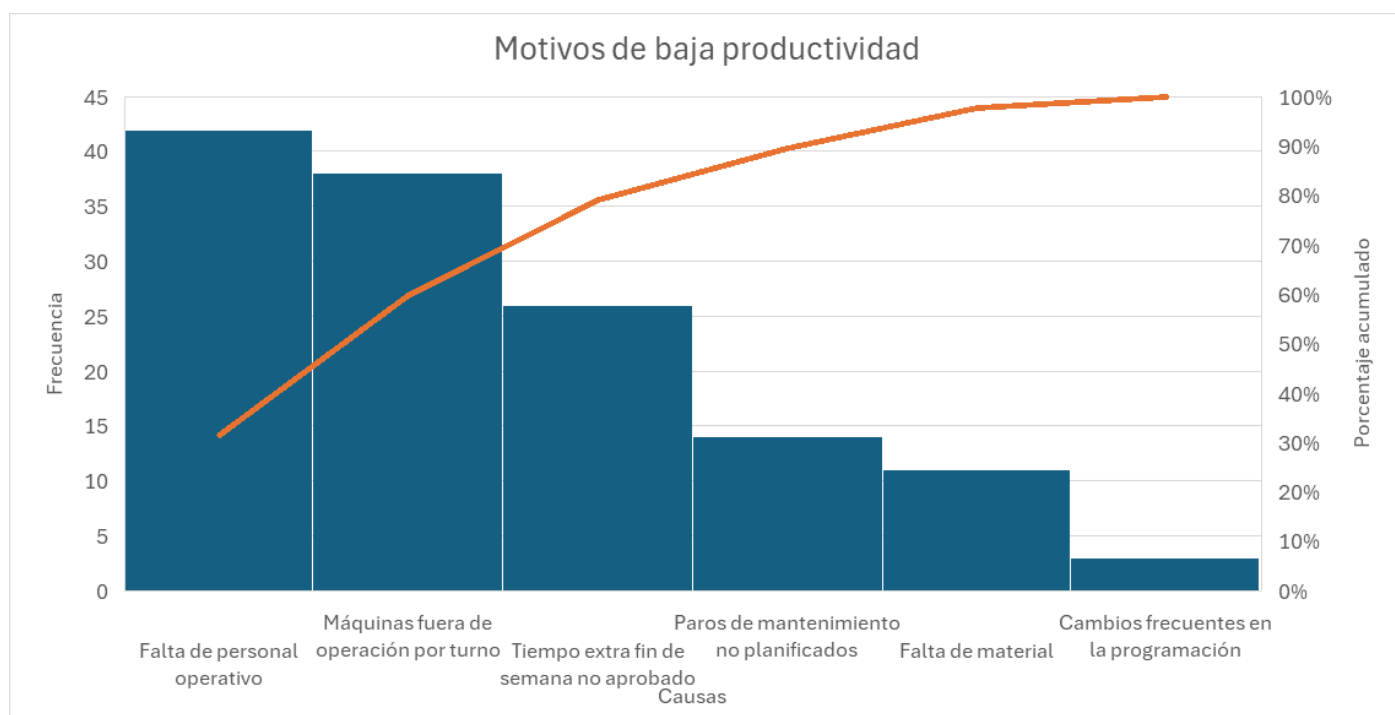
Tabla 14. *Tabla para Diagrama de Pareto*

| Motivos de la baja producción | Cantidad | % sobre total |
|---|-----------------|----------------------|
| Falta de personal operativo | 42 | 31% |
| Máquinas fuera de operación por turno | 38 | 28% |
| Tiempo extra en fin de semana no aprobado | 26 | 19% |

| | | |
|--|------------|-------------|
| Paros de mantenimiento no planificados | 14 | 10% |
| Falta de material | 11 | 8% |
| Cambios frecuentes en la programación | 3 | 2% |
| TOTAL | 134 | 100% |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 10. Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia.

Se registraron un total de 134 incidencias vinculadas a situaciones que provocaron una disminución en la capacidad productiva. Estas se agruparon en seis categorías principales, ordenadas de mayor a menor según su contribución porcentual sobre el total de eventos.

Los tres factores con mayor peso fueron:

Falta de personal operativo: Representó la causa más frecuente, con 42 eventos, lo que equivale al 31% del total. Esta situación implica que en múltiples ocasiones la planta no contó con los recursos humanos necesarios para cubrir la operación, lo cual repercute directamente en la velocidad y continuidad de la producción. Esto lo podemos ver a detalle en la tabla #10 de la sección 4.2 y en el diagrama de Ishikawa.

Máquinas fuera de operación por turno: Se identificaron 38 casos, correspondientes al 28% de las causas. Esto sugiere una disponibilidad limitada de los equipos durante los turnos asignados, ya sea por falta de mantenimiento preventivo, tiempos prolongados de cambio de formato o fallos mecánicos no atendidos oportunamente. Los detalles de esta causa se pueden observar en los gráficos #2 y #3 y en la tabla #11 de la sección 4.2.

Tiempo extra de fin de semana no aprobado: Con 26 registros (19%), este factor revela una rigidez en la gestión de los recursos laborales, especialmente en momentos donde la demanda requería extender la jornada para cumplir con los objetivos productivos. Se pueden observar los detalles en la tabla #12 de la sección 4.2

En conjunto, estos tres elementos representan el 78% del total de las incidencias analizadas. Esta concentración evidencia que los esfuerzos de mejora deben centrarse prioritariamente en estas áreas para lograr un impacto significativo.

Las causas restantes —paros de mantenimiento no planificados (10%), falta de material (8%) y cambios frecuentes en la programación (2%)— aunque con menor frecuencia, también aportan al problema y deben ser consideradas en el diseño de soluciones integrales, especialmente si presentan relaciones de causa-efecto con los factores principales.

El análisis realizado mediante el diagrama de Pareto refuerza la hipótesis de que el problema de producción tiene un origen multifactorial, pero con una concentración clara en aspectos de gestión del personal, disponibilidad de equipos y flexibilidad operativa. En consecuencia, las acciones de mejora deben orientarse a reducir la ausencia de personal clave, aumentar la eficiencia en la utilización de las máquinas y flexibilizar la política de horas extra en fines de semana. Esto permitirá no solo reducir el backlog, sino también mejorar la capacidad de respuesta ante fluctuaciones de la demanda.

4.7 Análisis de las causas detectadas mediante el método de los 5 porqués

Como parte del análisis estructurado del problema identificado en la planta de producción de hilos dentales, se aplicó la herramienta de los 5 porqués, la cual permitió descomponer progresivamente el problema central hasta llegar a las causas raíz que lo originan. Esta metodología se enfocó en responder de forma secuencial la pregunta “¿por qué ocurre este problema?”, abordando las capas que lo sustentan.

Gráfico 11. Diagrama 5 Por qué

| | |
|-------------------------------|---|
| Problema Principal | La planta de producción de hilos dentales no cumple con los volúmenes de producción semanales requeridos, lo que genera un backlog acumulado. |
| Por qué 1 | ¿Por qué no se cumple con los volúmenes de producción requeridos semanalmente? |
| Respuesta 1 | Porque la planta produce menos MSU por semana de lo que se requiere |
| Por qué 2 | ¿Por qué se produce menos de lo requerido semanalmente? |
| Respuesta 2 | Porque la capacidad de producción real de la planta está limitada a 56.7 MSU por semana como máximo. |
| Por qué 3 | ¿Por qué hay limitaciones en la disponibilidad de personal y variaciones en la productividad? |
| Respuesta 3 | Porque solo 6 máquinas pueden operarse por turno, a pesar de tener 8 máquinas disponibles, debido a: Falta de personal suficiente, una máquina está fuera de servicio y no se están trabajando horas extra |
| Por qué 4 | ¿Por qué no se ha solucionado la avería de la máquina ni se ha mejorado la disponibilidad de personal? |
| Respuesta 4 | Porque no hay una gestión proactiva de mantenimiento ni una planificación estratégica de recursos humanos que permita operar a máxima capacidad o adaptar los recursos a los picos de demanda. |
| Por qué 5 | ¿Por qué no hay una gestión proactiva de mantenimiento ni planificación estratégica de recursos humanos? |
| Respuesta 5 | Porque la planta no cuenta con procesos robustos de planificación de capacidad y respuesta a la demanda, lo que lleva a decisiones reactivas en lugar de preventivas. |
| Resultado del análisis | Falta de planificación de capacidad alineada a la demanda real, incluyendo personal y mantenimiento preventivo de maquinaria. |
| Resultado del análisis | Limitada disponibilidad operativa de maquinaria y personal por turno, que impide alcanzar consistentemente la capacidad necesaria para cubrir la demanda. |

Fuente: *Elaboración propia.*

Nota: En esta figura se muestra el diagrama de 5 por qué. Elaboración propia con información del departamento de producción de P&G.

El punto de partida fue la constatación de que la planta no logra cumplir con los volúmenes de producción semanales establecidos, lo cual ha generado un acumulado progresivo de pedidos no atendidos, conocido como backlog. Este incumplimiento se debe, en primera instancia, a que el volumen semanal de producción efectiva (un promedio de 53.5 MSU) es inferior al volumen

requerido por semana (54.3 MSU). Aunque la diferencia puede parecer marginal, su efecto acumulativo tiene consecuencias operativas relevantes.

Profundizando en la segunda capa del análisis, se identificó que si bien la capacidad máxima estimada de la planta ronda las 56.7 MSU por semana, esta cifra raramente se alcanza. Esto se debe a restricciones operativas vinculadas a la disponibilidad de personal, así como a variaciones no controladas en la productividad. Estas limitaciones impiden que se aproveche plenamente la capacidad instalada.

Al seguir indagando en la tercera etapa del análisis, se determinó que las restricciones mencionadas tienen su origen en varios factores simultáneos. Primero, hay una insuficiencia de operadores para cubrir todas las máquinas disponibles, lo que provoca que solo seis de las ocho máquinas estén operativas por turno. Segundo, una de las máquinas se encuentra fuera de servicio debido a una avería sin atender. Tercero, existen fluctuaciones en la eficiencia del trabajo que responden a la falta de estandarización en la organización operativa.

En el cuarto nivel del análisis se identificó que estos problemas persisten por la ausencia de una gestión proactiva de mantenimiento, así como por una debilidad en la planificación estratégica del recurso humano. La planta no cuenta con un sistema formal que permita anticiparse a fallas en los equipos ni ajustar el personal disponible según los picos de demanda. Como resultado, se toman decisiones sobre la marcha, muchas veces reactivas, que no resuelven el fondo del problema.

