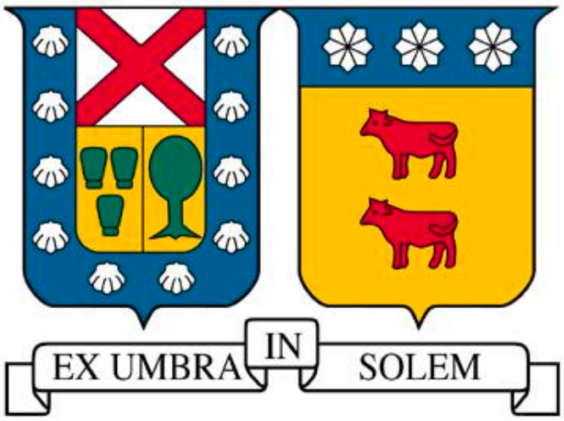
UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA.
REY BALDUINO DE BÉLGICA.
SANTIAGO - CHILE



PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE CALIDAD PARA EL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA FABRICANTE DE VENTANAS DE ALUMINIO.

Trabajo de titulación para optar al título de Ingeniero de Ejecución en Gestión de la Calidad.

Alumno: Francisco Andrés Cuevas Salazar.
Profesor Guía: Rafael Solar Arcos.

2026.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☑ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE CALIDAD PARA EL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA FABRICANTE DE VENTANAS DE ALUMINIO.

Nombre del candidato(a): FRANCISCO ANDRÉS CUEVAS SALZAR.

Carrera / Grado: INGENIERÍA DE EJECUCIÓN EN GESTIÓN DE LA CALIDAD.

Campus: SAN JUAQUÍN **Departamento: QUÍMICA Y MEDIO AMBIENTE**

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, **RAFAEL SOLAR ARCOS** en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☑ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por **(marcar una opción)**:

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 02-30-2026 **Firma:** _____

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 02-30-2026 **Firma:** _____

Quiero dar las gracias a todas las personas que estuvieron presentes a lo largo de mi carrera universitaria y en la elaboración de mi trabajo de título. En especial a mi padre y madre que sin la ayuda de ellos hubiera sido muy complejo poder realizar todo esto, también mencionar a mi profesor guia por creer en mí y darme la inspiración para poder seguir.
De verdad que gracias.

Y Fátima, hija mía, todo se trata de ti. Te amo…

RESUMEN EJECUTIVO.

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo proponer una mejora en la gestión de calidad del proceso productivo de la empresa WINTEC, específicamente en la sucursal de Peñaflor, mediante la reducción del defecto *Perfil Rayado y/o Abollado* en los perfiles de aluminio. El estudio surge a partir de un análisis de los costos directos por defectos y los asociados a la no calidad, los cuales evidenciaron un impacto económico relevante para la organización.

Durante el período comprendido entre febrero y julio del año 2025, se registraron 18.096 defectos, generando un costo directo acumulado de $3.500.579, con una proyección anual estimada de $12.020.926 en pérdidas por reprocesos, desperdicio de material y fallas externas. Entre los defectos identificados, el de mayor incidencia económica fue el correspondiente a perfiles rayados y/o abollados, con un costo de $1.308.974, afectando la eficiencia operativa, la satisfacción de los clientes y los tiempos de entrega.

El alcance del estudio se centró en los procesos de corte y preparado de perfiles de aluminio, aplicando la metodología PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), junto con herramientas de gestión de calidad, tales como el Diagrama de Pareto, el Diagrama de Ishikawa, análisis de variabilidad, la técnica de los 5 Porqués y la metodología A3 para la estructuración de la propuesta de mejora seleccionada.

Los resultados del diagnóstico permitieron identificar que las causas raíz de los defectos se relacionan principalmente con la falta de capacitación del personal, la ausencia de procedimientos estandarizados, deficiencias en los métodos de manipulación y de traslado, condiciones inadecuadas de almacenamiento y un layout mal planteado. Se infiere que el problema es de carácter multifactorial y requiere una solución integral enfocado en los procesos y en el personal.

Como propuesta principal, se plantea la implementación de un Programa de Capacitación Operativa en la Manipulación, Almacenamiento y Traslado Seguro de los Perfiles de Aluminio, con el objetivo de reducir en un 40% la ocurrencia del defecto en un periodo de seis meses. Esta iniciativa se complementa con acciones de estandarización de procesos, fortalecimiento de controles de calidad, mantenimiento preventivo y mejoras en la gestión de herramientas y embalaje.

En la implementación de esta propuesta se espera que contribuya en la disminución de los costos directos por defectos y a los asociados a la no calidad, al mejoramiento de la eficiencia productiva, al cumplimiento de los plazos de entrega y al fortalecimiento de la satisfacción del cliente; consolidando así un sistema de mejora continua.

EXECUTIVE SUMMARY.

The objective of this graduation project is to propose an improvement in the quality management of the production process at WINTEC, specifically at the Peñaflor branch, through the reduction of the *Scratched and/or Dented Profile* defect in aluminum profiles. This study arises from an analysis of direct defect-related costs and costs associated with poor quality, which revealed a significant economic impact on the organization.

Between February and July 2025, a total of 18,096 defects were recorded, generating an accumulated direct cost of $3,500,579, with an estimated annual projection of $12,020,926 in losses due to reprocessing, material waste, and external failures. Among the identified defects, scratched and/or dented profiles represented the highest economic impact, with a cost of $1,308,974, negatively affecting operational efficiency, customer satisfaction, and delivery times.

The scope of the study focused on the aluminum profile cutting and preparation processes, applying the PDCA (Plan–Do–Check–Act) methodology, along with quality management tools such as the Pareto Chart, Ishikawa Diagram, variability analysis, the 5 Whys technique, and the A3 methodology for structuring the selected improvement proposal.

The diagnostic results identified that the root causes of the defects are mainly related to insufficient staff training, the lack of standardized procedures, deficiencies in handling and transportation methods, inadequate storage conditions, and a poorly designed layout. It is inferred that the problem is multifactorial in nature and requires a comprehensive solution focused on both processes and personnel.

As the main proposal, the implementation of an Operational Training Program in the Safe Handling, Storage, and Transportation of Aluminum Profiles is suggested, with the

objective of reducing the occurrence of the defect by 40% within a six-month period. This initiative is complemented by process standardization actions, strengthened quality controls, preventive maintenance, and improvements in tool and packaging management.

The implementation of this proposal is expected to contribute to the reduction of direct defect-related costs and costs associated with poor quality, improve production efficiency, ensure compliance with delivery deadlines, and strengthen customer satisfaction, thereby consolidating a continuous improvement system.

ÍNDICE.

RESUMEN EJECUTIVO. **4**

EXECUTIVE SUMMARY. **6**

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS. **12**

GLOSARIO. **13**

INTRODUCCIÓN. **15**

CAPÍTULO I. **ANTECEDENTES GENERALES.** **17**

1.1. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA. **18**

1.1.1. CARACTERIZACIÓN DE DEFECTOS 20

1.1.2. CARACTERIZACIÓN POR NO CALIDAD. 21

1.1.3. ANÁLISIS EN EL IMPACTO ECONÓMICO POR TIPO DE DEFECTO. 22

1.2. OBJETIVOS. **23**

1.2.1. OBJETIVO GENERAL. 23

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS. 23

1.3. ALCANCE. **24**

1.4. METODOLOGÍA. **25**

1.5. ACTIVIDADES DEL TRABAJO. **26**

CAPÍTULO II. **ESTADO DEL ARTE.** **27**

2.1. ANTECEDENTES DE LA ORGANIZACIÓN. **28**

2.1.1. ÁREA PRODUCTIVA. 30

2.1.2. LÍNEAS DE PRODUCTOS EN ALUMINIO. 31

2.1.3. ORGANIGRAMA. 33

2.1.4. ORGANIGRAMA DEL ÁREA PRODUCTIVA. 34

2.1.5. MAPA DE PROCESO. 35

2.1.6. ANÁLISIS FODA. 36

2.1.7. MATRIZ DE IMPACTO SEGÚN ANÁLISIS FODA. 40

2.2. MARCO TEÓRICO. **42**

2.2.1. LA HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO EN CHILE. 42

2.2.2. MEJORA CONTINUA. 44

2.2.3. CICLO DE PHVA. 46

2.2.4. DIAGRAMA DE FLUJO. 51

2.2.5. DIAGRAMA DE ISHIKAWA. 54
2.2.6. MÉTODO A3. 56
2.2.7. PROPUESTA METODOLOGICA. 59

CAPÍTULO III. **DESARROLLO. 61**

3.1. PROCESO PRODUCTIVO. 62

3.1.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL ÁREA PRODUCTIVA. 64
3.1.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ÁREA PRODUCTIVA DE LA EMPRESA WINTEC. 68
3.1.3. ANÁLISIS PARETO DE LOS DEFECTOS EN EL ÁREA PRODUCTIVA. 71
3.1.4. ANÁLISIS DIAGRAMA DE ISHIKAWA. 73
3.1.5. ANÁLISIS 5 ¿POR QUÉ? 76

CAPÍTULO IV. **ANÁLISIS DE RESULTADOS. 80**

4.1. PROPUESTAS DE MEJORAS. 81

4.1.1. IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA PARA LA INSPECCIÓN Y EL CONTROL ESTANDARIZADO. 81
4.1.2. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN OPERATIVA EN LA MANIPULACIÓN DE PERFILES DE ALUMINIO. 82
4.1.3. ESTANDARIZACIÓN DE HERRAMIENTAS Y LA CREACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE EQUIPOS. 82
4.1.4. IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS CRÍTICOS. 83
4.1.5. REDISEÑO DEL LAYOUT EN LAS ÁREAS INVOLUCRADAS Y MEJORAS EN EL ALMACENAMIENTO. 84
4.1.6. MEJORAS EN EL SISTEMA DE EMBALAJE Y PROTECCIÓN PARA EL TRANSPORTE INTERNO Y EXTERNO. 85

4.2. JUSTIFICACIÓN EN LA ELECCIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA PARA LA APLICACIÓN DEL *METODO A3*. 86

4.3. APLICACIÓN DEL MÉTODO A3. 88

4.3.1. VALORIZACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN. 93

CAPÍTULO V. **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 94**

5.1. CONCLUSIONES. 95

5.2. RECOMENDACIONES. 97

CAPÍTULO VI. **BIBLIOGRAFÍA. 98**

CAPÍTULO VII. **ANEXOS. 101**

ÍNDICE DE FIGURAS.

FIGURA 1.1. CARTA GANTT DEL PROYECTO DE TÍTULO 26

FIGURA 2.1. LOGO DE LA EMPRESA 29

FIGURA 2.2. PUERTA CORREDERA, VENTANA CORREDERA Y CONJUNTO DE FIJO PROYECTANTE. 31

FIGURA 2.3. VENTANA CORREDERA, VENTANA CORREDERA Y CONJUNTO DE FIJO PROYECTANTE. 31

FIGURA 2.4. VENTANA CORREDERA 32

FIGURA 2.5. VENTANA CELOSÍA STIPOLITE. 32

FIGURA 2.6. DOS HOJAS CORREDERAS PLUS, BATIENTE CON FIJO PLUS Y CORREDERA CUATRO HOJAS MAX. 32

FIGURA 2.7. ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA WINTEC. 33

FIGURA 2.8. ORGANIGRAMA DEL ÁREA PRODUCTIVA DE LA EMPRESA WINTEC. 34

FIGURA 2.9. MAPA DE PROCESO DE LA EMPRESA WINTEC. 35

FIGURA 2.10. ANÁLISIS FODA DE LA EMPRESA WINTEC. 36

FIGURA 2.11. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS ETAPAS DEL PROCESO PHVA 50

FIGURA 2.12. UTILIZACIÓN DE UN DIAGRAMA DE FLUJO. 51

FIGURA 2.13. SIMBOLOGÍA DE UN DIAGRAMA DE FLUJO. 52

FIGURA 2.14. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE UN DIAGRAMA DE FLUJO DE SEGUNDO NIVEL. 53

FIGURA 2.15. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE UN DIAGRAMA DE ISHIKAWA. 54

FIGURA 2.16. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL MÉTODO A3. 58

FIGURA 3.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE SEGUNDO NIVEL DEL ÁREA PRODUCTIVA DE LA EMPRESA WINTEC. 65

FIGURA 3.2. DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA EL DEFECTO “PERFIL RAYADO Y ABOLLADO”. 73

FIGURA 3.3. 5 ¿POR QUÉ? DEL DEFECTO “*PERFIL RAYADO Y ABOLLADO”*. 76

ÍNDICE DE TABLAS.

TABLA 1.1. COSTOS TOTALES DE LA PROBLEMÁTICA. 18

TABLA 1.2. DEFECTOS DEL ÁREA PRODUCTIVA EN EL PERIODO DE FEBRERO A JULIO DEL AÑO 2025. 20

TABLA 1.3. ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE NO CALIDAD, ESTIMACIÓN ANUAL. 21

TABLA 2.1. ESQUEMA DEL ÁREA PRODUCTIVA DE LA EMPRESA WINTEC. 30

TABLA 2.2. MATRIZ DE IMPACTO DE LA EMPRESA WINTEC 41

TABLA 3.1. DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO DE LA EMPRESA WINTEC. 67

TABLA 3.2. TABLA RESUMEN DE LOS DEFECTOS PERCIBIDOS DEL ÁREA PRODUCTIVA. 68

TABLA 3.3. PONDERACIÓN DE LA DISPERSIÓN. 68

TABLA 3.4. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS COSTOS ASOCIADOS DE LOS DEFECTOS PERCIBIDOS DEL ÁREA PRODUCTIVA. 69

TABLA 3.5. COEFICIENTE DE VARIACIÓN DEL ANÁLISIS DESCRIPTIVO. 69

TABLA 3.6. PRIORIZACIÓN DE LOS DEFECTOS PRESENTES EN EL ÁREA PRODUCTIVA. 72

TABLA 3.7. IMPACTO DEL DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA EL DEFECTO *"PERFIL RAYADO Y ABOLLADO"*. 74

TABLA 4.1. PLAN DE ACCIÓN DEL MÉTODO A3 EN SEIS MESES. 91

TABLA 4.2. ESTIMACIÓN DE LA VALORIZACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN. 93

TABLA 4.3. COSTOS TOTALES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN, PERIODO DE SEIS MESES. 93

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

GRÁFICO 1.1. COSTOS POR TIPO DE DEFECTO. 22

GRÁFICO 3.1. BOXPLOT DE LOS COSTOS DE LAS FALENCIAS POR UNIDAD DEL ÁREA PRODUCTIVA DE LA EMPRESA WINTEC. 69

GRÁFICO 3.2. COSTOS DE DEFECTOS, ENTRE EL PERIODO DE FEBRERO A JULIO DEL AÑO 2025. 71

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS.

➢ SIGLAS.

- **A3**: Método estructurado de resolución de problemas en una sola página.
- **ASME**: Asociación internacional que establece estándares de ingeniería mecánica.
- **CNC**: Sistema automatizado de control de maquinaria mediante programación digital.
- **FODA**: Herramienta de análisis estratégico organizacional.
- **IQR**: Medida de dispersión entre el primer y tercer cuartil.
- **ISO**: Organización internacional de estandarización.
- **OFA**: Documento que instruye una orden de fabricación.
- **PHVA**: Ciclo de mejora continua: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.
- **PDCA**: Versión en inglés del ciclo PHVA.

➢ SIMBOLOGÍAS.

- **Q1:** Primer cuartil (25% inferior de los datos).
- **Q3**: Tercer cuartil (75% de los datos acumulados).
- **CV (%)**: Coeficiente de variación, indicador de dispersión relativa.
- **$**: Unidad monetaria en pesos chilenos (CLP).

GLOSARIO.

- **Análisis de causa raíz:** Proceso sistemático orientado a identificar el origen fundamental de un problema con el propósito de eliminarlo de manera definitiva y prevenir su recurrencia dentro del proceso productivo.

- **Capacitación operativa:** Proceso estructurado de formación técnica dirigido al personal operativo, cuyo objetivo es fortalecer competencias, habilidades y conocimientos necesarios para ejecutar correctamente las actividades productivas.

- **Ciclo PHVA:** Metodología de mejora continúa basada en cuatro etapas: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar. Se utiliza para analizar, implementar y controlar mejoras en los procesos organizacionales.

- **Control de calidad:** Conjunto de técnicas, actividades y procedimientos aplicados para verificar que un producto o servicio cumpla con los requisitos y estándares previamente establecidos.

- **Costos de no calidad:** Gastos derivados de fallas internas y externas, reprocesos, desperdicios, devoluciones y garantías, ocasionados por incumplimientos en los estándares de calidad.

- **Defectos de fabricación:** Desviaciones respecto a las especificaciones técnicas del producto que afectan su funcionalidad, apariencia o desempeño, generando pérdidas económicas y operacionales.

- **Diagrama de Ishikawa:** Herramienta gráfica de análisis causa-efecto que permite identificar, clasificar y visualizar las posibles causas de un problema dentro de categorías estructuradas.

- **Diagrama de Pareto:** Herramienta estadística que prioriza problemas según su impacto, basada en el principio 80/20, facilitando la focalización en las causas más significativas.

- **Estandarización de procesos:** Definición, documentación y aplicación de procedimientos uniformes que garantizan consistencia, repetibilidad y control en las operaciones productivas.

- **Gestión de la calidad:** Conjunto de actividades coordinadas orientadas a dirigir y controlar una organización en materia de calidad, asegurando el cumplimiento de requisitos y promoviendo la mejora continua.

- **Industria manufacturera:** Sector económico dedicado a la transformación de materias primas en bienes elaborados mediante procesos industriales organizados y tecnificados.

- **Mejora continua:** Enfoque sistemático orientado a la optimización permanente de procesos, productos y servicios mediante ajustes progresivos y sostenidos en el tiempo.

- **Método A3:** Herramienta estructurada de resolución de problemas, utilizada en entornos Lean, que integra diagnóstico, análisis de causa raíz y plan de acción en un formato sintético de una página.

- **Procesos productivos:** Conjunto de operaciones técnicas y administrativas que permiten la transformación sistemática de insumos en bienes elaborados dentro de un sistema industrial.

INTRODUCCIÓN.

La situación actual de la industria manufacturera, la gestión de la calidad se ha convertido en un pilar estratégico para asegurar la competitividad, la eficiencia operativa y la sostenibilidad de las organizaciones. La creciente exigencia de los mercados, la presión por la optimización de costos y la necesidad de garantizar la satisfacción del cliente han impulsado la incorporación de metodologías estructurales de mejora continua, orientadas a la reducción de defectos, el fortalecimiento del desempeño productivo y la estandarización de procesos.
En este contexto, el presente trabajo de titulación se origina a partir de la identificación de las problemáticas presentadas en el proceso productivo de la empresa WINTEC, fabricantes de ventanas y puertas de aluminio, específicamente en la sucursal ubicada en Peñaflor.
Durante el período comprendido entre febrero y julio del año 2025, se registraron 18.096 defectos en los perfiles de aluminio procesados, lo que generó un costo directo acumulado de $3.500.579, con una proyección anual de pérdidas asociadas a la no calidad estimada en $12.020.926. Estas pérdidas se vinculan a reprocesos, desperdicio de material, fallas externas, costos logísticos adicionales y efectos negativos en la reputación comercial de la empresa.

El análisis económico de los defectos evidenció que el problema de mayor impacto corresponde al defecto de *Perfil Rayado y/o Abollado,* el cual concentra el mayor costo individual dentro del área productiva, con un valor de $1.308.974, representando la ineficiencia operativa y la pérdida de valor. Esta situación ha derivado consecuencias significativas, tales como retrasos en los plazos de entrega, incremento de retrabajos, reclamos de clientes internos y externos, y riesgos en la continuidad de las relaciones comerciales. Los antecedentes recopilados indican que el origen del problema responde a un conjunto de factores, entre los que destacan la falta de estandarización de procedimientos y de capacitación del personal operativo, limitaciones en la gestión de herramientas y equipos; deficiencias en la manipulación, almacenamiento y traslado de los perfiles de aluminio. Estos elementos evidencian la necesidad de implementar un enfoque sistemático de mejora, sustentado en datos objetivos y metodologías reconocidas en la gestión de calidad.

Para abordar esta problemática, el presente estudio tiene como objetivo proponer una mejora en la gestión de calidad del proceso productivo de la empresa WINTEC, mediante la aplicación del ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), y herramientas de análisis como el Diagrama de Pareto, el Diagrama de Ishikawa, la técnica 5 Porqués y el método A3. La investigación busca reducir la incidencia del defecto más crítico, optimizar el uso de los recursos productivos, disminuir los costos asociados a la no calidad y fortalecer la eficiencia operativa, contribuyendo al desarrollo de una cultura organizacional orientada a la mejora continua y al aseguramiento de la calidad.

CAPÍTULO I. **ANTECEDENTES GENERALES.**

1.1. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.

En los primeros meses del año 2025, específicamente entre los meses de febrero y julio, se detectaron elementos defectuosos en la empresa WINTEC (sucursal de Peñaflor), que se dedicada al procesamiento de perfiles de aluminio para la fabricación de ventanas y puertas. Durante este periodo se registraron 18.096 defectos, lo cual se traduce en un costo directo de $3.500.579

Los perfiles una vez que son procesados en el área productiva siguiendo las especificaciones técnicas detalladas en las respectivas OFA (Órdenes de Fabricación, ANEXO 4), son despachados a los talleres externos para su posterior ensamblaje y poder ser entregados al cliente final. No obstante, durante este proceso, múltiples talleres externos y clientes reportaron una serie de inconsistencias y fallas en los productos recibidos, tales como: errores dimensionales, problemas en el mecanizado, desperfectos en la superficie del material, pero también elementos dañados en el mismo taller. Estas falencias no solo comprometieron la calidad del producto final, sino que también generaron reprocesos, aumento de desperdicios, elevación de los costos operativos y logísticos, pérdida de clientes; y el deterioro en las relaciones comerciales por incumplimiento de contratos. Estos costos de no calidad alcanzan un valor anual de estimado de $12.020.926

Concepto	Resultado
Costo directo.	$ 3.500.579
Estimación de Costos no calidad.	$ 12.020.926
Total	$ 15.521.505

Tabla 1.1. Costos totales de la problemática.
Fuente: Base de datos de la empresa WINTEC y estimación de costos.

Relevancia del estudio:

1. **Cuantificación de la problemática:** Contar con indicadores cuantitativos que permitan medir la dimensión del problema y su impacto económico.

2. **Pertinencia operativa:** La presencia de defectos que genera reprocesos, desperdicio de material, incrementos en costos y reclamos de clientes; que afectan la competitividad y la continuidad comercial de la empresa WINTEC.

3. **Enfoque práctico en la gestión de calidad:** La aplicación de herramientas de calidad y técnicas propias de la especialidad como el mapeo de procesos, análisis de causa raíz, control estadístico y propuestas de mejora; con el fin de analizar y mitigar las falencias más frecuentes del proceso productivo.