Finalmente, se concluyó que la causa raíz de este conjunto de deficiencias se encuentra en la falta de un proceso robusto de planificación de capacidad. La planta opera sin un modelo claro que alinee el mantenimiento, la disponibilidad de personal y la respuesta a la demanda con los

objetivos de producción. Esta desconexión estratégica limita la toma de decisiones informadas y sostenibles, lo cual repercute directamente en el cumplimiento de los volúmenes requeridos.

En síntesis, el análisis de los 5 porqués permitió identificar como causas raíz la falta de una planificación de capacidad alineada a la demanda real y una disponibilidad limitada de maquinaria y personal por turno. Esta conclusión pone de manifiesto la necesidad de implementar un sistema integral de planificación y seguimiento que contemple el mantenimiento preventivo de los equipos, la revisión del modelo de turnos y la redistribución oportuna del personal, además de incorporar un enfoque proactivo para la gestión de la demanda y la capacidad productiva.

CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 Descripción General de la Propuesta

En este capítulo, se propondrán soluciones a las causas identificadas en el capítulo anterior mediante la aplicación de las etapas de implementación y control de la metodología DMAIC. Además, se elaborará una propuesta que consistirá en un plan para implementar soluciones integrales dirigidas a abordar las causas raíz, con el objetivo de reducir progresivamente el backlog y aumentar la eficiencia operativa del sistema productivo.

Asimismo, se propondrá un plan de diseño para un Plan de Control basado en indicadores clave de desempeño (KPIs) que permiten dar seguimiento continuo a las variables críticas del proceso productivo. Estos indicadores están directamente relacionados con el objetivo principal del proyecto, así como de dashboards que permitan la visualización a tiempo real del estado de la mejora propuesta.

Finalmente, se evaluará el costo-beneficio de implementar la propuesta para las distintas causas raíz identificadas en el capítulo anterior en la empresa Procter & Gamble.

5.2 Propuesta para dar soluciones a las causas detectadas

Con base en el análisis de causa raíz desarrollado en el capítulo anterior, se identificaron una serie de factores que afectan directamente la productividad de la planta Alce Blanco en la producción de hilos dentales. Las causas principales del backlog acumulado incluyen: la reducción de capacidad operativa por avería de una línea de empaque, limitaciones de personal por turno, variabilidad en la demanda semanal, y falta de visibilidad operativa para la toma de decisiones en tiempo real.

A partir de este diagnóstico, se diseñaron soluciones integrales dirigidas a abordar las causas raíz, con el objetivo de reducir progresivamente el backlog y aumentar la eficiencia operativa del sistema productivo. Las propuestas de mejora se enfocan en dos áreas clave:

a) Incremento de la capacidad operativa

Se recomienda reactivar la octava línea de empaque mediante su reparación o reemplazo, lo cual representa una inversión inicial, pero permitiría recuperar un 20% adicional de capacidad semanal. Asimismo, se plantea la posibilidad de incorporar esquemas de turnos rotativos con personal capacitado para maximizar el uso de la totalidad de las máquinas disponibles en cada jornada. Así como incrementar los turnos, y las cuadrillas de personal.

b) Fortalecimiento del monitoreo a través de KPIs y dashboard

Se diseña un dashboard interactivo que permita visualizar en tiempo real los principales indicadores: backlog acumulado, cumplimiento de producción semanal, tiempos de paro y disponibilidad de personal. Este tablero será monitoreado por el equipo de planificación y compartido con el liderazgo del área productiva, para facilitar decisiones ágiles y correctivas.

La siguiente tabla resume el enfoque de intervención diseñado:

Tabla 15. Resumen Soluciones propuestas

| Causa raíz identificada | Solución propuesta |
|--|--|
| 1. Pérdida de una de las 8 líneas de empaque, lo que redujo la capacidad operativa total. | Reparación o reemplazo de la línea de empaque dañada para recuperar el 20% de capacidad perdida. |
| 2. Falta de personal disponible por turno para operar las 8 máquinas simultáneamente. | Implementación de esquemas de turnos rotativos y capacitación de operarios de respaldo para cubrir todas las posiciones críticas. Contratación de personal |
| 3. Variabilidad en la demanda semanal de las regiones, sin ajustes ágiles en la planificación. | Desarrollo de un modelo de horarios extra para responder a la variabilidad de la demanda semanal. |
| 4. Ausencia de una herramienta visual para monitoreo de backlog y KPIs clave. | Creación e implementación de un dashboard interactivo con indicadores clave, visible y actualizado semanalmente. |
| 5. Falta de acciones preventivas ante paros por calidad, mantenimiento. | Inclusión controles en el plan de producción, con enfoque en mantenimiento preventivo |
| 6. Mala visibilidad del rendimiento real vs plan semanal por falta de análisis integrado. | Consolidación semanal de datos en herramientas visuales (Power BI o Excel), con comparación plan vs real e identificación de gaps. |

Fuente: *Elaboración propia.*

Estas soluciones fueron priorizadas por factibilidad, impacto en los KPIs y capacidad de implementación en el corto plazo. Se validaron con el equipo de planta y planificación, asegurando su alineación con los objetivos operativos de P&G y las capacidades actuales de la organización.

5.3 Propuesta para implementar la mejora

Con base en las soluciones propuestas para atacar las causas raíz identificadas durante la fase de análisis, se ha diseñado un plan de implementación estructurado en fases y actividades específicas. Este plan busca asegurar una ejecución ordenada y eficaz de las mejoras en la planta de producción de hilos dentales, considerando los recursos, capacidades actuales y prioridades estratégicas de la organización.

El plan se compone de seis actividades clave divididas en 4 fases, alineadas con las soluciones planteadas, cada una asignada a un equipo responsable y con indicadores que permitirán dar seguimiento al cumplimiento y efectividad de cada acción.

Tabla 16. Plan de implementación.

| # de actividad | Fase | Actividad | Responsable | Fecha estimada | KPI |
|----------------|--------|--|-----------------------------|-----------------|--|
| 1 | Fase 1 | Reparación/reemplazo de línea de empaque | Mantenimiento | Septiembre 2025 | Línea operativa al 100% / Recuperación de capacidad (20%) |
| 2 | Fase 1 | Contratación y capacitación de personal de respaldo | RRHH Producción | Octubre 2025 | 100% de posiciones críticas cubiertas / 90% asistencia operativa |
| 3 | Fase 2 | Implementación de horarios extra según demanda | Producción RRHH | Noviembre 2025 | 100% cumplimiento de requerimientos semanales |
| 4 | Fase 3 | Desarrollo e implementación del dashboard | PSC / IT | Noviembre 2025 | Dashboard funcional, actualizado semanalmente / KPIs visibles |
| 5 | Fase 3 | Integración de alertas preventivas | Producción Mantenimiento | Diciembre 2025 | Paros preventivos ejecutados / Reducción de fallas no planificadas |
| 6 | Fase 4 | Consolidación y análisis semanal de datos plan vs real | PSC | Diciembre 2025 | Reportes semanales implementados |

Fuente: *Elaboración propia.*

El plan de control de mejora para reducir el backlog presentado para el año 2025 en la tabla 11, se enfoca en varias actividades clave alineadas con los hallazgos de los análisis realizados sobre las causas que afectan la productividad. A continuación, se detallan y alinean las actividades del plan con esos hallazgos:

1. Recuperación de capacidad operativa: reparación o reemplazo de línea de empaque

Descripción: Una de las causas más significativas del aumento del backlog ha sido la pérdida operativa de una de las ocho líneas de empaque, lo cual representa una disminución del 20% en la capacidad de producción semanal. Ante esta situación, se propone como acción prioritaria la restauración de dicha línea, ya sea mediante su reparación técnica o, en caso de que los daños sean irrecuperables o financieramente inviables, su reemplazo por una nueva unidad.

Responsable: Departamento de Mantenimiento e Ingeniería

Fecha esperada de cierre de actividad: septiembre 2025

Pasos por ejecutar:

1. Realizar un diagnóstico técnico completo del estado de la línea averiada:
 - Utilizar la plantilla de la ilustración #13 de la sección de Apéndices, para completar el checklist de diagnóstico de la línea de empaque. Dicha plantilla tiene el objetivo de estandarizar el proceso, y asegurarse de que se cumplan con los requerimientos mínimos para dar un diagnóstico. Incluye, estado general de la línea, de componentes mecánicos, eléctricos y de control, revisión de historial y conclusiones.
2. Evaluar el costo-beneficio de reparar frente a sustituir.

- Solicitar presupuestos de reparación y sustitución. Con la plantilla de la ilustración #14, para la solicitud de presupuestos.
 - Si costo de reparación es mayor al costo de inversión de una máquina nueva. Se compra la máquina nueva. En caso contrario, se procede a la reparación.
3. Gestionar la adquisición de repuestos o equipo nuevo según sea el caso.
 - Utilizar la referencia de la ilustración #15, una plantilla para estandarizar el proceso de solicitud de compra de equipo nuevo o de repuesto. Esto para poder documentar y justificar la compra del equipo.
 - Dar seguimiento al proceso de compras.
 - Coordinar entrega.
 4. Ejecutar el proceso de reparación o instalación.
 5. Validar el funcionamiento con pruebas en línea.
 - Utilizar la plantilla generada del proyecto, en la sección de apéndices, ilustración #16. Donde viene el protocolo de pruebas para la máquina en formato de “checklist”, así como los pasos para la reincorporación de esta al proceso de planificación semanal. Todo para garantizar la estandarización del proceso, así como una guía clave para que el proceso sea ejecutado con éxito.
 6. Incorporar nuevamente la línea al esquema de planificación semanal.

Indicadores clave:

Tabla 17. Indicadores claves mejora 1

| Indicador | Fórmula de Cálculo | Meta | Frecuencia de Medición | Responsable | Fuente de Datos |
|----------------------------------|---|----------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Línea funcional operando al 100% | $(\text{Horas efectivas de operación} \div \text{Horas planificadas}) \times 100$ | 100% | Diario / Semanal | Supervisor de Producción | Reporte de producción |
| Reducción de backlog acumulado | MSUs pendientes al cierre de semana | ≤ 50 MSUs | Semanal | Supply Chain | Dashboard backlog |

Fuente: Elaboración propia.

Costos de mejora: El costo de la mejora podría variar en varios aspectos que pueden depender del diagnóstico realizado en esta misma etapa. De igual manera, se plantea la mejora con el peor de los escenarios, que sería que la máquina no se lograra reparar, y se tuviera que ensamblar una línea de empaque completamente nueva. El costo estimado de esta línea de empaque ronda los \$50,000 dólares. Esto debido a que es una máquina automática y hecha a la medida y a las necesidades de la planta. Esta información fue brindada de parte de planta, haciendo un estimado, y sin colocar montos exactos debido al acuerdo de confidencialidad.