1.1.1. CARACTERIZACIÓN DE DEFECTOS

	Meses													
	Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Total DEFECTOS	Total Suma de $
Observaciones	DEFECTOS	Suma de $	DEFECTOS	Suma de $	DEFECTOS	Suma de $	DEFECTOS	Suma de $	DEFECTOS	Suma de $	DEFECTOS	Suma de $		
DEVOLUCIONES					60	$ 81.090			3	$ 4.311			63	$ 85.401
MAL CORTADO	531	$ 31.856	1587	$ 258.057	1700	$ 182.111	2183	$ 269.924	1178	$ 132.845	955	$ 98.379	8134	$ 973.170
MAL MECANIZADO	58	$ 37.944	448	$ 93.713	305	$ 113.976	615	$ 257.796	498	$ 129.065	294	$ 94.199	2218	$ 726.692
NO LLEGAN A TALLER	56	$ 27.234	310	$ 23.841	142	$ 63.135	1397	$ 92.151	888	$ 47.961	695	$ 47.687	3488	$ 302.009
PERFIL RAYADO - ABOLLADO	129	$ 77.562	124	$ 159.651	268	$ 166.064	645	$ 245.084	1599	$ 332.640	1315	$ 327.974	4080	$ 1.308.974
REPARACIONES BALMACEDA	40	$ 27.374											40	$ 27.374
REPARACIONES INTERNAS					12	$ 15.300			60	$ 5.661			72	$ 20.961
Total general	**814**	**$ 201.969**	**2469**	**$ 535.262**	**2487**	**$ 621.675**	**4840**	**$ 864.954**	**4226**	**$ 652.482**	**3259**	**$ 568.238**	**18095**	**$ 3.500.579**

Tabla 1.2. Defectos del área productiva en el periodo de febrero a Julio del año 2025.
Fuente: Elaboración propia. Información recopilada de la base de datos por el área de producción y planificación.

Se expone en la presente tabla la cuantificación de los defectos y sus costos asociados de la empresa WINTEC, en la sucursal ubicada en Peñaflor durante el periodo mencionado**.**
La información se constituye por las siguientes categorías de defectos en el proceso productivo: *devoluciones, mal cortado, mal mecanizado, perfiles rayados o abollados, reparaciones internas - externas, y por los productos que no llegan al taller***.**

En total, durante los seis meses analizados se registraron 18.095 defectos, lo que representó un costo directo acumulado de $3.500.579, en donde

Cada mes se segmenta en dos indicadores:

- **Número de defectos registrados**.
- **Costo económico asociado (Suma de $)**.

1.1.2. CARACTERIZACIÓN POR NO CALIDAD.

Concepto	Costo estimativo (CLP)	
Retrabajo.	$	4.200.694
Scrap.	$	1.400.232
Fallas externas.	$	2.680.000
Flete adicional	$	2.400.000
Pérdida reputacional.	$	1.340.000
Total	$	12.020.926

Tabla 1.3. Estimación de los costos de no calidad, estimación anual.
Fuente: Estimación con base a los datos adjuntados de la empresa WINTEC.

Se presenta la estimación de los costos de no calidad durante el periodo mencionado, en donde, en la empresa WINTEC se identificaron la incurrencia de estos costos.
El *Retrabajo* correspondió al 60% sumado del costo directo, representando la mano de obra, los recursos reutilizados y el tiempo de producción adicional. Mientras que el *Scrap* se consideró con un 20% sumado del costo directo también, por productos que no pudieron ser recuperados y reutilizados.

Los costos estimados de las *Fallas externas* por los productos defectuosos que llegaron a los clientes y generaron garantías, reemplazos y devoluciones; representaron aproximadamente un 2% de las ventas anuales. El *Flete adicional* se percibió por los recorridos realizados en el transporte de los elementos con falencias, desde los clientes a la empresa y viceversa, considerando 2 recorridos al mes por un monto de $100.000 por recorrido.
Por último, se incluyó el costo por *Pérdida reputacional* estimado al 1% de las ventas anuales, reflejado por el impacto en la insatisfacción de los clientes, el daño ocasionado a la imagen de la empresa y perdida de oportunidades comerciales futuras.

1.1.3. ANÁLISIS EN EL IMPACTO ECONÓMICO POR TIPO DE DEFECTO.

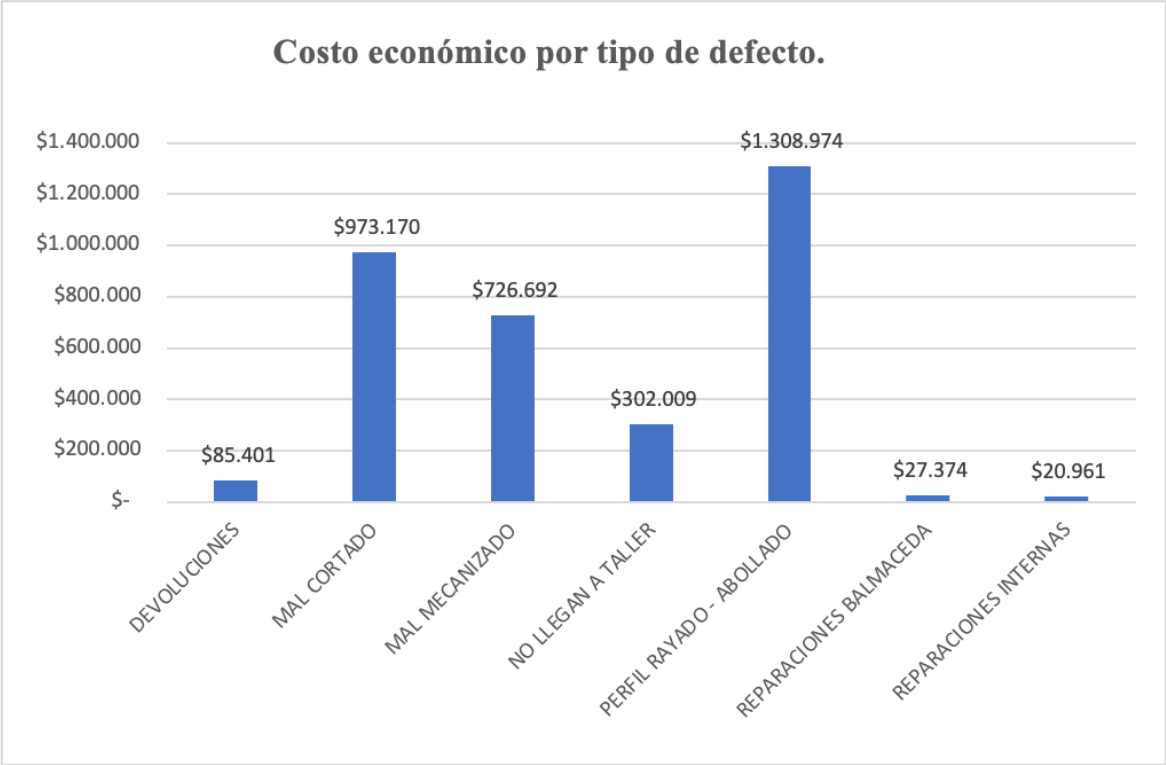


Gráfico 1.1. Costos por tipo de defecto.
Fuente: Elaboración propia, con base a la información de la tabla 1.2.

El grafico expuesto presenta la distribución del costo económico asociado a distintos tipos de defectos detectados en el proceso productivo. Se observa que el tipo de defecto con mayor impacto financiero corresponde a las *Perfil Rayado - Abollado*, con un costo total de $1.308.974, lo que representa el principal foco de pérdidas para la organización. Le sigue el defecto *Mal Cortado*, con $973.170. En contraste, los defectos reportados y clasificados como *Devoluciones* y *No llegan a taller* no representan valores económicos relevantes en esta instancia.

Este análisis permite identificar claramente los defectos que generan mayores costos, lo cual es fundamental para priorizar acciones correctivas y estrategias de mejora.

1.2. OBJETIVOS.

1.2.1. OBJETIVO GENERAL.

Elaborar una propuesta de mejora que garantice la calidad del producto final. Analizar el proceso productivo de la empresa WINTEC dedicada a la fabricación de ventanas de aluminio, con el fin de identificar las causas que han generado los elementos defectuosos y sus costos en el área productiva.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Mapear el proceso productivo actual, detallando cada una de las etapas involucradas en el procesamiento de los perfiles de aluminio.

- Identificar y cuantificar los distintos tipos de defectos reportados en los perfiles de aluminio procesados entre los meses de febrero y julio.

- Determinar la causa raíz del defecto más frecuente y de mayor incidencia mediante la aplicación de técnicas de análisis, con el fin de proponer un conjunto de mejoras.

- Proponer un plan de mejora para reducir la tasa de defectos respecto al nivel actual.

1.3. ALCANCE.

Se centra en los perfiles de aluminio procesados en la empresa WINTEC de la sucursal ubicada en Peñaflor, durante el período comprendido entre febrero y julio del 2025. Se analizan las etapas productivas de *Corte y Preparado*.

El diseño integra principalmente un análisis exploratorio, ya que, se deben identificar los procesos, las variables y la realización de una revisión documental. Seguidamente la aplicación de un análisis descriptivo, por la cuantificación de la tasa de defectos con sus costos directos y los costos de no calidad. Por último, un análisis correlacional al pretender asociar las variables operativas y de calidad, considerando su impacto económico y operacional.

La limitación del proyecto es de carácter comercial, porque está condicionada a la disponibilidad de los datos financieros y comerciales al ser confidenciales, por lo tanto, se estiman los costos de no calidad que serán calculados con base a los documentos y la información que se pudo obtener.

1.4. METODOLOGÍA.

La investigación se desarrollará bajo el ciclo PHVA (*Planificar, Hacer, Verificar y Actuar*), metodología de mejora continua, utilizado en los sistemas de gestión de calidad para la optimización de proceso y la reducción de defectos. El enfoque principal centrará en las etapas de Planificar y en Hacer, ya que en ellas se establecen los fundamentos analíticos, estratégicos y operativos que permitirán comprender la situación actual del proceso productivo y ejecutar las acciones planteadas.

En la etapa de Planificar, se efectuará una revisión documental y la recopilación de datos del proceso productivo, abarcando el periodo de febrero a julio del año 2025, con el fin de obtener una mayor comprensión del desempeño actual y la identificación de los defectos en términos de sus cantidades, costos directo y costos de no calidad. Posteriormente se seleccionará las herramientas y técnicas de mejoras que se aplicarán en el trabajo de título.

Posteriormente, en la etapa de Hacer, se ejecutarán las actividades y herramientas definidas de la etapa de planificar, con el propósito de llevar a la práctica las estrategias diseñadas, comprobando su efectividad en el entorno productivo. De esta manera, constituye un paso clave para transformar los hallazgos teóricos en mejoras concretas y medibles.

Finalmente, los resultados obtenidos de las etapas de Planificar y Hacer permitirán definir y proponer un plan de mejora, sustentado en datos objetivos y orientado a reducir los defectos más críticos.

1.5. ACTIVIDADES DEL TRABAJO.

Carta Gantt del Proyecto de Título. Año 2025			Agosto Semanas		Septiembre Semanas				Octubre Semanas				Noviembre. Semanas				Diciembre. Semanas			Duración. Semanas
Capitulo	N°	Actividades	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
CAPITULO 1: Antecedentes del tema.	1	Definición del tema del Proyecto de Título																		1
	2	Entrega de Propuesta del Proy. De Título a Profersor Guía																		1
	3	Aprobación propuesta del Proyecto de Título																		1
	4	Recolipación de información en la empresa																		1
	5	Desarrollo del Capítulo N°1																		3
	6	Reunión: Consultas y retroalimentación con Profesor Guía																		1
	7	1° PRESENTACIÓN: 27 SEPTIEMBRE																		1
CAPITULO 2: Estado del arte.	8	Recopilación de antecedentes para el Capítulo 2																		1
	9	Reunión: Consultas y retroalimentación con Profesor Guía																		2
	10	Recolipación de información en la empresa																		1
	11	Realización del Marco Teórico																		3
	12	Definir Propuesta Metodológica																		1
	13	Reunión: Revisión de avance del Capítulo 2 con Profesor Guía																		1
	14	Interpretación y análisis de la información desarrollada																		2
	15	2° PRESENTACIÓN: 15 NOVIEMBRE																		1
CAPITULO 3: Conclusiones.	16	Recopilación de antecedentes para el capítulo 3																		1
	17	Elaboración de propuesta de mejora																		2
	18	Desarrollo de conclusiones																		2
	19	Reunión: Revisión de avance del capítulo 3 con Profesor Guía																		1
	20	Revisión del trabajo Final																		1
	21	3° PRESENTACIÓN: 13 DICIEMBRE																		1

Figura 1.1. Carta Gantt del proyecto de título. Entre los meses de agosto hasta diciembre, del año 2025.
Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II. **ESTADO DEL ARTE.**

2.1. ANTECEDENTES DE LA ORGANIZACIÓN.

WINTEC es una empresa con 24 años de experiencia en la confección y comercialización de ventanas y puertas con materiales de aluminio, PVC y vidrio. Ofrece a sus clientes soluciones integrales de cerramientos y elementos arquitectónicos varios. La venta de los productos se realiza por medio de canales mayoristas y en forma directa a los clientes finales.