A su vez, hay que tomar en cuenta la mano de obra, de la instalación, el técnico para que dé el diagnóstico. Lo que puede rondar un aproximado de \$5,000 dólares. Esto tomando en cuenta los costos que tomaron la instalación de una máquina similar en otra planta también en México.

Entregables:

- **Ilustración #13: Checklist de diagnóstico:**

Es una herramienta que nos permite estandarizar el proceso de diagnóstico, así como de guiar el proceso. Incluye checklist del estado general del equipo, así como distintas pruebas recomendadas para realizar para evaluar el daño en las líneas de empaque. La plantilla cuenta con información básica del equipo, fecha y hora del diagnóstico y nombre del técnico, esto para poder llevar un control documentado y de fácil rastreo de los procesos de diagnósticos tanto para esta máquina, como en un futuro.

- **Ilustración #14: Plantilla solicitud de presupuestos:**

Esta es una herramienta que nos permite completar la información sobre los presupuestos de alguna reparación o de la sustitución de un equipo. Ayuda a la estandarización del proceso y ofrece guía de la información requerida para la planta para poder tomar decisiones acertadas con la información correcta. Así mismo ofrece la opción de documentar cada solicitud de presupuesto. Incluye información sobre la información general, así como el diagnóstico inicial, los tiempos estimados de reparación y sustitución, costos, y aprobaciones una vez se tome la decisión.

- **Ilustración #15: Plantilla solicitud de compra de equipo:**

Plantilla que tiene el objetivo de estandarizar la solicitud de compra de un equipo de repuesto o nuevo. Incluye detalles importantes como la justificación técnica, y los datos del proveedor, así como condiciones de entrega, garantía y aprobaciones finales para que todo este documentado.

- **Ilustración #16: Protocolo de pruebas y reincorporación de línea:**

Este protocolo lo que nos permite es tener una guía estandarizada sobre las pruebas básicas que se necesitan realizar a la línea, para asegurar su buen funcionamiento

dentro del proceso de producción. Trae un checklist que nos permite validar las distintas pruebas, tanto al vacío, como con producto real y sus resultados para poder considerar a la línea lista para producción. Incluye también firmas de aprobación final para asegurarse de pasar por todos los controles de calidad internos.

2. Disponibilidad de personal operativo: contratación y capacitación

Descripción: La imposibilidad de operar todas las líneas simultáneamente debido a limitaciones de personal ha generado una brecha entre la capacidad teórica y la capacidad efectiva. Para abordar esta causa, se plantea la contratación y formación de nuevos operarios, junto con la implementación de un esquema de turnos rotativos que permita cubrir todas las posiciones críticas durante cada jornada de trabajo.

Responsable: Recursos Humanos y Supervisión de Producción

Fecha esperada de cierre de actividad: octubre 2025

Pasos por ejecutar:

1. Levantar un diagnóstico actualizado de vacantes por turno y línea.
 - Solicitar a supervisores de turno el estado actual del personal completando el documento presentado en el anexo, Ilustración 17. Guía para validación de contratación.
 - Verificar recomendación de contratación.
 - Validar información con el área de RRHH y planificación.
2. Lanzar una campaña de reclutamiento externa.
 - Publicar externamente en bolsas de empleo y redes sociales según el procedimiento estándar de la compañía a la hora de reclutar personal.

3. Seleccionar personal con perfil técnico necesario para el puesto.
 - Ejecutar proceso de reclutamiento y contratación estándar de P&G para la cantidad de personas reflejadas en la Guía para validación de contratación.
4. Ejecutar un programa de capacitación intensivo sobre operación de maquinaria, seguridad y calidad.
 - Seguir el plan de capacitación por etapas (teórico-práctico) recomendado en el anexo Ilustración 18. Programa de capacitación.
5. Distribuir los nuevos operarios según necesidades de línea y disponibilidad horaria.
 - Revisar la guía recomendada presentada en el anexo, Ilustración 17. Guía para validación de contratación. Para ubicar al personal capacitado donde haya necesidad.
 - Asegurar emparejamiento con mentores o líderes de línea.

Indicadores clave:

Tabla 18. Indicadores claves mejora 2

| Indicador | Fórmula de Cálculo | Meta | Frecuencia de Medición | Responsable | Fuente de Datos |
|-----------------------------|--|-------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Disponibilidad del personal | $(\text{Puestos cubiertos} \div \text{Puestos requeridos}) \times 100$ | 1 | Diario | Jefatura de Turno / RRHH | Roster de personal |
| Eficiencia por línea | $(\text{Producción real} \div \text{Producción esperada}) \times 100$ | $\geq 90\%$ | Semanal | Supervisor de Línea | Reportes de producción |

Fuente: Elaboración propia.

Costos de mejora:

Para esta mejora, se necesita la contratación de mínimo 6 personas, esto para poder cubrir los 3 turnos que se habilitarían con la nueva máquina. El proceso de reclutamiento y de preparación para la ejecución del rol, no se toman en cuenta.

Tabla 19. Salarios aproximados P&G MX

| Rol/Puesto | | Salario Mensual Promedio (MXN) | Salario Mensual Promedio (USD) | Salario por hora (USD) |
|-----------------------------------|-----|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| Ayudante general de mantenimiento | MXN | 6 200,00 | \$ 334,00 | \$ 11 |
| Operario/a de producción | MXN | 9 440,00 | \$ 508,00 | \$ 17 |
| Técnico/a de producción | MXN | 10 800,00 | \$ 582,00 | \$ 19 |
| Líder de línea de producción | MXN | 19 800,00 | \$ 1 067,00 | \$ 36 |
| Técnico/a eléctrico/a | MXN | 23 479,00 | \$ 1 265,00 | \$ 42 |

Fuente: Elaboración propia.

Estos salarios fueron obtenidos de la página indeed.com, página especializada en salarios de la planta de México de P&G, ya que no se pueden revelar los salarios reales de cada persona y se utilizó el tipo de cambio del Banco de México de 1 MXM = 0.053 USD.

Con los salarios de la tabla #16, podemos calcular el costo anual de los 6 trabajadores contratados, teniendo un costo anual de aprox. \$6,604 por persona, tomando en cuenta los 12 meses del año más el bonus de fin de año. Además, hay que contabilizar el seguro médico, pólizas, beneficios, dando un saldo de aprox. \$8,000 anuales por persona. Lo que nos da un costo de inversión total de \$48,000.

Entregables:

- **Ilustración #17: Guía para validación de contratación:**

Este documento tiene como objetivo estandarizar la recopilación y análisis de información para determinar si es necesario contratar personal adicional. Debe de ser llenado por el responsable de cada área o turno y validado con el departamento de recursos humanos. Incluye el estado actual del personal, indicadores claves, así como la justificación de contratación, una recomendación final y firmas de aprobación para asegurar la validez de los datos.

- **Ilustración #18: Programa de capacitación:**

Este documento estandariza la planificación y ejecución de un programa intensivo de capacitación para nuevos operarios en líneas de empaque de hilos dentales en P&G. El programa tiene una duración de 4 semanas y combina teoría y práctica, abordando seguridad, calidad y operación de equipos. Cuenta también con una redistribución de nuevos operarios, con el fin de garantizar el espacio de trabajo donde se necesita.

3. Implementación de horarios extra según la demanda

Descripción: La variabilidad en la demanda semanal de las regiones ha evidenciado la necesidad de contar con un modelo de planificación flexible que permita responder con agilidad a los cambios en los requerimientos y aumentar la capacidad con el fin de reducir el backlog más rápido. Se plantea la posibilidad de asignar jornadas extraordinarias según la carga proyectada.

Responsable: Producción, Planificación y Recursos Humanos.

Fecha esperada de cierre de actividad: noviembre 2025

Acciones específicas:

1. Apertura de horarios extra

- Validar disponibilidad de personal operativo y técnico para cubrirlos.
- Presentar propuesta de horario a gerencia y RRHH para aprobación.

Con la plantilla estandarizada para solicitud de horas extra presentada en la sección de apéndices, la ilustración #19.

- Incluir horarios extra en la planificación semanal/mensual.

Indicadores clave:

Tabla 20. Indicadores claves mejora 3

| Indicador | Fórmula de Cálculo | Meta | Frecuencia de Medición | Responsable | Fuente de Datos |
|--|---|----------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| Cumplimiento de requerimientos semanales | $(\text{Requerimientos cumplidos} \div \text{Requerimientos solicitados}) \times 100$ | $\geq 95\%$ | Semanal | Planner | Reportes de producción |
| Backlog semanal | MSUs pendientes al cierre de semana | ≤ 50 MSUs | Semanal | Supply Chain | Dashboard backlog |
| Activación de jornadas extra | $(\text{Semanas con jornadas extra efectivas} \div \text{Semanas críticas}) \times 100$ | $\geq 80\%$ | Mensual | Supervisor de Producción | Programación de turnos |

Fuente: Elaboración propia.

Costos de mejora:

Para esta mejora se necesita calcular el costo de horas extra pagadas a los trabajadores que se usaran en este turno extra propuesto. Es estima, que se puede reducir/eliminar el backlog en 8 semanas o menos, por lo que calcularemos los costos con 8 semanas, según el peor escenario. Vamos a tomar en cuenta el salario de 24 personas encargadas de las 8 líneas de empaque, así de 4 supervisores de líneas y el líder de producción de la planta, como personal esencial para el proyecto.

Tabla 21. *Cálculo de costos horas extra*

| Horario | Horas | Cantidad personal | Costo |
|----------------------|--------------|--------------------------|------------------|
| Sábado | 8 | 24 | \$ 3 264 |
| Sábado | 8 | 4 | \$ 608 |
| Sábado | 8 | 1 | \$ 288 |
| TOTAL | | | \$ 4 160 |
| Por 8 Semanas | | | \$ 33 280 |

Fuente: *Elaboración propia.*

Con los cálculos realizado de no más de 8 semanas. Nos da un total aproximado de \$33,280 por 2 meses en horas extra trabajadas los sábados, esto para generar más producciones y poder reducir el backlog. Esto contando únicamente las horas extras de los trabajadores.

Entregables:

- **Ilustración #19: Plantilla estándar para solicitud de horas extra:**

Este documento se creó con la finalidad de estandarizar una plantilla para la solicitud de horas extra. Incluye información importante como la información general del solicitante, así como los detalles de solicitud, como la fecha, horario, y cantidad de colaboradores requeridos, cuales áreas están involucradas, la justificación de la solicitud, así como la lista del personal involucrado, y las aprobaciones necesarias para la correcta aprobación. Esta herramienta brinda una guía y ayuda a la compañía a tener documentación y respaldo de cada vez que se solicite un horario extendido, y poder analizar los comportamientos de la demanda a raíz de la documentación.