- Número de trabajadores: Aproximadamente 400.
- Ventas: UF 1.700.000 anuales.
- Ubicación:
    - Casa Matriz: Av. Aeropuerto 620, Quilicura.
    - Sucursal: Av. Balmaceda 2349 Peñaflor.

La empresa WINTEC se inserta en el sector de la industria manufacturera metálica, especializada en el procesamiento de perfiles de aluminio como su principal materia prima. Se identifica por su estrecha vinculación en la cadena valor de la construcción, contribuyendo con productos esenciales para proyectos habitacionales, comerciales e institucionales. Entre los segmentos que destacan:

- Sector privado: personas naturales, proyectos inmobiliarios residenciales y comerciales de mediana a gran escala.

- Sector social: programas estatales de infraestructura habitacional e iniciativas de viviendas sociales.

- Retail: cadenas de tiendas minoristas y mayoristas de mejoramiento del hogar y de puntos de ventas especializados.

- Mercado de exportación: la distribución de productos en los mercados internacionales, lo que contribuye a la diversificación de ingresos y a la competitividad global de la empresa.



Figura 2.1. Logo de la empresa. Fuente: Página web wwww.wintec.cl

2.1.1. ÁREA PRODUCTIVA.

Se describe el proceso productivo de la empresa WINTEC, el cual comprende una serie de etapas orientadas al procesamiento de perfiles de aluminio, desde la recepción de la materia prima hasta el embalaje (ANEXO 2), para después ser despachados a los talleres externo o a los clientes finales los elementos procesados.

	Nº	Etapa	Objetivo principal	Acciones clave
CORTE	1	Despacho de perfiles.	Trasladar tiras de perfiles al área productiva.	Preparar orden y verificar cantidades.
	2	Recepción de perfiles.	Confirmar la entrega correcta al área de corte.	Registro e inspección visual.
	3	Verificación inicial.	Validar según las especificaciones.	Medición y revisión de certificados.
	4	Corte.	Configurar sierra y ejecutar.	Ajuste de parámetros y cortar según OFA.
	5	Control de corte.	Asegurar su precisión.	Muestreo y medición de tolerancias.
	6	Liberación de piezas.	Autorizar su uso posterior.	Validación de calidad y etiquetado.
ORDEN	7	Orden del corte.	Organizar las piezas.	Clasificación por proyecto u OFA.
MECANIZADO	8	Recepción ordenada.	Confirmar llegada al área de mecanizado.	Registro y verificación de orden.
	9	Mecanizado.	Procesar piezas según diseño y OFA.	Configuración de máquina, perforado, fresado y CNC.
	10	Control de mecanizado.	Verificar las tolerancias.	Muestreo y medición dimensional.
	11	Revisión final.	Validar piezas liberadas según OFA.	Inspección de lote y liberación formal del área de mecanizado.
	12	Registro de las OFAS.	Actualizar la trazabilidad.	Ingreso en planilla y en software.
	13	Reubicación.	Almacenar los elementos mecanizados.	Etiquetado y ubicación en racks.
	14	Despacho final.	Entregar elementos mecanizados a talleres externos o cliente final.	Preparar guía, verificación y entrega.

Tabla 2.1. Esquema del área productiva de la empresa WINTEC.
Fuente: Elaboración propia, con base al análisis realizado en el área productiva.

2.1.2. LÍNEAS DE PRODUCTOS EN ALUMINIO.

En el siguiente apartado se presentan las líneas productivas de la empresa WINTEC, organizadas desde las categorías premium hasta las básica, mostrando además los diferentes productos que se elaboran en casa una de ellas.

- Línea SELECT.



Figura 2.2. Puerta corredera, ventana corredera y conjunto de fijo proyectante.
Fuente: Página web www.wintec.cl

- Línea NEXT.



Figura 2.3. Ventana corredera, ventana corredera y conjunto de fijo proyectante.
Fuente: Página web www.wintec.cl

- Línea BÁSICA.



Figura 2.4. Ventana corredera
Fuente: Página web www.wintec.cl

- Línea CELOSÍA.



Figura 2.5. Ventana Celosía STIPOLITE.
Fuente: Página web www.wintec.cl

- Línea SHOWER.

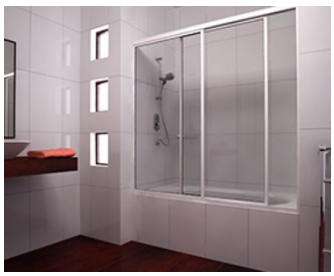






Figura 2.6. Dos hojas correderas Plus, batiente con fijo Plus y corredera cuatro hojas Max.
Fuente: Página web www.wintec.cl

2.1.3. ORGANIGRAMA.

Se presenta el organigrama general de la empresa WINTEC, el cual se ilustra su estructura jerárquica. Donde se observa que la Gerencia General se encuentra subdividida en distintas gerencias y subgerencias. Se organizan en Logística, Control de Calidad, Comercial y de Administración.

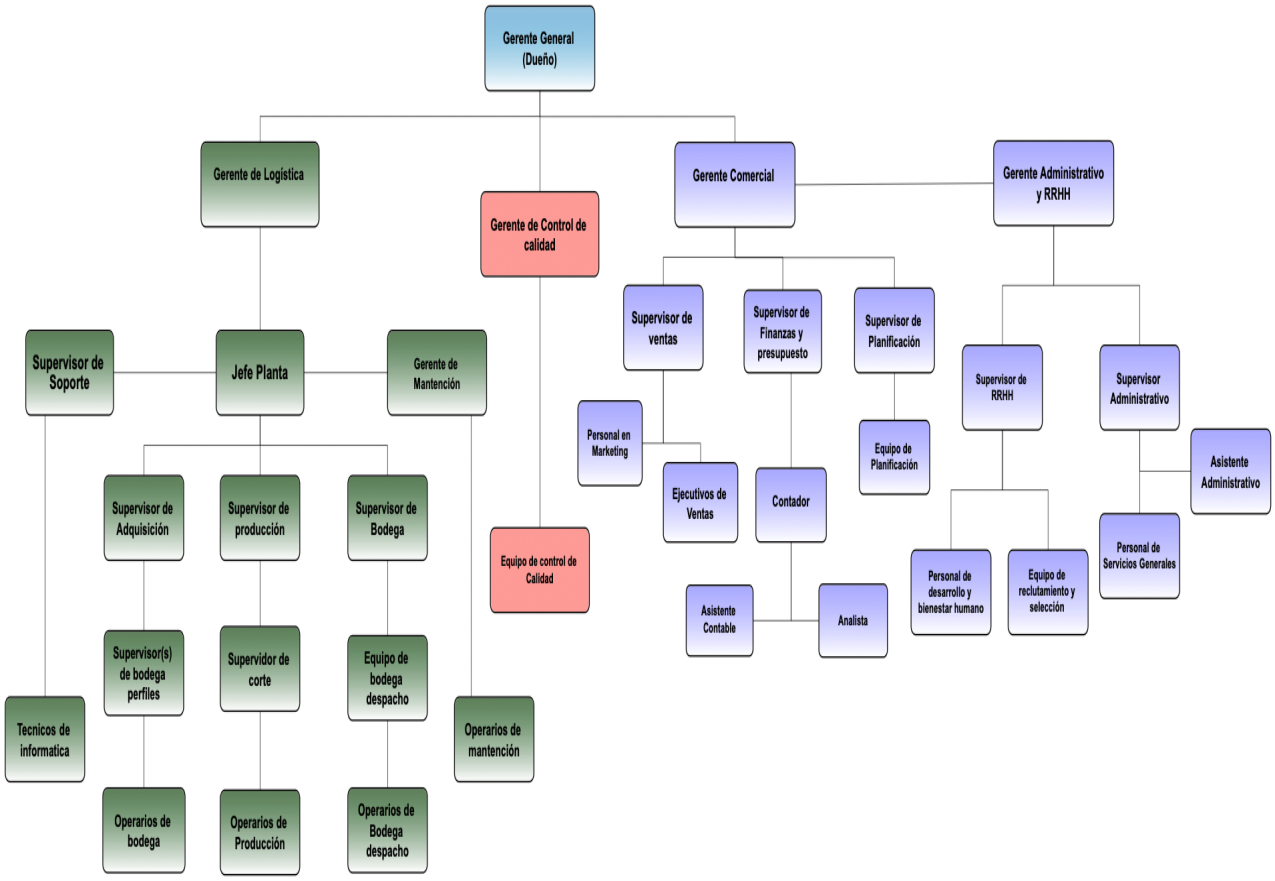


Figura 2.7. Organigrama General de la empresa WINTEC.
Fuente: Elaboración propia, a partir de entrevistas realizadas a los altos mandos de la Organización.

2.1.4. ORGANIGRAMA DEL ÁREA PRODUCTIVA.

En este segundo organigrama se muestra un análisis más detallado del área productiva, el cual se centra el procesamiento de perfiles de aluminio que realiza la empresa WINTEC.

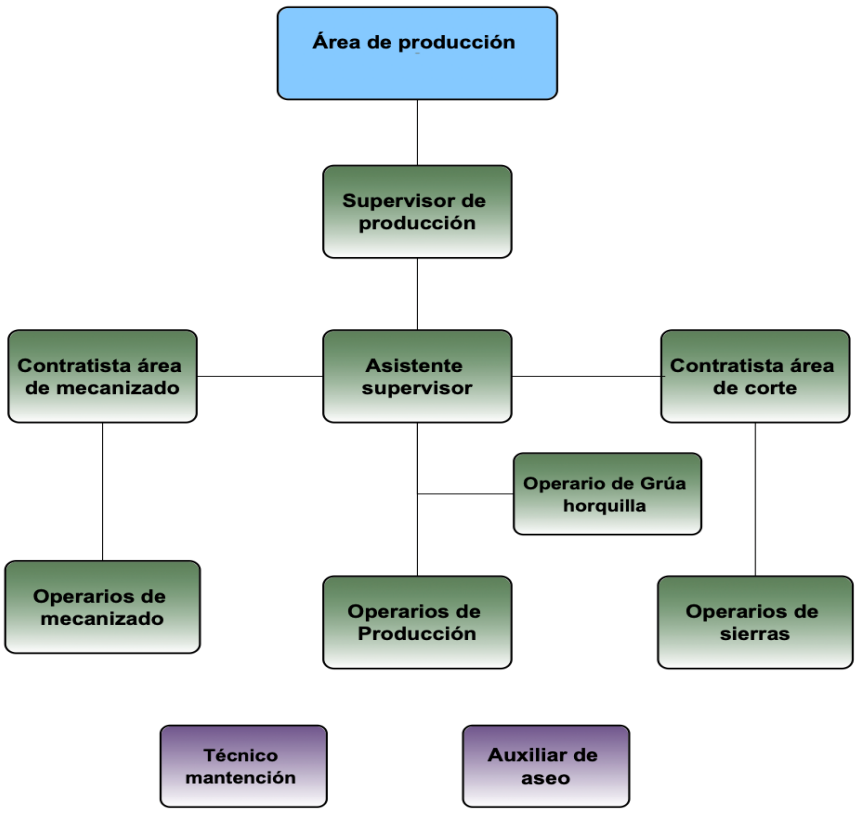


Figura 2.8. Organigrama del área productiva de la empresa WINTEC.
Fuente: Elaboración propia, con base a las visitas realizadas al área productiva.

2.1.5. MAPA DE PROCESO.

A continuación, el mapa de proceso presentado sintetiza la lógica operativa de la empresa WINTEC y ubica los procesos estratégicos, clave y de apoyo, así también como la interrelación y la secuencia de actividades desde la venta hasta la entrega al cliente.

Su propósito es proporcionar un marco visual para el diagnóstico organizacional y la identificación de oportunidades de mejora en el área productiva.

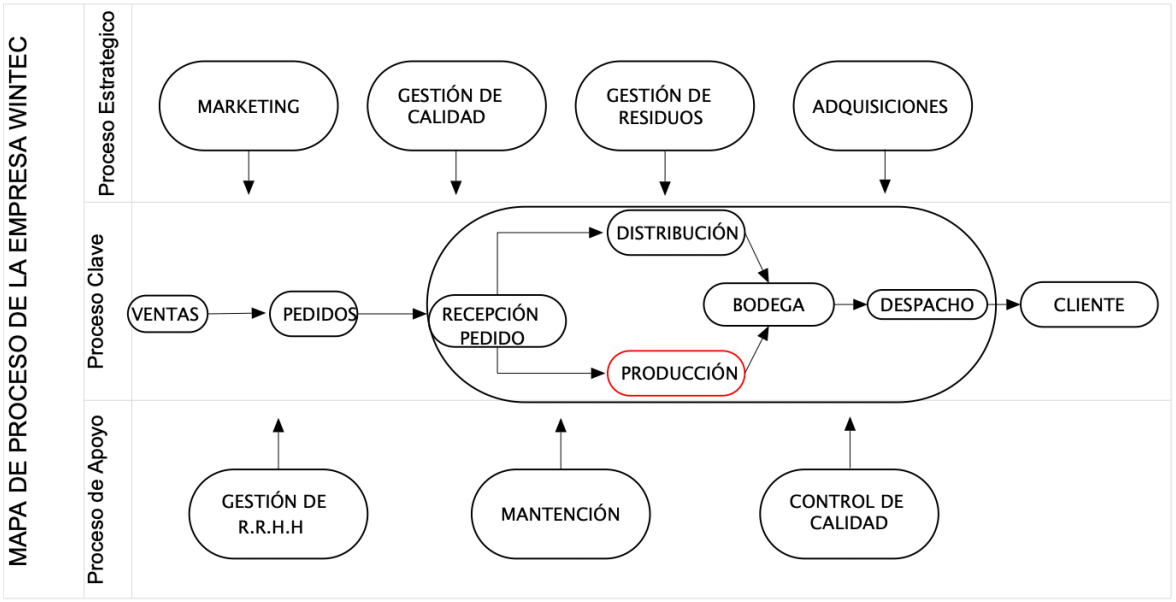


Figura 2.9. Mapa de proceso de la empresa WINTEC.
Fuente: Elaboración propia, a partir de entrevistas realizadas a los altos mandos de la Organización.

2.1.6. ANÁLISIS FODA.

Se formula un análisis estratégico de la empresa WINTEC que permite identificar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas para comprender su situación interna y externa.

Fortalezas	Oportunidades
Personal altamente calificado en fabricación de ventanas	Mayor demanda de construcciones sostenibles
Flexibilidad para personalizar productos	Alianzas con inmobiliarias y constructoras
Fuerza de venta especializada por nicho	Incentivos estatales a innovación y eficiencia energética
Experiencia en proyectos residenciales y comerciales	Crecimiento del mercado de remodelaciones
Capacidad de respuesta rápida ante pedidos urgentes	Posibilidad de exportación a mercados vecinos
Relación estable con proveedores locales	Digitalización de canales de venta y atención al cliente
Procesos semiautomatizados	Participación en licitaciones públicas con requisitos de eficiencia
Buen posicionamiento en zonas urbanas	Tendencia hacia materiales reciclables y diseño bioclimático
Debilidades	**Amenazas**
Alta dependencia del aluminio como materia prima	Competencia importada de bajo costo
Procesos con defectos que aumentan costos (rayaduras, abolladuras)	Variación de precios internacionales del aluminio
Baja digitalización en procesos productivos y administrativos	Nuevas normativas que elevan costos de producción
Limitada capacidad instalada frente a picos de demanda	Clientes más exigentes en certificaciones de calidad
Ausencia de programa de capacitación continua	Riesgo de obsolescencia tecnológica frente a automatización avanzada
Layout de planta poco optimizado	Inestabilidad económica que afecta inversión en construcción
Falta de mantenimiento preventivo en equipos críticos	Saturación de mercado en zonas urbanas
Escasa trazabilidad en control de calidad	Aumento de costos logísticos por congestión y restricciones de transporte

Figura 2.10. Análisis FODA de la empresa WINTEC.
Fuente: Elaboración propia, con base al análisis estratégico de la empresa.

Se detallan los componentes principales que conforman el análisis FODA, elaborado con el propósito de describir de manera integral los factores que influyen dentro de la organización:

- **Fortalezas:**

1. Personal altamente calificado en la elaboración de ventanas de aluminio.
   La organización cuenta con un equipo técnico y operativo con una amplia experiencia y competencias enfocadas en el diseño y fabricación de ventanas y puertas en aluminio. Este recurso humano constituye un factor clave en el éxito, por los conocimientos que permite garantizar los estándares de calidad y la eficiencia productiva.

2. Flexibilidad para personalizar productos. La empresa tiene la capacidad de adaptar sus productos a los requerimientos específicos del cliente, entregando soluciones a medida en el diseño, tamaño y terminaciones. Esta posición contribuye a la satisfacción del cliente y a la diferenciación frente a los competidores con productos estandarizados.

3. Fuerza de ventas especializada en cada nicho de mercado. La estructura comercial de la empresa WINTEC se encuentra segmentada por tipo el cliente o sector (Privado, Social, Retail y Exportación). Esta aplicación especifica permite comprender las particularidades de cada segmento, tener una atención más personalizada y posicionarse en distintos nichos.

- **Oportunidades:**

1. Mayor demanda de construcciones sostenibles. El aumento de las políticas en eficiencia energética y la conciencia ambiental han impulsado la preferencia por las edificaciones sustentables. En este contexto representa una oportunidad, debido a los productos de aluminio pueden posicionarse como soluciones ecoeficientes, reciclables y un bajo impacto ambiental.

2. Alianzas con inmobiliarias y constructoras. El establecimiento de acuerdos estratégicos con empresas del sector inmobiliario y constructoras puede fortalecer la presencia y la permanencia en el mercado, asegurar contratos de mediano y a largo plazo, favorecer a la estabilidad de la demanda interna y la integración en proyectos de gran envergadura.

3. Incentivos estatales a la innovación y sostenibilidad. El estado promueve programas y fondos de apoyos destinados a empresas que incorporan procesos innovadores y sostenibles. Estos incentivos facilitan la modernización a través de la reducción de costos y el fortalecimiento de la capacidad productiva.

- **Debilidades:**

1. Alta dependencia del aluminio. La empresa WINTEC presenta una fuerte dependencia de esta materia prima, lo que la hace ser vulnerable a las fluctuaciones en su precio internacional y a la disponibilidad de los proveedores. Esta dependencia disminuye la flexibilidad financiera y operacional, repercutiendo la estabilidad de los costos de producción.

2. Procesos con defectos que aumentan los costos. La existencia de falencias en ciertos procesos del área productiva genera desperdicios de materiales y de retrabajos, lo que significa un aumento en los costos de operación y en los márgenes de rentabilidad. Esta situación evidencia la necesidad de implementar un sistema de control de calidad para reducir los defectos.

3. Baja digitalización en los procesos. La limitada incorporación de tecnologías digitales en las áreas de producción, gestión y control limita la trazabilidad y eficiencia de las operaciones. Esta brecha tecnológica puede obstaculizar la competitividad frente a empresas que ya han optado herramientas con IA y de automatización.

- **Amenazas:**

1. Competencia importada de bajo costo. El ingreso de productos importados a precios reducidos representa una amenaza directa a la participación de la empresa WINTEC en el mercado. Esta competencia ejerce presión sobre los márgenes de ganancia y obliga a la empresa a diferenciase mediante el servicio y la calidad del producto.

2. Variación de precios internacionales del aluminio. Las fluctuaciones del mercado global en el precio del aluminio tienen una incidencia directa con los costos de producción, dado que es la principal materia prima y su volatilidad genera inseguridad financiera y dificulta la planificación presupuestaria.

3. Nuevas normativas que elevan los costos. La actualización de normativas vinculadas a la eficiencia energética y de seguridad puede implicar inversiones adicionales en equipamiento como en certificaciones. Estas regulaciones buscan mejorar los estándares del sector, pueden aumentar los costos operativos si la empresa no se adapta.

2.1.7. MATRIZ DE IMPACTO SEGÚN ANÁLISIS FODA.

Factores Internos / *Factores Externos*	**Lista de Fortaleza:** **F1.** Personal altamente calificado en la elaboración de ventanas de aluminio. **F2.** Flexibilidad para personalizar productos según requerimientos del cliente. **F3.** Fuerza de ventas especializada en cada nicho de ventas según corresponda.	**Lista de Debilidades:** **D1.** Dependencia de un solo insumo, principalmente del aluminio. **D2.** Procesos con defectos que elevan costos de no calidad. **D3.** Limitado nivel de digitalización en procesos productivos y administrativos.
Lista de Oportunidades: **O1.** Creciente demanda de construcciones sostenibles. **O2.** Posibilidad de alianzas estratégicas con inmobiliarias y constructoras. **O3.** Programas de fomento e incentivos estatales a la innovación y sostenibilidad.	**FO (Maxi – Maxi)** **1.** Ofrecer soluciones de ventanas sostenibles personalizadas apoyadas en la experiencia y flexibilidad. **2.** Establecer alianzas con constructoras para proyectos de edificación verde. **3.** Postular a incentivos estatales aprovechando la relación con proveedores.	**DO (Mini – Max)** **1.** Diversificar materiales de PVC para reducir la dependencia del aluminio. **2.** Incorporar tecnologías de control de calidad con apoyo de incentivos a nivel de empresa y estatal. **3.** Implementar digitalización en procesos productivos con programas de innovación.
Lista de Amenazas: **A1.** Competencia de empresas importadoras con bajos costos de producción.	**FA (Maxi – Mini)** **1.** Diferenciarse mediante la calidad, personalización y cumplimiento normativo frente a la competencia importadora.	**DA (Mini – Mini)** **1.** Desarrollar un plan de diversificación de insumos para reducir riesgos.

A2. Fluctuación de precios internacionales del aluminio. **A3.** Nuevas exigencias normativas que podrían aumentar costos de cumplimiento.	**2.** Negociar acuerdos estables con proveedores locales para mitigar la fluctuación del aluminio. **3.** Reforzar imagen de marca nacional confiable frente a productos importados.	**2.** Optimizar procesos productivos para reducir costos de no calidad. **3.** Avanzar en digitalización para mejorar eficiencia y cumplir con nuevas normativas.

Tabla 2.2. Matriz de Impacto de la empresa WINTEC.
Fuente: Elaboración propia, con base al análisis realizado de la matriz FODA.