4. Gestión visual de indicadores: desarrollo de dashboard operativo

Descripción: Una debilidad clave identificada es la falta de visibilidad del estado del backlog, cumplimiento de requerimientos y desempeño de líneas. Para solventarlo, se propone el desarrollo de un dashboard interactivo que consolide los principales KPIs operativos de manera visual y accesible, facilitando la toma de decisiones en tiempo real.

Responsable: Ingeniería de Datos, TI y Planificación

Fecha esperada de cierre de actividad: noviembre 2025

Pasos por ejecutar:

2. Definir los indicadores clave y sus fuentes de datos.
 - Revisar con el equipo de P&G los KPIs recomendados para la mejor ejecución del proyecto, presentado en la tabla #19 en detalle.
 - Se recomienda usar los siguientes KPIs detallados en la tabla #19 de control.
 - Backlog acumulado (MSU)
 - Eficiencia operativa
 - Cumplimiento de requerimientos
 - Tiempo promedio de paro por turno
 - Disponibilidad del personal
3. Diseñar el tablero en una plataforma como Excel interactivo.
 - Revisar ilustración #20, presentada en el Anexo. Se desarrollo un Dashboard interactivo en Excel para la fácil visualización y entendimiento de los KPIs recomendados.
4. Entrenar a los líderes operativos en su uso semanal.

- Capacitación breve (1-2 horas) sobre cómo interpretar y utilizar el dashboard.
- Establecer la rutina semanal de revisión del tablero con responsables todos los lunes en la reunión general, para validar como se cerró la semana en términos de producciones y que se necesita producir en la semana en curso.

Indicadores clave:

Tabla 22. Indicadores clave mejora 4

| Indicador | Fórmula de Cálculo | Meta | Frecuencia de Medición | Responsable |
|-----------------------|--|------|------------------------|-------------|
| Dashboard actualizado | $(\text{Semanas con actualización realizada} \div \text{Total de semanas del periodo}) \times 100$ | 100% | Semanal | Planeador |

Fuente: Elaboración propia.

Costos de mejora:

Para esta mejora, hay que remunerar al colaborador que realice el dashboard en la plataforma elegida. Hay dos herramientas disponibles en P&G para poder ejecutar la herramienta, Power BI o Tableau. La decisión la tomará el colaborador, ya que dependerá del fácil acceso de los datos y la representación de estos. Se dará aproximadamente 3 semanas para la planeación, ejecución, programación y pruebas de la herramienta. Serían 120 horas, con un costo de \$13 por hora, equivalentes a \$1560. Para la implementación de este, no se requiere costo adicional.

Entregables:

Ilustración #20: Dashboard de KPIs P&G:

Dashboard creado en Excel, usando tablas dinámicas, tiene como objetivo visualizar el estado de los KPIs clave, sus tendencias y el cumplimiento de metas por semana, facilitando la detección temprana de desviaciones y la priorización de acciones correctivas en reuniones de seguimiento.

La base de datos se estructuró en formato normalizado con datos históricos y se emplea una tabla calendario para garantizar un filtrado consistente por semana. Los KPIs incluidos y sus umbrales son:

- Backlog acumulado (MSU): suma semanal; meta < 50 MSU.
- Eficiencia operativa (%): $(\text{Producción real} / \text{Capacidad teórica}) \times 100$; meta > 90%.
- Cumplimiento de requerimientos (%): $(\text{MSUs entregadas} / \text{MSUs requeridas}) \times 100$; meta $\geq 95\%$.
- Tiempo promedio de paro por turno (min): promedio semanal; meta < 20 min/turno.
- Disponibilidad de personal (%): $(\text{Puestos cubiertos} / \text{Total necesarios}) \times 100$; meta $\geq 100\%$.

El dashboard también se creó con el objetivo de ser alimentado todas las semanas con el reporte de la mejora #6, dicho reporte alimenta el dashboard para validar el control, y el avance del proyecto. Los datos se modifican semanalmente, todos los lunes.

5. Prevención de paros: alertas de mantenimiento, calidad

Descripción: Parte del backlog acumulado se relaciona con paros inesperados por fallas de maquinaria o rechazos por calidad. Se propone reforzar los controles

preventivos mediante alertas e inspecciones programadas, que permitan anticiparse a estas situaciones y reducir su impacto operativo.

Responsable: Mantenimiento y Calidad

Fecha esperada de cierre de actividad: diciembre 2025

Acciones específicas:

1. Programar mantenimientos preventivos mensuales por línea.
 - Hacer mantenimientos de 8 horas en 1 máquina 1 vez a la semana.
 - Horario rotativo y máquinas rotativas para no interrumpir la producción. Y completar el plan de mantenimiento, plantilla realizada en la sección de Apéndices, ilustración #21.
 - Realizar el proceso de mantenimiento en los procesos críticos donde se presentan fallas o desvíos recurrentes. Representado en el entregable Ilustración #22
2. Estandarizar el reporte de paros con código de causa y tiempo afectado en el reporte de la Ilustración #22.

Indicadores clave:

Tabla 23. Indicadores clave mejora 5

| Indicador | Fórmula de Cálculo | Meta | Frecuencia de Medición | Responsable | Fuente de Datos |
|------------------------------------|---|-------------|------------------------|----------------------------|-------------------|
| Reducción del tiempo total de paro | $(\text{Tiempo de paro reducido} \div \text{Tiempo de paro base}) \times 100$ | $\geq 30\%$ | Mensual | Mantenimiento + Producción | Bitácoras de paro |

| | | | | | |
|--|---|------|---------|---------------------------|-----------------------|
| Mantenimientos ejecutados según cronograma | $(\text{Mantenimientos realizados} \div \text{Mantenimientos planificados}) \times 100$ | 100% | Mensual | Jefatura de Mantenimiento | Plan de mantenimiento |
|--|---|------|---------|---------------------------|-----------------------|

Fuente: Elaboración propia.

Entregables

Ilustración #21: Plan de mantenimiento preventivo:

Este documento fue creado con la intención de estandarizar y llevar un control sobre el plan de mantenimiento preventivo en las líneas de empaque. La frecuencia es de 1 máquina por semana, y el documento le da trazabilidad, y documenta cada ciclo de mantenimiento, esto para tener un control sobre el mismo. El documento ofrece información relevante como cronograma, técnico responsable y un “checklist” sobre los elementos a realizar mantenimiento.

Ilustración #22: Guía integral de control de calidad:

La guía integral de control de calidad es un documento que tiene como objetivo estandarizar y guiar en el proceso de control de calidad de los equipos. Busca hacer una inspección de los criterios básicos de calidad que presentan las líneas de producción, para validar si cumplen con los requisitos de calidad o requieren de algún ajuste. A su vez, incluye un reporte estandarizado de paros, para unificar el registro para análisis de causas y reducción de tiempos muertos.

6. Control operativo: comparación plan vs real semanal

Descripción: Para mejorar la capacidad de respuesta y análisis, se requiere consolidar la información de lo planeado vs lo ejecutado semanalmente. Esto permitirá identificar brechas, analizar sus causas y aplicar acciones correctivas con mayor agilidad.

Responsable: Ingeniería Industrial y Planificación

Fecha esperada de cierre de actividad: diciembre 2025

Acciones específicas:

1. Completar la plantilla de reporte semanal estándar.
2. Incluir análisis de causas de desviación y propuestas de acción.
3. Establecer revisión formal en reunión semanal de planificación junto con el Dashboard de KPIs, ya que, al completar la plantilla, también se actualiza el Dashboard de la ilustración #20, presentada en el Anexo. Para tener todos los datos centralizados.

Indicadores clave:

- 100% de semanas con reporte generado en los próximos 6 meses.

Entregables:

Ilustración #23: Reporte semanal de producción:

El Reporte Semanal de Producción tiene como finalidad estandarizar la recolección y presentación de información clave sobre el desempeño productivo semanal medido en MSU. Su uso permite evaluar de manera sistemática el cumplimiento de las metas establecidas, identificar variaciones respecto a lo solicitado y dar seguimiento al estado del

backlog, contribuyendo así a la toma de decisiones oportunas en el área de planificación y control de la producción.

La plantilla está diseñada para registrar la producción real de la semana anterior vs. lo solicitado. El cálculo automático del porcentaje de cumplimiento, la evolución del backlog al inicio y cierre de la semana, los objetivos de producción para la semana en curso, incluyendo la cuota destinada a reducción del backlog, la capacidad productiva estimada y diferencias frente al objetivo y el registro estructurado de causas de incumplimiento y análisis de las mismas para la definición de acciones correctivas. El formato incorpora fórmulas automáticas y formato condicional que facilita la interpretación de resultados mediante indicadores visuales (verde: meta cumplida, rojo: meta no cumplida).

Este reporte constituye una de las fuentes de datos para alimentar el dashboard de control semanal, el cual consolida la información histórica y actual de producción. La integración de ambos instrumentos permite visualizar tendencias, validar el cumplimiento de las producciones programadas y mantener un control continuo que soporte la gestión operativa y estratégica de la planta.

Tiempos de implementación

El proceso de implementación del plan de mejora se organizó en una secuencia lógica de actividades distribuidas en el último cuatrimestre del año, con el objetivo de abordar las principales causas que afectan la eficiencia operativa en la planta. Cada actividad fue calendarizada cuidadosamente para asegurar una ejecución fluida, con responsables definidos por área y plazos realistas según la naturaleza de cada tarea.

Gráfico 12. Diagrama de Gantt

| Actividad | 1-sept | 8-sept | 15-sept | 22-sept | 29-sept | 6-oct | 13-oct | 20-oct | 27-oct | 3-nov | 10-nov | 17-nov | 24-nov | 1-dic | 8-dic | 15-dic | 22-dic | 29-dic | Responsable |
|--|--------|--------|---------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|------------------|
| Evaluación de reparación de maquinaria | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | Mantenimiento |
| Reparación de maquinaria | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | Mantenimiento |
| Contratación de personal | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | Recursos Humanos |
| Pruebas de máquina | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | Mantenimiento |
| Capacitación de personal | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | Producción |
| Implementación de horarios extra | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | Producción |
| Desarrollo de Dashboard | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | Planeación |
| Implementación de Dashboard | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | Planeación |
| Integración de alertas | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | Producción |
| Consolidación y análisis semanales | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | Planeación |

Fuente: *Elaboración propia.*

El cronograma inicia con la evaluación técnica de la maquinaria fuera de servicio, llevada a cabo durante la primera semana de septiembre por el área de mantenimiento. Esta fase permitió diagnosticar con precisión el estado del equipo y definir el alcance de la reparación requerida. A partir de los resultados de dicha evaluación, se procedió con la reparación de la máquina, una actividad que se extendió por tres semanas, del 8 al 22 de septiembre, y que estuvo igualmente a cargo del equipo de mantenimiento.

En paralelo al proceso de reparación, el área de Recursos Humanos gestionó la contratación de personal operativo, una tarea crítica para subsanar el déficit identificado en turnos nocturnos. Esta etapa se desarrolló a lo largo de cuatro semanas, finalizando el 29 de septiembre. Una vez completadas ambas fases, se realizaron pruebas de funcionamiento de la máquina recuperada durante la última semana de septiembre, con el fin de validar su operatividad antes de reintegrarla formalmente a la línea de producción.

Con la maquinaria en funcionamiento y el nuevo personal incorporado, la siguiente fase se enfocó en la capacitación del personal, liderada por el área de producción durante cuatro semanas, desde el 6 hasta el 27 de octubre. Esta formación tuvo como propósito asegurar que los nuevos

colaboradores estuvieran familiarizados con los procedimientos, estándares de calidad y dinámicas del entorno productivo.

Simultáneamente, se llevaron a cabo dos iniciativas complementarias orientadas a mejorar el rendimiento general de la planta. Por un lado, se implementaron horarios extraordinarios en turnos clave durante dos semanas, entre el 3 y el 10 de noviembre, con el fin de aumentar la capacidad de respuesta en momentos de mayor carga. Por otro lado, el área de planificación inició el desarrollo de un dashboard de indicadores de desempeño, herramienta clave para el monitoreo continuo del proceso productivo. Esta tarea se completó en tres semanas, y su implementación se realizó durante la semana del 24 de noviembre.

Posteriormente, se trabajó en la integración de alertas tempranas al sistema de monitoreo, con el objetivo de detectar desviaciones operativas de forma proactiva. Esta actividad fue responsabilidad del área de producción y se ejecutó entre el 1 y el 8 de diciembre. Finalmente, durante las últimas tres semanas del año, se dedicó tiempo a la consolidación de datos y análisis de resultados, lo que permitió evaluar el impacto de las acciones implementadas y generar retroalimentación para futuras mejoras.

En conjunto, el cronograma refleja una ejecución escalonada y estructurada, en la que cada actividad se conecta de forma coherente con la anterior, abordando de forma integral las distintas causas raíz del problema identificado. La combinación de acciones técnicas, organizativas y de gestión permitió sentar las bases para una operación más estable, eficiente y orientada a resultados.

5.4 Propuesta para controlar la mejora

Una vez implementadas las acciones de mejora propuestas, resulta esencial establecer un sistema robusto que garantice la sostenibilidad de los resultados obtenidos a lo largo del tiempo. Para ello, se plantea una estrategia de control basada en el seguimiento constante de los indicadores clave de desempeño (KPI), el uso de herramientas digitales de visualización y la asignación clara de responsabilidades dentro del equipo de trabajo. Las mismas se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 24. KPI's a implementar

| Indicador | Descripción | Fórmula / Fuente | Frecuencia | Meta |
|---|--|---|------------------|-------------------------------------|
| Línea funcional operando al 100% | La línea nueva y reparada trabaja sin problemas. | $(\text{Horas efectivas de operación} \div \text{Horas planificadas}) \times 100$ | Diario / Semanal | 100% |
| Backlog acumulado (MSU) | Pedidos pendientes de producción aún no entregados. | Suma semanal de backlog | Semanal | Reducción progresiva hasta < 50 MSU |
| Eficiencia operativa (%) | Medición del uso efectivo del tiempo disponible de las máquinas. | $(\text{Producción real} / \text{Capacidad teórica}) \times 100$ | Semanal | > 90% |
| Cumplimiento de requerimientos (%) | Porcentaje de MSUs entregadas a tiempo según plan. | $(\text{MSUs entregadas} / \text{MSUs requeridas}) \times 100$ | Semanal | $\geq 95\%$ |
| Reducción del tiempo total de paro | Reducción de inactividad de línea por causas internas. | $(\text{Tiempo de paro reducido} \div \text{Tiempo de paro base}) \times 100$ | Mensual | $\geq 30\%$ |

| Indicador | Descripción | Fórmula / Fuente | Frecuencia | Meta |
|---|--|---|------------------|--------------|
| Disponibilidad de personal (%) | Porcentaje de puestos operativos cubiertos por turno. | $(\text{Puestos cubiertos} / \text{Total necesarios}) \times 100$ | Diario / Semanal | $\geq 100\%$ |
| Activación de jornadas extra | Uso de horas extra en semanas críticas. | $(\text{Semanas con jornadas extra efectivas} \div \text{Semanas críticas}) \times 100$ | Semanal | $\geq 80\%$ |
| Mantenimientos ejecutados según cronograma | Ejecución de mantenimientos preventivos según lo programado. | $(\text{Mantenimientos realizados} \div \text{Mantenimientos planificados}) \times 100$ | Mensual | 100% |

Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar, se desarrollará un dashboard o tablero de control en una plataforma como Power BI del cual P&G cuenta con la licencia correspondiente para el uso de esta. Tomará de base el dashboard diseñado en la propuesta de mejora 4, mostrado en la ilustración #20 de la sección de apéndices. El ajuste es para que la información pueda ser respaldada y pueda ser visualizada en cualquier momento por cualquier miembro del equipo. Dicho informe se alimentará de la base de datos de los reportes diseñados para la estandarización de los procesos en las propuestas de mejora. Permitirá monitorear en tiempo real variables como el volumen de backlog, la productividad semanal de las máquinas, el cumplimiento de los requerimientos de producción y los niveles de eficiencia operativa.

Adicionalmente, se asignaron responsables específicos para cada KPI, quienes tendrán la función de dar seguimiento a los resultados, generar reportes semanales y proponer acciones correctivas en caso de ser necesario. Estos responsables se reunirán de forma mensual con el equipo de planificación y el líder del proyecto para revisar el comportamiento de los indicadores, validar el

cumplimiento de metas y reajustar las estrategias si las condiciones operativas o de demanda lo requieren.

El plan de control también contempla la capacitación continua del personal involucrado en el proceso productivo, especialmente en el uso del dashboard y en la interpretación de los indicadores. Esto asegura que las decisiones se tomen con base en información confiable y en tiempo real.

5.5 Proyección de la mejora

Con los datos anteriormente mencionados, de las mejoras propuestas, podemos proyectar cuanto tiempo se podría esperar tener una reducción significativa del backlog. Esto lo hacemos calculando la productividad semanal, ahora con 8 máquinas disponibles los 3 turnos de la semana, y con 1 turno extra los sábados (horas extra).

$$\text{Total de turnos por semana} = 5 \text{ días} \times 3 \text{ turnos/día} + 1 \text{ turno sábado} = 16 \text{ turnos/semana}$$

Ya con las 8 máquinas operando por turno, entonces el total de máquinas operativas por turno a la semana es:

$$8 \text{ máquinas} \times 16 \text{ turnos} = 128 \text{ máquinas turno/semana}$$

Por ritmo de producción, brindado por la planta, cada máquina tiene la capacidad de producir aproximadamente 9.5 MSUs a la semana tomando en cuenta los 16 turnos semanales, entonces, cada máquina logra producir por turno 0.63 MSU.

Esto arroja que la capacidad real semanal es de:

$$128 \text{ máquinas turno} \times 0.63 \text{ MSU/turno} = 80.64 \text{ MSU semanales.}$$

Con esto, la productividad por máquina subiría de aproximadamente 0.44 MSU/hora a 0.67 MSU/hora, logrando así una mejora sustancial en la productividad, únicamente con la reparación de la máquina 8, teniendo personal suficiente para operar sin contratiempos los 3 turnos de cada día, y 1 turno extra los sábados.

Con un promedio de requerimientos mensuales de 54.2 MSU, obtenido de la tabla 7. Podemos realizar una proyección de que, en cuanto tiempo, recuperaríamos el volumen no vendido de los pedidos atrasados o en backlog. Según la siguiente tabla:

Tabla 25. *Proyección de backlog con implementaciones*

| Semana | Requerido | Producido | Diferencia | Backlog acumulado |
|---------------|------------------|------------------|-------------------|--------------------------|
| WK01 | 54,2 | 80 | +25 | 104 |
| WK02 | 54,2 | 80 | +25 | 79 |
| WK03 | 54,2 | 80 | +25 | 54 |
| WK04 | 54,2 | 80 | +25 | 29 |
| WK05 | 54,2 | 80 | +25 | 4 |
| WK06 | 54,2 | 80 | +25 | -21 |

Fuente: *Elaboración propia.*

Según lo visto en la tabla anterior, a finales de la semana 06 del 2026, con las mejoras propuestas, no solo eliminaríamos el backlog, si no, que dejaríamos de invertir en tiempos extra, y podríamos responder a los requerimientos extra que ingresen e incluso una apertura mayor. También se podría tomar en cuenta espacios de rotación de máquina rotativos, y rotación de personal para no tener sobre cargas y que se tengan efectos negativos como renuncias o incapacidades.

5.6 Análisis Económico

En esta sección se presenta la inversión de la propuesta, con el objetivo de determinar del costo beneficio, al implementar el proyecto para el control de inventarios.

Para determinar la viabilidad financiera del plan de mejora propuesto en la producción de hilos dentales en la planta Alce Blanco de Procter & Gamble, se procedió a realizar un estudio económico que incluyera una estimación de los costos de implementación y el cálculo de indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). El horizonte de evaluación fue de cuatro meses, con una tasa de descuento equivalente al 10% anual, la cual se transformó a una tasa mensual aproximada de 0,79741%.

El proyecto contempla una inversión inicial de \$137,840, los cuales contemplan \$55,000 de la reparación o reemplazo de la línea de empaque, así como su instalación. \$48,000 de la contratación del personal con todos los beneficios y salario que tiene un colaborador de P&G México. Para las horas extras del turno de los sábados, que se llevarán a cabo durante 8 semanas para la reducción del backlog, son \$33,280. Y para el desarrollo del dashboard de control, son \$1560 para el colaborador que lo realice. Se presenta un cuadro resumen en la siguiente tabla.

Tabla 26. *Costos totales de inversión propuesta*

| Costos de inversión | |
|---|----------------------------------|
| Descripción | Inversión de la propuesta |
| Reparación/reemplazo de la línea de empaque | \$ 55 000,00 |
| Contratación y capacitación de personal adicional | \$ 48 000,00 |
| Horas extra por 8 semanas | \$ 33 280,00 |
| Desarrollo de dashboard de monitoreo | \$ 1 560,00 |
| TOTAL \$ | 137 840,00 |

Fuente: *Elaboración propia.*

El proyecto también contempla que la operación mensual que genera un flujo bruto mensual de \$2,200,000. A esto se suma la recuperación mensual de pérdidas estimada en \$500,000, asociada a la recuperación del backlog mensual, mencionado en el punto 5.5 del presente capítulo. Hay que

recordar que hay total acumulado de \$1,290,000 equivalentes a los 129 MSUs de backlog. Por otro lado, los costos mensuales de producción ascienden a \$2,000,000. Al considerar estos elementos, se obtuvo un flujo neto mensual de \$700,000 a lo largo de los cinco meses.