A partir del análisis de la matriz de impacto, la estrategia adaptativa es la opción más adecuada para la empresa WINTEC. Esta elección se fundamenta en el equilibrio entre las fortalezas destacadas, como el personal calificado, la flexibilidad productiva y la fuerza de ventas especializada; y sus debilidades estructurales relacionadas con la dependencia del aluminio, la presencia de defectos en los procesos y el bajo nivel de digitalización.
Al mismo tiempo, el entorno presenta oportunidades relevantes, tales como la creciente demanda de la construcción sostenible y los incentivos estatales; a la vez se imponen las amenazas que son significativas, como la competencia importadora y la volatilidad de los precios.

En este contexto, la estrategia adaptativa permite responder de forma gradual y flexible a los cambios del mercado, incorporando innovación y sostenibilidad, ajustando sus procesos y fortaleciendo sus capacidades internas sin asumir riesgos de expansión agresiva, garantizando su continuidad y la competitividad a largo plazo.

2.2. MARCO TEÓRICO.

En primera instancia, en este capítulo se aborda la evolución de la industria del aluminio en Chile, con el propósito de contextualizar el entorno en el que se desarrolla el proyecto de título. Posteriormente se proporcionará una descripción detallada de los conceptos y herramientas claves que sustentan su desarrollo.

2.2.1. LA HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO EN CHILE.

La industria del aluminio en Chile ha evolucionado a lo largo de las décadas, fortaleciéndose como un sector fundamental para la construcción, la fabricación y diversas áreas productivas. Desde sus inicios hasta la actualidad, este sector ha experimentado numerosos cambios y avances tecnológicos que han permitido su crecimiento y posicionamiento en el mercado actual.

La historia se remonta a principios del siglo XX. En sus inicios, el uso del aluminio estaba limitado principalmente a aplicaciones industriales y militares debido a su costo elevado y la complejidad de su producción. Sin embargo, con el avance de la tecnología y la reducción de los costos de producción, el aluminio comenzó a ganar popularidad en diferentes sectores.
Durante las primeras décadas del siglo XX, el aluminio era principalmente importado desde otros países. Sus aplicaciones se centraban en la fabricación de utensilios de cocina, componentes eléctricos y productos de consumo básico. La resistencia a la corrosión y la ligereza del aluminio lo hicieron ideal para estas aplicaciones.
Con la industrialización de Chile en las décadas de 1950 y 1960, la demanda de aluminio comenzó a crecer. La construcción de infraestructuras, edificios y viviendas impulsó la necesidad de materiales de construcción duraderos y versátiles. Fue en esta época cuando el aluminio empezó a consolidarse como un material esencial en la construcción.

En este período, surgieron las primeras empresas nacionales dedicadas a la fabricación y distribución de productos de aluminio. Estas empresas comenzaron a producir perfiles de aluminio, láminas y otros componentes, reduciendo la dependencia de las importaciones y fortaleciendo la industria local.

Las décadas de 1980 y 1990 fueron testigos de una mayor modernización en la industria del aluminio en Chile. La introducción de nuevas tecnologías y procesos de producción permitió mejorar la calidad y la eficiencia de los productos de aluminio. La anodización, el electro pintado y otros acabados se convirtieron en estándares de la industria, ofreciendo productos más duraderos y estéticamente atractivos.

Durante estos años, el mercado del aluminio en Chile se expandió significativamente. La industria de la construcción continuó siendo un motor clave de la demanda, pero también se observaron aplicaciones crecientes en la industria automotriz, la elaboración de maquinaria y equipos, la fabricación de ventanas de aluminio y la producción de bienes de consumo.

La aplicación de este noble material en viviendas, con eficientes soluciones para ventanas y puertas, en reemplazo del acero y la madera, se vislumbraba como muy prometedor. Los edificios de oficinas y las viviendas de nivel medio y alto ya utilizaban normalmente este material, y muy pronto, y progresivamente, se incorporaría también en las viviendas sociales en forma masiva.

En el siglo XXI, la sostenibilidad y el reciclaje se han convertido en temas centrales para la industria del aluminio en Chile. El aluminio es un material infinitamente reciclable, y las empresas han adoptado prácticas de producción más sostenibles para reducir su impacto ambiental. La industria ha implementado sistemas de reciclaje eficientes que permiten recuperar y reutilizar el aluminio sin perder sus propiedades.

La innovación continúa siendo un pilar fundamental de la industria del aluminio en Chile. Las empresas están constantemente desarrollando nuevos productos y aplicaciones para satisfacer las necesidades de los mercados emergentes. Desde soluciones de construcción más eficientes hasta componentes de alta tecnología para la industria electrónica, el aluminio sigue demostrando su versatilidad y relevancia.

2.2.2. MEJORA CONTINUA.

Iniciar un viaje hacia la mejora continua requiere más que adoptar solo metodologías; exige un cambio cultural que abarque todos los aspectos de una organización. Al interiorizar los principios Kaizen de cambio incremental, las empresas pueden beneficiarse de todo el potencial de su mano de obra, fomentando un entorno en el que cada empleado participe en el cambio. Esta transformación prepara el terreno para una serie de mejoras estratégicas y operacionales, desde la optimización de los tiempos de setup y la secuenciación de la producción hasta el perfeccionamiento de los flujos de proceso. Estas mejoras incrementales y ajustes continuos son esenciales para mejorar la eficiencia y la calidad de cara a mantener la relevancia y la competitividad en un mercado en rápida evolución.

- **Implementar una cultura de mejora continua.**

Adoptar una cultura de mejora continua representa un pilar fundamental para alcanzar la excelencia operacional en las organizaciones. Esta aproximación no es solo una estrategia de negocios, sino una filosofía que involucra todos los niveles de la empresa, fomentando la innovación y la eficiencia. Los principios de la filosofía Kaizen son la base de esta cultura, promoviendo un ambiente en el que pequeñas mejoras continuas conducen a grandes avances en términos de desempeño, calidad y satisfacción del cliente.

La incorporación de los principios Kaizen en las organizaciones implica la participación de todos los empleados, desde la gestión a alto nivel hasta los empleados, en el proceso de identificación y solución de problemas. Esta aproximación democratizada hace que la mejora continua sea vista como una responsabilidad compartida, valorando de esta manera las contribuciones de todos y reforzando el compromiso hacia los objetivos comunes.
Para sostener esta cultura de mejora continua, las organizaciones deben también invertir en la formación y el desarrollo continuos de sus empleados. La capacitación en metodologías como la Gestión Lean no solo maximiza las competencias individuales, sino que también

asegura la alineación de todo el equipo con los principios de eficiencia, calidad y mejora continua.

Al adoptar una cultura de mejora continua, las empresas establecen una base sólida para su innovación y éxito. Este compromiso con la excelencia operacional no solo mejora la eficiencia y la calidad de los procesos internos, sino que también refuerza la competitividad en el mercado.

A continuación, abordamos cómo la mejora continua puede transformar la dinámica estratégica y operacional de las organizaciones.

- **¿Qué es la mejora continua?**

La mejora continua es un concepto fundamental en el contexto de la excelencia operacional y se refiere al esfuerzo sistemático y constante para perfeccionar procesos, servicios y productos de una organización.

La mejora continua es un proceso cíclico que nunca termina y en el que se destaca la importancia de una aproximación proactiva para la resolución de problemas y la optimización de procesos. Este concepto se basa en la idea de que siempre existen oportunidades de mejora, independientemente de cuán eficientes o avanzados sean los sistemas actuales. Por lo tanto, el objetivo no es solo corregir fallos o problemas puntuales, sino cultivar un ambiente en el que la búsqueda de la excelencia sea una constante.

Para ayudar con la implementación de estas iniciativas de mejora continua surge el PDCA (Plan-Do-Check-Act), un ciclo iterativo que proporciona una estructura para la implementación y evaluación de los cambios. Al seguir este modelo, las organizaciones pueden asegurar que sus estrategias de mejora están planificadas, probadas, evaluadas y optimizadas de forma sistemática, promoviendo una evolución continua y sostenible.

Este ciclo no solo proporciona la estructura necesaria para implementar la mejora continua, sino que también asegura que estas iniciativas se conducen de forma efectiva para que resulten en beneficios tangibles para la organización.

2.2.3. CICLO DE PHVA.

El ciclo PDCA, comúnmente más conocido en español como ciclo Deming o PHVA (el acrónimo de Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), es una estrategia iterativa de resolución de problemas para mejorar la gestión procesos e implementar cambios. El ciclo PHVA es un método de ciclo de mejora continua. Esto quiere decir que no supone un proceso que se ejecuta una sola vez, sino que es un procedimiento circular y continuo que busca mejorar los procesos e iteraciones. Al seguir el ciclo PHVA, los equipos desarrollan hipótesis, ponen a prueba las ideas y las mejoran.

El ciclo PHVA es una técnica muy útil para abordar, analizar y resolver problemas en empresas. Dado que el ciclo PHVA se basa en el proceso de mejora continua, ofrece un alto nivel de flexibilidad y mejora iterativa. Esta metodología PDCA es ampliamente utilizada en sistemas de gestión de calidad, como la norma ISO 9001, para garantizar la mejora continua y la satisfacción del cliente.

- **El origen y significado del ciclo PDCA o PHVA.**

Esta estrategia fue introducida por primera vez por Walter Shewhart, el padre del control estadístico de la calidad. En su libro, *Control económico de la calidad de productos manufacturados,* Shewhart aplicó el método científico al control económico de la calidad.

La tesis de Shewhart fue posteriormente desarrollada por William Edwards Deming, quien defendía el trabajo de Shewhart. Lo que hizo Deming fue ampliar la idea de Shewhart utilizando el método científico, no solo para el control de la calidad, sino también para la mejora de los procesos.

Deming se dedicó a enseñar el método, al que llamó el ciclo Shewhart, a ingenieros japoneses. Es ahí cuando el ciclo Shewhart se mezcló con el método Kaizen (principio japonés de mejora continua, desarrollado por Kaoru Ishikawa), el sistema de producción de Toyota y el modelo Lean de manufactura o producción ajustada, para convertirse en lo que

hoy llamamos el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA o PDCA, por sus siglas en inglés).
Hoy en día, el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar se usa frecuentemente como parte de la gestión de calidad en proyectos Lean.

- **Cuando usar el ciclo PHVA o PDCA.**

El ciclo PHVA (internacionalmente conocido como PDCA) es un marco que sirve para abordar y resolver problemas en la gestión de proyectos y procesos de una empresa. Dada su naturaleza, se puede implementar en una gran variedad de proyectos. Los equipos que utilizan el ciclo PHVA o PDCA, adoptan eficazmente la mejora continua, ya que les permite garantizar no solo este tipo de mejora, sino también implementar el proceso iterativo.

El ciclo PHVA, PDCA o Deming, es muy útil especialmente cuando se busca:

- Simplificar y mejorar un proceso de trabajo repetitivo
- Desarrollar un sistema de gestión o proceso de negocios nuevo
- Comenzar a implementar mejoras continuas
- Iterar cambios rápidamente y ver resultados obtenidos
- Minimizar errores y maximizar resultados
- Probar soluciones múltiples rápidamente

- **Etapas para implementar el ciclo PDCA/PHVA.**

Las cuatro etapas del proceso PDCA o PHVA se encuentran en su nombre: planificar, verificar, hacer y actuar. Lo que se destaca de este proceso es que es un ciclo, por lo que se puede volver a comenzar desde el inicio tantas veces sean necesarias. Estas son las etapas del ciclo:

1. Planificar.

La primera fase para cualquier mejora de procesos o planificación de proyectos es determinar qué se necesita hacer. Como en cualquier plan de acción o plan de proyecto, esto incluye distintos tipos de información, como:

- Objetivos del proyecto
- Métricas de éxito o KPIs
- Entregables o resultado final del proyecto
- Participantes del proyecto
- Cronograma del proyecto
- Todos los riesgos o restricciones del proyecto que sean relevantes

Se utilizar el ciclo PDCA, o círculos de Deming, en una gran variedad de proyectos. Ya sea, que se esté creando un proyecto nuevo desde cero o como parte de un proyecto de mejora de la calidad, invertir en una fase sólida durante la planificación es esencial para encaminar el proyecto hacia el rumbo correcto. Cada vez que se esté llevando a cabo el ciclo PHVA, hay que evaluar el plan del proyecto para garantizar que esté actualizado y sea preciso para poder cumplir con los objetivos del proyecto.