Tabla 27. Salidas y entradas durante el primer mes

| Salidas/Entradas | |
|---------------------------------|----------------------|
| Costo de producción | \$ 2 000 000,00 |
| Recuperación de perdida mensual | \$ 500 000,00 |
| Flujo mensual de producciones | \$ 2 200 000,00 |
| TOTAL | \$ 700 000,00 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Flujo proyectado

| | P0 | P1 | P2 | P3 | P4 |
|-------------------|-------------|--------------|------------|--------------|--------------|
| Inversión inicial | \$ -137 840 | \$ 562 160 | \$ 792 160 | \$ 1 022 160 | \$ 1 252 160 |
| ----- | | | | | |
| VAN | | \$ 2 606 854 | | | |
| TIR | | 508% | | | |
| P. Retorno | | 1 Mes | | | |
| Tasa | | 10% | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Con estos datos, el cálculo del VAN arrojó un valor positivo de aproximadamente \$2,606,854, lo que indica que el proyecto no solo recupera la inversión inicial, sino que también genera un excedente significativo en valor presente. Asimismo, la TIR se estimó en 508% muy superior a la tasa de descuento utilizada. Esto implica que el rendimiento del proyecto es elevado y que su ejecución resulta financieramente atractiva. También se puede observar que en el primer mes ya se recupera el 100% de la inversión del proyecto. Y en el periodo 4, ya se observa que se recuperó al 100% la pérdida del backlog generado.

En términos generales, los resultados del análisis financiero permiten concluir que el proyecto es altamente rentable en el corto plazo. La rápida recuperación de la inversión, combinada con un flujo de caja positivo y una TIR considerablemente alta, justifican la viabilidad económica de su implementación.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La investigación desarrollada en torno al proceso productivo de hilos dentales en la planta Alce Blanco de Procter & Gamble ha permitido evidenciar una problemática estructural relacionada con la acumulación de pedidos no cumplidos, conocida como backlog. Este fenómeno, lejos de ser un incidente aislado, refleja una desconexión entre la capacidad operativa real y la demanda proyectada por las regiones abastecidas. A lo largo del análisis, se identificaron factores determinantes que han contribuido a esta situación, como la pérdida de una línea de empaque, limitaciones de personal, y deficiencias en la planificación y seguimiento de la producción.

Los datos recolectados y examinados, tanto cuantitativos como cualitativos, permitieron trazar un panorama claro del comportamiento del backlog durante el último cuatrimestre del año 2024, revelando un crecimiento paulatino y sostenido que llegó a superar el 129%. La aplicación de herramientas como el diagrama de Pareto, el análisis de los cinco porqués y el diagrama de Ishikawa permitió identificar causas raíz que van más allá de la falta de maquinaria, incluyendo aspectos como la ineficiencia en la programación, la baja disponibilidad de personal capacitado, y la carencia de un sistema robusto de reacción ante la variabilidad de la demanda.

En este contexto, la metodología DMAIC se consolidó como una guía eficaz para estructurar el abordaje del problema. Desde la fase de definición hasta la etapa de control, el enfoque permitió no solo diagnosticar con precisión las deficiencias del sistema productivo, sino también plantear acciones específicas para mitigar sus efectos. Se comprobó que la implementación de mejoras en la coordinación entre departamentos, el uso estratégico de indicadores de desempeño (KPI), y la redistribución del recurso humano pueden tener un impacto tangible en la recuperación de la capacidad productiva y, en consecuencia, en la disminución del backlog.

Finalmente, este proyecto no solo evidenció oportunidades de mejora, sino que también sentó las bases para una cultura de análisis continuo, orientada a la eficiencia y al cumplimiento de compromisos con los mercados abastecidos. Se ha demostrado que, incluso ante limitaciones operativas, es posible rediseñar procesos y plantear soluciones viables que permitan alcanzar niveles de rendimiento más cercanos al estándar esperado por la organización.

6.2 Recomendaciones

En función de los hallazgos obtenidos a lo largo del estudio, se recomienda en primer lugar la implementación gradual pero firme de las soluciones propuestas en el capítulo de mejora. Resulta fundamental establecer un plan de acción que priorice aquellas iniciativas de bajo costo y alto impacto, como la optimización de la programación de turnos, el aprovechamiento de las capacidades existentes y la coordinación más estrecha entre áreas operativas y de planificación.

Se aconseja también formalizar la creación de un tablero de control dinámico que consolide indicadores claves de desempeño en tiempo real. Esta herramienta debe ser accesible para todos los actores involucrados en la cadena de producción, de forma que las desviaciones puedan ser detectadas con anticipación y se tomen medidas correctivas de inmediato. Asimismo, conviene revisar periódicamente los planes de mantenimiento preventivo, ya que se identificó que parte de las pérdidas productivas están asociadas a paros imprevistos de maquinaria.

Por otro lado, la empresa debe considerar como prioridad estratégica la inversión en capacitación del personal de línea, con el propósito de aumentar la versatilidad operativa y reducir la dependencia de perfiles específicos. Esta flexibilidad permitiría atender de forma más efectiva los picos de demanda o las contingencias en la producción. Paralelamente, sería pertinente reevaluar

el modelo de abastecimiento de materia prima, a fin de asegurar una disponibilidad constante que no comprometa el flujo productivo.

Finalmente, se recomienda mantener la aplicación del ciclo DMAIC como práctica estándar dentro de la planta, no solo para resolver el problema del backlog, sino como una filosofía de trabajo continuo orientada a la mejora. Esta mentalidad contribuirá a consolidar una cultura de excelencia operativa que fortalezca la competitividad de la planta a largo plazo y posicione a P&G como un referente de eficiencia y cumplimiento en la región.

CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA

Brandl, E. (2024). *¿Qué es la mejora continua?* Recuperado de

https://books.google.co.cr/books?id=OTMyEQAAQBAJ&hl=es&source=gbs_navlinks_s

Chung, S. (2017). Símbolos de Diagrama de Flujo.pdf. Scribd.

<https://es.scribd.com/document/347356510/Simbolos-de-Diagrama-de-Flujo-pdf>

Delgado, B., Dominique, D., General, A., Panchi, C., Valeria, D., Salazar, P., Tatiana, K., Pinos,

P., Leonardo, R., Guano, R., Belén, M., & Ecuador, S. (n.d.). EL DIAGRAMA DE ISHIKAWA COMO HERRAMIENTA DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN: UNA REVISIÓN DE LOS ÚLTIMOS 7 AÑOS THE ISHIKAWA DIAGRAM AS A QUALITY TOOL IN EDUCATION. A REVIEW OF THE LAST 7 YEARS:

LITERATURE REVIEW. https://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA_FINAL-PDF.pdf

Díaz Madero, C. (2025). *¿Qué es la cadena de suministros?*. Netlogistik.

<https://www.netlogistik.com/es/blog/que-es-la-cadena-de-suministros>

Gutarra Meza, F. (2015). *Introducción a la ingeniería industrial*. Huancayo: Fondo Editorial de la Universidad Continental.

Jackman, L. (2020, November 5). Elite OPS. Elite OPS. <https://eliteops->

com.translate.google/2020/11/05/backlog-vs-backorder-in-supply-chain-management/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=es&x_tr_hl=es&x_tr_pto=sge#:~:text=Atraso%20en%20las%20cadenas%20de,en%20tu%20cartera%20de%20pedidos.

- Jvalin Sonawala. (2023, October 5). *Demystifying 6W2H: A Comprehensive Guide to Process Analysis*. LinkedIn.com. <https://www.linkedin.com/pulse/demystifying-6w2h-comprehensive-guide-process-jvalin-sonawala>
- Lucidchart. (2025). *Diagrama de Gantt: Qué es y para qué sirve*. Recuperado de <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-gantt>
- Martins, J. (2024, 16 de agosto). Qué es un KPI, para qué sirve y cómo utilizarlo en tu proyecto. Asana. <https://asana.com/es/resources/key-performance-indicator-kpi>
- Ortega, C. (2023, April 15). *Diagrama SIPOC: Qué es y cómo crearlo*. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/diagrama-sipoc/>
- Parreaguirre Hernández, A. F. (2017). *Mejoramiento en el cumplimiento a clientes (order fill) de la empresa Alimentos Bermudez S.A. en el periodo del tercer cuatrimestre de 2016* [Tesis de bachillerato, Universidad Hispanoamericana de Costa Rica]. Recuperado de: <https://dspace-uh-tmp.igniteonline.la/handle/cenit/2305>
- Procter & Gamble. (2025). Procter & Gamble Costa Rica. <https://www.pgcareers.com/cr/en/locations/costa-rica>
- Procter & Gamble América latina. (2025). Pg.com. <https://latam.pg.com/estructura-y-gobierno/estructura-corporativa/>
- Quality Expert. (2021, August 18). Problem Definition (5W-2H / 5W-1H Method) - Quality Engineer Stuff. Quality Engineer Stuff. <https://qualityengineerstuff.com/problem-definition-5w-2h/>

- Rodríguez, J. (2019, 8 de noviembre). 5 Porqués ¿Cómo aplicar correctamente esta metodología? SPC Consulting Group. <https://spcgroup.com.mx/5-porque-como-aplicar-correctamente-esta-metodologia/>
- Salesforce LATAM blog. (9 febrero 2022). *Diagrama de Ishikawa: qué es y cómo aplicarlo*: <https://www.salesforce.com/mx/blog/diagrama-de-ishikawa/>
- Santander, B. (2025). Productividad. Banco Santander. <https://www.bancosantander.es/glosario/productividad#:~:text=La%20productividad%20es%20un%20indicador,o%20servicios%20que%20sean%20rentables.>
- Socconini, L. (2023, August 28). *Explicación de la metodología DMAIC de Lean Six Sigma - Lean Six Sigma Institute*. Lean Six Sigma Institute. <https://leansixsigma.com/es/explicacion-de-la-metodologia-dmaic-de-lean-six-sigma/>
- Solé Madrigal, R. (2011). Técnicas de evaluación de flujos de inversión: mitos y realidades. *Revista de Ciencias Económicas*, 29(1), 423-441. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/download/7051/6736/9651>
- Tipos de gráficos estadísticos: útil herramienta de análisis de datos. (2023, June 8). VIU Universidad Online. <https://www.universidadviu.com/ec/actualidad/nuestros-expertos/tipos-de-graficos-estadisticos-util-herramienta-de-analisis-de-datos>
- Universidad Veracruzana (Mayo 2020). *Diagrama de flujo*. Recuperado de: <https://www.uv.mx/personal/aherrera/files/2020/05/DIAGRAMAS-DE-FLUJO.pdf>

Velázquez, A. (2018, 12 de diciembre). Diagrama de Pareto: Qué es, usos y cómo elaborarlo.

QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/diagrama-de-pareto/>

CAPÍTULO VIII: APÉNDICES

8.1 Mejora 1:

Ilustración 13. Checklist de diagnóstico

CHECKLIST DE DIAGNÓSTICO – LÍNEA DE EMPAQUE DE HILOS DENTALES

- Fecha del diagnóstico: __ / __ / ____
- Nombre del técnico responsable: _____
- Turno: A B C
- Línea de empaque: _____
- Hora de inicio de la revisión: _____
- Hora de finalización: _____

1. ESTADO GENERAL DE LA LÍNEA

| Ítem | Verificado (✓) | Observaciones |
|---|----------------|---------------|
| Limpieza general del área de la línea | | |
| Ausencia de obstrucciones o materiales | | |
| Estado visual de la estructura mecánica | | |
| Niveles de ruido o vibración inusuales | | |
| Señales de desgaste, corrosión o rotura | | |

2. COMPONENTES MECÁNICOS

| Ítem | Verificado (✓) | Observaciones |
|--|----------------|---------------|
| Rodamientos y guías en buen estado | | |
| Tensión y alineación de bandas transportadoras | | |
| Sistema de alimentación y corte del hilo | | |
| Accionamientos neumáticos / hidráulicos | | |
| Ajuste de piezas móviles (sin holguras) | | |

3. COMPONENTES ELÉCTRICOS Y DE CONTROL

| Ítem | Verificado (✓) | Observaciones |
|---|----------------|---------------|
| Estado del cableado eléctrico (sin peladuras) | | |
| Conexiones firmes y sin falsos contactos | | |
| Panel de control operativo y sin errores visibles | | |
| Respuesta de sensores de posición / presencia | | |
| Estado y funcionamiento del PLC (si aplica) | | |
| Indicadores y alarmas funcionando correctamente | | |

4. AUTOMATIZACIÓN Y SOFTWARE

| Ítem | Verificado (✓) | Observaciones |
|---|----------------|---------------|
| Lectura de HMI clara y sin errores | | |
| Validación de parámetros de proceso cargados | | |
| Alarmas recientes revisadas y entendidas | | |
| Secuencia lógica del ciclo verificada | | |
| Interfaz hombre-máquina accesible y funcional | | |

5. COMPONENTES DE EMPAQUE

| Ítem | Verificado (✓) | Observaciones |
|---|----------------|---------------|
| Alimentación de bobinas o envases correcta | | |
| Sellado correcto de empaques | | |
| Cortes limpios y sin rebaba | | |
| Sistema de etiquetado funcional | | |
| Alineación de producto en bandeja / empaque | | |

6. REVISIÓN DE HISTORIAL Y CAUSA RAÍZ

| Ítem | Verificado (✓) | Observaciones |
|---|----------------|---------------|
| Revisión del historial de fallas y mantenimientos previos | | |
| Registro de alarmas o eventos recientes | | |
| Consulta a operadores sobre comportamiento reciente | | |
| Evaluación de condiciones antes/durante la falla | | |
| Detección preliminar de causa raíz | | |

7. CONCLUSIÓN DEL DIAGNÓSTICO

Diagnóstico preliminar de la avería:

Recomendación inmediata de acción correctiva:

¿Requiere escalar al equipo de ingeniería / proveedor?: Sí No

Ilustración 14. Plantilla solicitud de presupuestos

PLANTILLA PARA SOLICITUD DE PRESUPUESTOS

Reparación y/o Sustitución de Línea de Empaque de Hilos Dentales

1. Información General

Fecha de solicitud: _____

Solicitante (nombre y cargo): _____

Departamento: _____

Línea de empaque afectada: _____

Descripción breve del problema:

2. Diagnóstico Técnico Inicial

Descripción detallada de la falla o condición actual de la línea:

Se cuenta con informe técnico de mantenimiento

Se adjunta evidencia fotográfica o técnica

3. Presupuesto de Reparación

| Proveedor / Técnico | Detalle de servicios a realizar | Tiempo estimado de reparación | Costo estimado (USD) |
|---------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

4. Presupuesto de Sustitución

| Proveedor | Modelo / Especificación nueva | Tiempo de entrega e instalación | Costo total (USD) |
|-----------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| | | | |
| | | | |

5. Comparación y Decisión

Análisis costo-beneficio entre reparación y sustitución:

Recomendación del área técnica / ingeniería:

Proceder con reparación

Proceder con sustitución

Justificación técnica:

6. Aprobaciones

| Responsable / Rol | Nombre y Firma | Fecha | Aprobación |
|----------------------------|----------------|-------|---|
| Supervisor de Producción | | | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| Ingeniero de Mantenimiento | | | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| Jefatura de Planta | | | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| Finanzas / Compras | | | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |

Ilustración 15. Plantilla de solicitud de compra de equipo

SOLICITUD DE COMPRA – REPUESTOS / EQUIPO NUEVO

Fábrica de Hilos Dentales – Línea de Empaque

1. Datos de la Solicitud

Fecha de Solicitud: _____

Número de Solicitud: _____

Solicitante / Departamento: _____

Autorizado por: _____

2. Tipo de Adquisición

- Repuesto
 Equipo Nuevo
 Actualización / Mejora

3. Descripción del Repuesto / Equipo

| Ítem | Descripción Detallada | Cantidad | Unidad de Medida | Código Interno (si aplica) |
|------|--------------------------|----------|---------------------|-------------------------------|
|------|--------------------------|----------|---------------------|-------------------------------|

1

2

4. Justificación Técnica

(Describir la necesidad, falla o mejora que se busca cubrir. Incluir si es crítico para la producción y el impacto en caso de no adquirirlo.)

5. Datos del Proveedor

Nombre del Proveedor: _____

Contacto / Teléfono: _____

Correo Electrónico: _____

Cotización N.º: _____ (Adjuntar copia)

6. Condiciones de Entrega y Garantía

Plazo de Entrega Comprometido: _____ días hábiles

Lugar de Entrega: _____

Garantía:

Periodo de garantía: _____

Cobertura: Defectos de fabricación Instalación Rendimiento

Instalación incluida: Sí No

7. Aprobaciones

| Cargo / Departamento | Nombre y Firma | Fecha |
|----------------------|----------------|-------|
|----------------------|----------------|-------|

Solicitante

Jefe de Área

Mantenimiento

Compras

Gerencia

Notas:

1. Toda solicitud debe ir acompañada de cotización vigente.
2. En caso de ser equipo nuevo, incluir manuales, planos y requisitos de instalación.
3. Compras no procederá sin las firmas completas.

Ilustración 16. Protocolo de pruebas y reincorporación de línea

PROTOCOLO DE PRUEBAS Y REINCORPORACIÓN DE MÁQUINA A PRODUCCIÓN

Fábrica de Hilos Dentales – Línea de Empaque

1. Datos Generales

Fecha de Prueba: _____

Nombre del Técnico Responsable: _____

Tipo de Máquina: _____

Modelo / Serie: _____

Tipo de intervención: Nueva instalación Reparación Mantenimiento mayor

Ubicación en planta: _____

2. Pruebas en Vacío (sin producto)

| Ítem | Prueba / Verificación | Método / Procedimiento | Resultado (OK / NO OK) | Observaciones |
|------|----------------------------------|---|------------------------|---------------|
| 1 | Encendido y apagado seguro | Arranque controlado desde panel principal | | |
| 2 | Tablero eléctrico y protecciones | Revisión de fusibles, disyuntores y protecciones térmicas | | |
| 3 | Movimientos mecánicos | Observación de ruidos, vibraciones o fricción anormal | | |
| 4 | Sensores y actuadores | Activación manual para verificar respuesta | | |
| 5 | Sistemas de seguridad | Prueba de paradas de emergencia y resguardos | | |
| 6 | Interfaces de control | Revisión de HMI, botones y alarmas | | |

3. Pruebas con Producto Real

| Ítem | Prueba / Verificación | Método / Procedimiento | Resultado (OK / NO OK) | Observaciones |
|------|--------------------------|--|------------------------|---------------|
| 1 | Alimentación de producto | Carga de hilo dental en condiciones reales | | |
| 2 | Velocidad de producción | Comparar con especificaciones nominales | | |
| 3 | Calidad de empaque | Inspección visual y dimensional | | |
| 4 | Rechazo automático | Verificar funcionamiento de sistemas de descarte | | |
| 5 | Sincronización con línea | Coordinar con equipos previos y posteriores | | |
| 6 | Estabilidad de operación | Funcionamiento continuo mínimo de _ horas | | |

4. Ajustes y Configuraciones Finales

Parámetros ajustados: _____

Cambios en receta/programa: Sí No (detallar) _____

Ajuste de velocidades: Sí No

Alineaciones mecánicas: Sí No

Calibraciones: Sí No

5. Liberación y Reincorporación a la Producción

Fecha prevista de incorporación: _____

Responsable de Producción: _____

Confirmación de integración en planificación semanal: Sí No

Número de orden / tarea en planificación: _____

6. Firmas de Aprobación

Cargo / Departamento Nombre y Firma Fecha

Mantenimiento

Calidad

Producción

Gerencia (si aplica)

Notas:

1. Ninguna máquina debe incorporarse a producción sin superar todas las pruebas y sin la firma de las áreas involucradas.
2. Registrar en bitácora de mantenimiento el resultado de las pruebas.
3. En caso de falla durante las pruebas, suspender y devolver a mantenimiento.

3. Indicadores Clave

Marque y complete los siguientes indicadores para respaldar la necesidad de contratación.

- Nivel de ausentismo promedio (%): _____
- Rotación de personal en el último trimestre: _____
- Horas extra acumuladas por mes: _____
- Impacto en producción / servicio: _____
- Riesgo de incumplimiento de metas: () Alto () Medio () Bajo

4. Justificación de la Contratación

Describa las razones específicas que justifican la contratación de personal adicional, incluyendo datos cuantitativos y cualitativos.

5. Recomendación Final

Se recomienda contratar personal: () Sí () No

Cantidad recomendada: _____

Perfil requerido: _____

6. Firmas de Aprobación

Responsable de área: _____ Fecha: _____

Recursos Humanos: _____ Fecha: _____

Dirección / Gerencia: _____ Fecha: _____

Ilustración 18. Programa de capacitación

Guía / Plantilla para Programa de Capacitación Intensivo – Operación de Maquinaria, Seguridad y Calidad

Este documento estandariza la planificación y ejecución de un programa intensivo de capacitación para nuevos operarios en líneas de empaque de hilos dentales en P&G. El programa tiene una duración de 4 semanas y combina teoría y práctica, abordando seguridad, calidad y operación de equipos.