2. Hacer.

Una vez que se haya afinado los detalles en el plan del proyecto, el próximo paso es ponerlo a prueba. Al igual que muchos tipos de gestión de proyectos Lean, el PHVA adopta cambios pequeños y graduales. En la fase de ‘Hacer’ del ciclo PHVA (en inglés PDCA), implementa el plan de proyecto en una pequeña escala para asegurarte de que funcione correctamente.

3. Verificar.

Se verifica que en la prueba que se realiza durante la fase de ‘Hacer’ del ciclo PDCA, o PHVA, todo haya ido acorde al plan. Es muy probable que se vaya a identificar argumentos que se deben mejorar en la fase de ‘Hacer’.

La fase ‘Verificar’ es clave para detectar pequeños problemas antes de que se vuelvan demasiado grandes.

De ser necesario, se vuelve a revisar el plan del proyecto para asegurarse de que el proyecto siga avanzando en la consecución de sus objetivos. Si no es así, se necesitará realizar algún cambio en el plan de proyecto, este es el momento indicado para hacerlo.

4. Actuar.

Después de ‘Verificar’, se sigue con la fase de ‘Actuar’, que consiste en implementar todas las mejoras del proyecto y los procesos. En esta etapa, se debe aplicar medidas correctivas para abordar las áreas de mejora identificadas. No olvidar que el sistema PDCA (o PHVA) es circular y, si es necesario, se debe volver a la etapa de ‘Planificar’ para mejorar constantemente el proyecto o proceso.

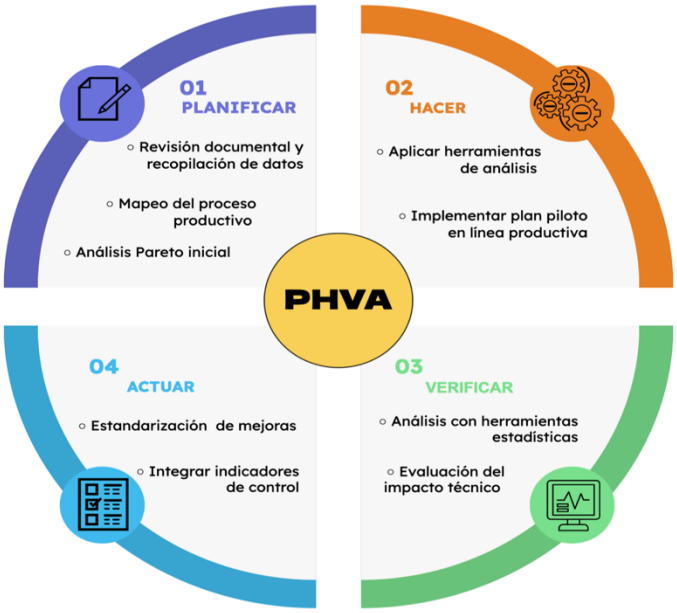


Figura 2.11. Representación gráfica de las etapas del proceso PHVA.
Fuente: Elaboración propia, con base a la información expuesta en clases de la materia "Calidad Total" año 2024.

2.2.4. DIAGRAMA DE FLUJO.

En el diagrama de flujo se representan todos los pasos, las secuencias y las decisiones de un proceso o flujo de trabajo. Si bien hay muchos tipos diferentes de diagramas de flujo, el diagrama de flujo básico es un mapa de procesos en su forma más simple. Es una herramienta muy potente que se puede aplicar en muchos campos como la planificación, visualización, documentación y mejora de los procesos.

Los ingenieros industriales Frank y Lillian Gilbreth presentaron esta herramienta por primera vez en la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos *(American Society of Mechanical Engineers ASME)* en 1921. Desde entonces, los diagramas de flujo han servido para perfeccionar, estandarizar y optimizar procesos en diversos sectores.

1. **Definición:**

Un diagrama de flujo o flujograma es una representación gráfica y secuencial de un proceso o flujo de trabajo con todas las tareas y actividades principales necesarias para lograr un objetivo común. Para que visualmente se pueda representar la sucesión de tareas y la relación entre ellas se utilizan símbolos como flechas, rombos, rectángulos o prismas

Los diagramas de flujo pueden ser útiles en diversas situaciones, por ejemplo:



Figura 2.12. Utilización de un diagrama de flujo. Fuente: Pagina web https://asana.com/es/resources/what-is-a-flowchart

2. Símbolos de un diagrama de flujo.

Los diagramas de flujo van desde ilustraciones hechas a mano para ayudar a documentar o planificar un proceso hasta diagramas de flujo de trabajo complejos generados con algún software exclusivo para tal fin. Para el fácil entendimiento de los flujos de trabajo en los distintos equipos, departamentos e incluso sectores, el *American National Standards Institute* (ANSI) estableció estándares oficiales en la década de 1960 que la International *Organization for Standardization* (ISO) adoptó en 1970 y se han actualizado y mejorado continuamente desde entonces (última versión confirmada en el año 2019).

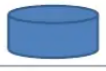
Símbolo	Definición	Descripción	Símbolo	Definición	Descripción
	Proceso	Indica una acción o instrucción general que debe realizar (cambios de valores, asignaciones, operaciones , etc).		Impresión / Tarjeta	Elementos del entorno (normativas) a considerar para el desarrollo de una actividad
	Proceso alternativo	Indica una acción o instrucción que puede o no realizarse.		Flujo	Indica el flujo del proceso
	Decisión	Indica la comparación de dos datos y dependiendo del resultado lógico, se toma la decisión de seguir un camino del diagrama u otro		Y	Muestra cuando multiples ramas convergen en un solo proceso
	Datos	Indica la entrada de datos		O	Muestra cuando un proceso puede tomar caminos diferentes, es necesario etiquetar cada rama máximo 4 ramas.
	Proceso predefinido	Indica la llamada a una subrutina o procedimiento determinado.		intercalar	Requiere la organizaciòn de datos de acuerdo a un formato estandar.
	Almacenamiento interno	Indica que el archivo o docuemnto se va a guardar en el		Ordenar	Indica que se debe ordenar de forma ascendente o descendente, clasificación de datos.
	Documento	Informe o documento generado		Archivo temporal	Se gurda un documento de manera temporal
	Multidocumento	Archivo de varios informes relacionados		Archivo definitivo	Se gurda un documento de forma permanente (Archivo muerto)
	Inicio / Fin	Se utiliza para indicar el inicio y el final de un diagrama; del Inicio sólo puede salir una línea de flujo y al Final sólo debe llegar una línea		Datos almacenados	Datos almacenqados en forma de diagrama de flujo, y puede utilizarse en cualquier etapa que almacene datos
	Preparación / Interconexión	Representa la conexión con otro procedimiento		Demora / Espera	Indica la demora o espera en el proceso que no se puede eliminar.
	Entrada manual	Instrucción de entrada de datos por teclado. Se debe esperar a que el usuario teclee un dato que se guardará en una variable o constante		Almacenamiento de acceso secuencial	Archivo para intrucciones de lectura o grabación
	Preparación manual	Indica el inicio de un procedimiento, contiene el nombre de este o Nombre del área en donde se inicio		Base de datos	Almacenamiento de datos
	Conector	Indica el enlace de dos partes de un diagrama dentro de la misma página.		Almacenamiento de acceso directo	Información en soporte digital (disco duro de la computadora)
	Conector fuera de página	Indica el enlace de dos partes de un diagrama en páginas diferentes.		Pantalla	Instrucción de presentación de mensajes o resultados en pantalla.

Figura 2.13. Simbología de un diagrama de flujo.

Fuente: Página web https://es.scribd.com/doc/94310656/Simbolos-de-Diagrama-de-Flujo

Su lectura es de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha. Se debe tener en cuenta que existen más de 30 símbolos estandarizados para crear diagramas de flujo. Los símbolos pueden indicar algún proceso o documento, decisiones que hay que tomar y más.
Una vez conocidos e interpretados lo que representa cada símbolo, se puede leer y/o crear cualquier tipo de diagrama de flujo y entender mejor el proceso visualizado. Cuando se crea un diagrama de flujo en el que se utilicen diferentes formas y símbolos, se recomendar incluir una leyenda para que las partes involucradas puedan entenderlo.

A continuación, se expone una representación gráfica de un diagrama de flujo de segundo nivel, que será fundamental para el desarrollo del proyecto de título.

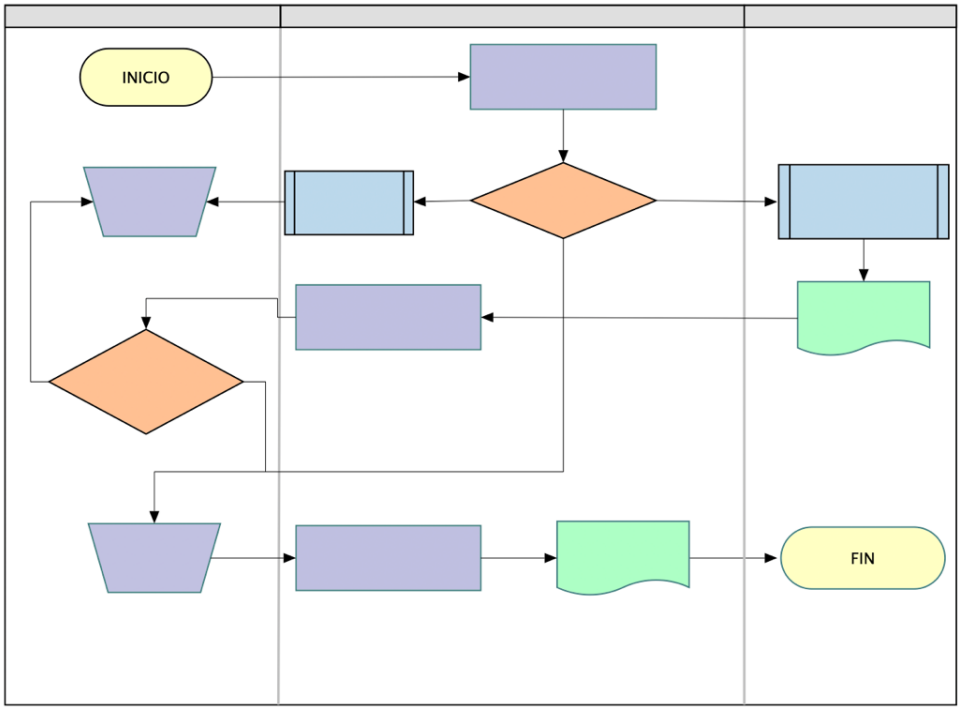


Figura 2.14. Representación gráfica de un diagrama de flujo de segundo nivel.
Fuente: Elaboración propia, con base a la información expuesta en clases de la materia "Procesos y Normas de Calidad" año 2023.

2.2.5. DIAGRAMA DE ISHIKAWA.

El Diagrama de Ishikawa, también conocido como Diagrama Espina de Pescado o Diagrama de Causa y Efecto, es una herramienta visual utilizada para identificar las posibles causas de un problema concreto. Su estructura se asemeja al esqueleto de un pez, con el "efecto" o "problema" representado en la cabeza y las distintas categorías de causas como ramas de la espina dorsal. Desarrollado en el contexto de la gestión y el control de la calidad, este diagrama se utiliza ampliamente en metodologías como Lean, Kaizen y Six Sigma para fomentar la mejora continua.