1. Información General del Programa

Fecha de inicio: _____

Fecha de finalización: _____

Área / Línea: _____

Coordinador del programa: _____

Número de participantes: _____

2. Plan de Capacitación por Etapas (Teórico - Práctico)

| Semana | Objetivos de la Etapa | Contenidos | Modalidad | Instructor Responsable |
|----------|--|---|------------------|------------------------|
| Semana 1 | Introducción, seguridad industrial y normas internas | Políticas de seguridad, EPP, protocolos de emergencia | Teórica | |
| Semana 2 | Conceptos básicos de calidad y estándares P&G | Controles de calidad, inspección visual, manejo de defectos | Teórico-Práctico | |
| Semana 3 | Operación de maquinaria de empaque | Encendido/apagado, ajustes básicos, manejo de materiales | Práctico | |
| Semana 4 | Optimización y solución de problemas | Diagnóstico básico de fallas, mantenimiento preventivo | Práctico | |

3. Asignación de Instructores Internos Certificados

Complete con el nombre de los instructores responsables para cada etapa del programa.

Semana 1: _____

Semana 2: _____

Semana 3: _____

Semana 4: _____

4. Evaluación del Desempeño

Los participantes serán evaluados con pruebas prácticas y teóricas al final de cada etapa. Se debe registrar el puntaje y observaciones para cada participante.

| Nombre del Participante | Semana Evaluada | Puntaje Obtenido | Resultado (Aprobado/No Aprobado) | Observaciones |
|-------------------------|-----------------|------------------|----------------------------------|---------------|
| | | | | |

5. Redistribución de Nuevos Operarios

Al finalizar el programa, redistribuir a los nuevos operarios según las necesidades de cada línea y su disponibilidad.

| Nombre del Operario | Línea Asignada | Turno |
|---------------------|----------------|-------|
| | | |

8.3 Mejora 3:

Ilustración 19. Plantilla estándar para solicitud de horas extra

PLANTILLA ESTÁNDAR PARA SOLICITUD DE HORAS EXTRA

Planta de Producción de Hilos Dentales

Turnos Extraordinarios - Sábados de 6:00 am a 2:00 pm

1. Información General del Solicitante

| | |
|-------------------------|--|
| Nombre del solicitante: | |
| Cargo: | |
| Área / Departamento: | |
| Fecha de solicitud: | |

2. Detalle de la Solicitud de Horas Extra

Fecha del turno extra solicitado: __ / __ / ____

Horario solicitado: 6:00 am - 2:00 pm / 2:00 pm - 10:00 pm / 10:00 pm - 6:00 am

Cantidad de colaboradores requeridos: ____

Áreas involucradas:

- Producción
- Mantenimiento
- Calidad
- Logística
- Otros: _____

3. Justificación de la Solicitud

- Alta demanda de producción
- Atrasos acumulados / Backlog
- Fallas técnicas recuperadas
- Preparación para auditoría / visita externa
- Optimización de capacidad instalada
- Otra: _____

Descripción detallada de la justificación:

4. Personal Involucrado

(Adjuntar lista si es necesario)

| Nombre del colaborador | ID empleado | Área | Rol específico en el turno |
|------------------------|-------------|------|----------------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

5. Recursos Necesarios

- Personal de Mantenimiento
- Personal de Calidad
- Supervisión o Liderazgo
- Materiales / Insumos adicionales
- Transporte / Alimentación
- Otros: _____

6. Aprobaciones Requeridas

| Rol / Departamento | Nombre / Firma | Fecha | Aprobación |
|--------------------------|----------------|-------|------------|
| Supervisor de Producción | | | |
| Jefe de Planta | | | |
| Recursos Humanos | | | |

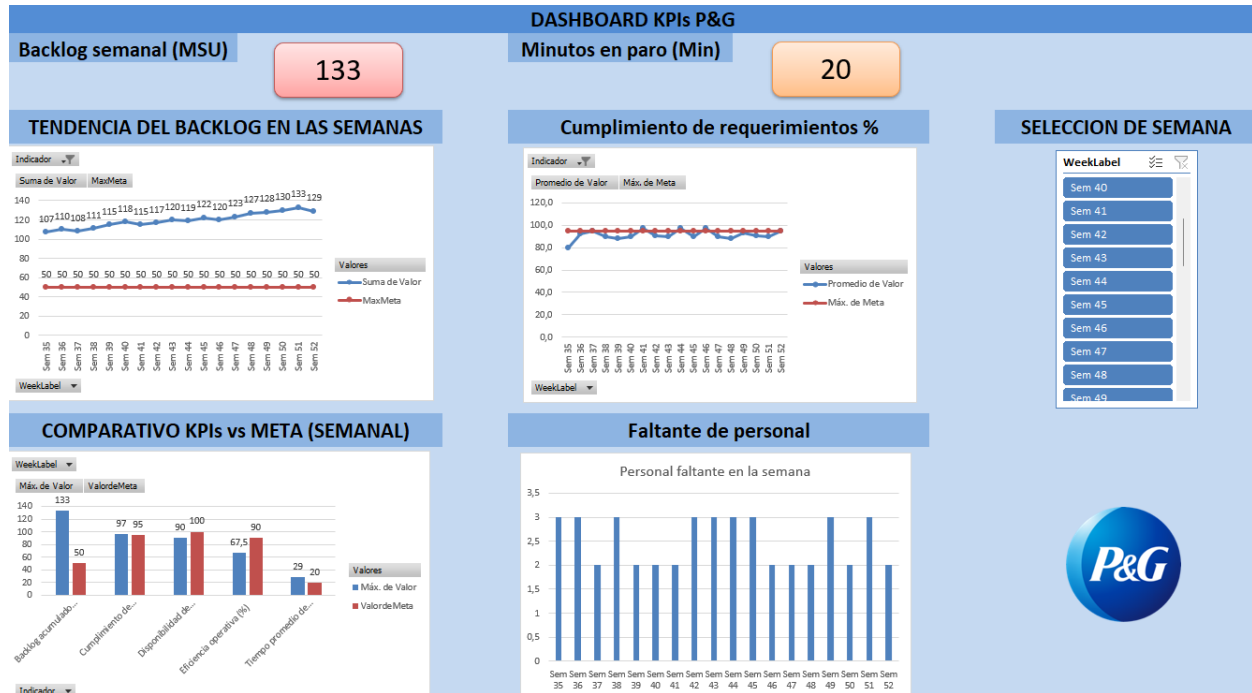
7. Observaciones Adicionales

IMPORTANTE

- Toda solicitud debe enviarse al menos 48 horas antes del turno solicitado.
- El personal que labore horas extra debe haber firmado el consentimiento y estar al día con su jornada ordinaria.
- Se debe cumplir con todas las regulaciones laborales y de salud ocupacional.

8.4 Mejora 4:

Ilustración 20. Dashboard de KPIs P&G



8.5 Mejora 5:

Ilustración 21. Plan de mantenimiento preventivo

Plan de Mantenimiento Preventivo – Líneas de Empaque

Duración por mantenimiento: 8 horas (1 turno completo)

Frecuencia: 1 línea por semana

Repetición del ciclo: cada 8 semanas

Cronograma de Mantenimiento (Ciclo de 8 semanas)

| Semana | Línea a intervenir | Fecha programada | Turno asignado | Técnico responsable | Estado (<input type="checkbox"/> Pendiente / <input type="checkbox"/> Completado) |
|--------|--------------------|------------------|----------------|---------------------|--|
| 1 | Línea 1 | | | | |
| 2 | Línea 2 | | | | |
| 3 | Línea 3 | | | | |
| 4 | Línea 4 | | | | |
| 5 | Línea 5 | | | | |
| 6 | Línea 6 | | | | |
| 7 | Línea 7 | | | | |
| 8 | Línea 8 | | | | |

Checklist de Mantenimiento Preventivo (8 horas)

- Limpieza general interna y externa
- Revisión de ajustes mecánicos
- Lubricación de componentes críticos
- Verificación de sensores y calibraciones
- Inspección de cableado y conexiones eléctricas
- Sustitución de piezas desgastadas (si aplica)
- Prueba de funcionamiento post-mantenimiento

Ilustración 22. Guía integral de control de calidad

GUÍA INTEGRAL DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL – LÍNEAS DE EMPAQUE

(8 líneas – 3 turnos de 8 horas)

1. Puntos de Control de Calidad Intermedios

Objetivo: Detectar fallas o desvíos antes de que afecten lotes completos.

Procesos Críticos Identificados:

- Llenado / dosificación
- Sellado / cierre
- Etiquetado
- Empaque final

Ficha de Inspección

| Proceso | Criterio a verificar | Valor estándar | Resultado | Observaciones |
|---------------------|---------------------------|--------------------|-----------|---------------|
| Peso | g/unidad | ± tolerancia | | |
| Dimensiones | mm | ± tolerancia | | |
| Limpieza del envase | Sin partículas ni manchas | Cumple / No cumple | | |
| Sellado | Uniforme y sin fugas | Cumple / No cumple | | |

2. Reporte Estandarizado de Paros

Objetivo: Unificar el registro para análisis de causas y reducción de tiempos muertos.

| Fecha | Línea | Turno | Hora inicio paro | Hora fin paro | Tiempo total (min) | Código de causa | Descripción breve |
|-------|-------|-------|------------------|---------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | | | | |

Ejemplos de códigos de causa: MEC-01 (falla mecánica), ELE-02 (falla eléctrica), MAT-03 (falta de material), etc.

8.6 Mejora 6:

Ilustración 23. Reporte semanal de producción

| Reporte Semanal de Producción | | |
|--|-------------|----------------------|
| Semana | | |
| Responsable del reporte | | |
| Fecha de elaboración | | |
| 1. Resultados de la semana anterior | | |
| Indicador | MSU | Comentarios |
| Producción real | | |
| MSU solicitadas | | |
| Cumplimiento (%) | 0,0% | |
| 2. Estado de backlog | | |
| Indicador | MSU | |
| Backlog inicio semana anterior | | |
| Backlog cierre semana anterior | | |
| 3. Plan y objetivos semana actual | | |
| Indicador | MSU | |
| MSU solicitadas semana actual | | |
| MSU para cubrir backlog objetivo (129 MSU) | | |
| Total MSU a producir | 0 | |
| 4. Proyección y riesgos | | |
| Indicador | MSU | Comentarios |
| Capacidad productiva estimada | | |
| Diferencia vs objetivo | 0 | |
| 5. Causas de incumplimiento (si aplica) | | |
| Causa principal | Descripción | Acciones correctivas |
| | | |
| | | |
| | | |
| 6. Análisis | | |
| | | |