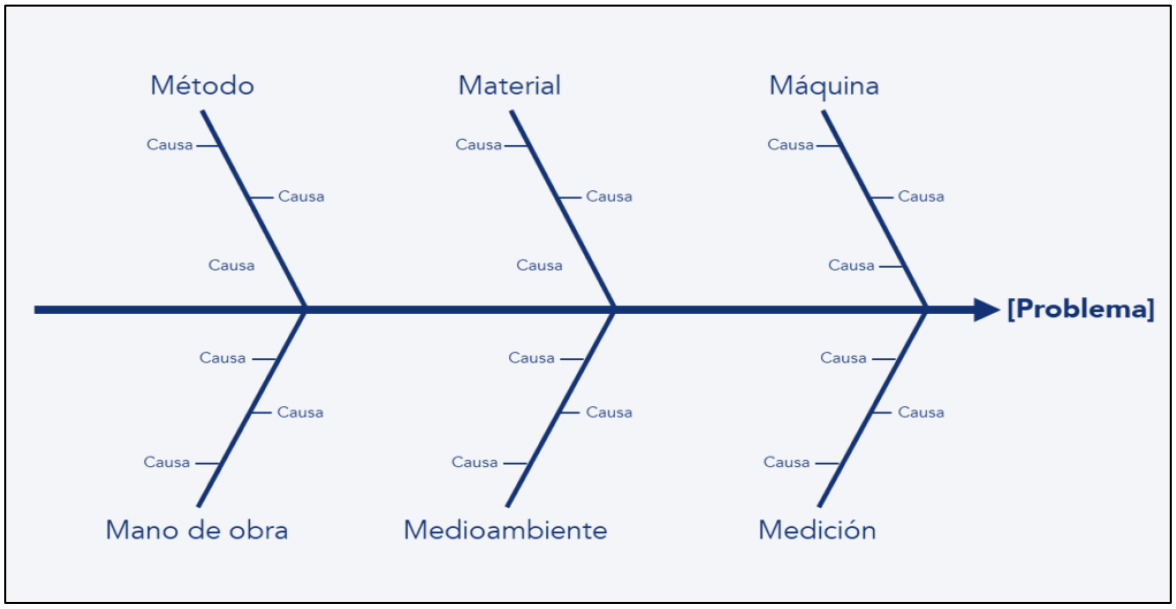


Figura 2.15. Representación gráfica de un diagrama de Ishikawa.
Fuente: Página web https://kaizen.com/es/insights-es/diagrama-ishikawa-analisis-causa-raiz/

1. **El objetivo del Diagrama de Ishikawa en la gestión de la calidad.**

En la gestión de la calidad, el Diagrama de Ishikawa es esencial para el análisis de la causa raíz, ayudando a las organizaciones a comprender los factores que contribuyen a la variabilidad de los procesos o a los defectos en los productos. Su propósito principal es:

- Estructurar el pensamiento del equipo durante las sesiones de *brainstorming*, proporcionando una visión clara de las posibles causas;
- Promover un enfoque sistemático para investigar las causas de los problemas, evitando soluciones superficiales;
- Apoyar la mejora continua, permitiendo a los equipos identificar y eliminar las causas de los problemas, lo que se traduce en procesos más eficientes y productos de mayor calidad.

2. Identificación de las principales categorías de causas.

Las principales categorías de causas en un Diagrama de Ishikawa pueden variar, pero las más comunes se conocen como las 6M, que incluyen:

- Mano de obra (personas): errores humanos, falta de formación, mala comunicación;
- Métodos (procesos): falta de estandarización, procesos ineficientes, ausencia de buenas prácticas;
- Materiales: materias primas de baja calidad, fallos de suministro;
- Máquinas (equipos): máquinas averiadas, falta de mantenimiento, tecnología obsoleta;
- Medioambiente: condiciones de trabajo adversas, influencia de factores externos (humedad, temperatura, ruido, otros) e impacto de variables medioambientales;
- Medición: errores en las mediciones, mala calibración de los instrumentos y métodos de control inadecuados.

La estructura de las 6M permite un análisis sistemático y detallado de las posibles causas de un problema, facilitando la identificación de las más relevantes para su resolución.
Para finalizar, esta herramienta facilita la participación de las distintas partes interesadas en el proceso de resolución de problemas, fomentando una cultura de colaboración y de mejora.

2.2.6. MÉTODO A3.

La solución de problemas A3 es un enfoque Lean para informar sobre los problemas y presentar formas de abordarlos. El método simple, desarrollado por Toyota, se basa en documentar un problema, junto con su resultado actual y un cambio sugerido, en una sola hoja de papel de tamaño A3 (420x297mm) que le da el nombre. Se utiliza para hacer una propuesta de cambio de proceso, para informar sobre el estado del proyecto o para resolver un problema.

El A3 se basa en el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar. Aunque parece ser un proceso gradual, el método tiende a utilizarse de manera iterativa, actualizándose cíclicamente las secciones de problemas y soluciones.

Taiichi Ōno de Toyota era conocido por no apreciar los informes de más de una página, lo que ayudó a la proliferación del enfoque A3 dentro de las oficinas del gigante automovilístico. El A3 es similar al informe 8D, que también está muy extendido en la industria automotriz, aunque normalmente se utiliza más en la gestión de quejas. Además, la capacidad de discernir rápidamente lo que es un problema y de entender su solución es fiel a Lean.

Lean enfatiza la visualización, con ejemplos en el mapeo del flujo de valor y la visualización del flujo de trabajo Kanban, haciendo que un reporte de una sola página presentando lo que está sucediendo sea una adición bienvenida a una operación Lean.

Es a través del uso común de las A3 por parte de una compañía para resolver todos los problemas y planificar las iniciativas, que en efecto comienzan a operar una metodología Pensamiento de Sistema A3 para abordar las dificultades, planificar el cambio, innovar y curar el razonamiento lógico, enraizado en las necesidades actuales de la compañía.

¿Por qué usar el enfoque A3 para solucionar problemas?

Lean proporciona una ventaja competitiva y beneficios estratégicos y operacionales a partir de su objetivo de aumentar el valor entregado al cliente y reducir el desperdicio. Participar en un proceso que permite al equipo encontrar la mejor solución correcta en el menor tiempo posible es extremadamente beneficioso.

Es comprensible que algunos informes y propuestas deban contener cientos de páginas de datos, y tienen su lugar en un entorno empresarial. Pero imagina el valor y la ventaja que tiene destilar esta información a una página, y considera cuánto más rápido se pueden tomar decisiones en base a ello. Además del ahorro de tiempo, la oportunidad de utilizar el enfoque sistemático del Ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar suplementa la capacidad de resolución de problemas que se requiere para proponer buenas soluciones.

Lo importante es el acto de planificar, ya que explica todos los obstáculos conocidos, visualiza el plan de acción y ayuda a prever los posibles resultados y problemas en el camino. Mientras que documentar su problema en una hoja A3 puede o no producir beneficios, el acto de implementar el pensamiento A3 es lo que marca la diferencia.

Los beneficios de Implementar el pensamiento A3:

- Solución de problemas más rápida.

Mediante el razonamiento lógico y la aplicación de un proceso visual paso a paso. Exigir una identificación de la causa raíz asegura que los problemas sean tratados, no sólo enmascarados temporalmente.

- Planificación más fácil.

Gracias a la aplicación del pensamiento objetivo y crítico promovido por la estructura de la A3.

- Desarrollo del equipo.

Gracias al uso repetido de una herramienta estructural para encontrar las causas fundamentales de los problemas y sus mejores soluciones. El uso de una herramienta en todos los niveles de la empresa también promueve la colaboración entre departamentos y el intercambio de conocimientos.

- Crecimiento de la empresa.

Las A3 ayudan a mantener y registrar el conocimiento de la empresa, ayudando a sostener buenas políticas de operación y a construir una fuerte cultura de crecimiento, basada en la resolución de los problemas reales de la empresa, no en ideas abstractas.

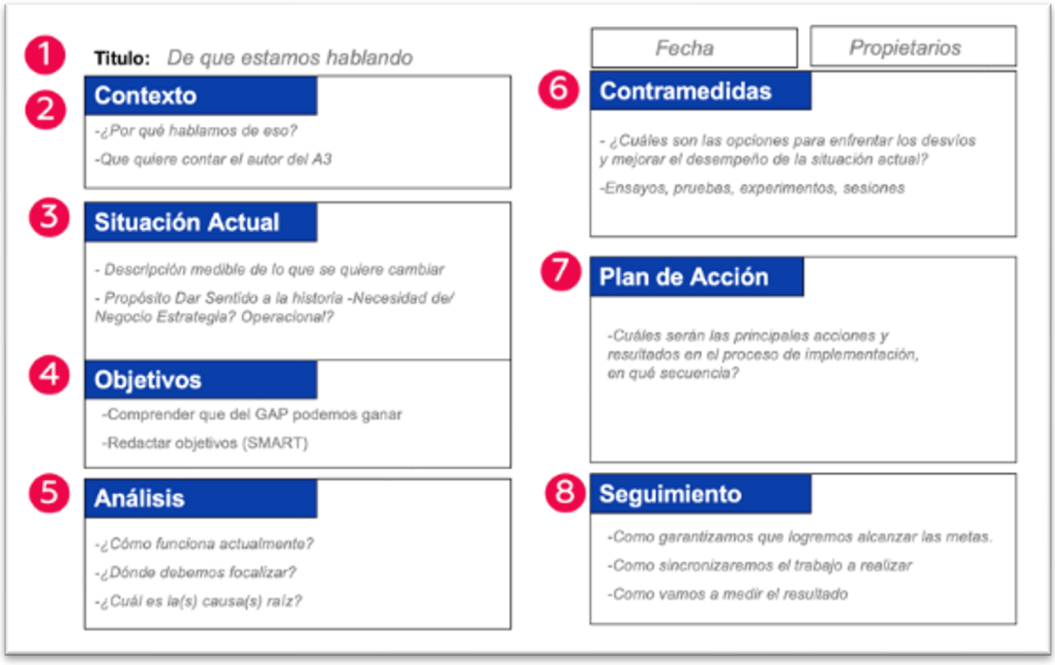


Figura 2.16. Representación gráfica del método A3.

Fuente: Página web https://atenos.com/gestion-de-proyecto/formulario-a3-el-metodo-que-emplea-toyota-para-resolver-sus-problemas/

2.2.7. PROPUESTA METODOLÓGICA.

Como ya se ha mencionado, el trabajo de título se desarrollará bajo el enfoque del ciclo de PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), metodología utilizada en los sistemas de gestión de calidad para promover la mejora continua.
En función de los objetivos planteados, la investigación de centrará en las etapas de Planificar y Hacer, que serán expuestas a continuación:

1. **Definición de los objetivos.**
   El primer paso en la implementación de mejora continua es establecer objetivos claros y definidos. Esto implica identificar las áreas con problemas y establecer metas realistas de mejora en términos de calidad y productividad.

2. **Mapeo y análisis del proceso productivo.**
   Se elaborará el flujograma del proceso productivo, detallando las etapas involucradas en el procesamiento de perfiles de aluminio. Esto permitirá visualizar la secuencia de operaciones y la identificación de los puntos críticos.

3. **Recopilación de datos.**
   Una vez identificados los puntos críticos, se recopilarán los datos más relevantes para evaluar el rendimiento actual del proceso. Esto puede incluir mediciones de calidad, tiempos de ciclo, tasas de retrabajo, entre otros. La recopilación de datos proporcionará una base sólida para la toma de decisiones.

4. **Análisis descriptivos de los defectos y priorización de los defectos.**
   A partir de los datos recopilados, se aplicará un análisis descriptivo, utilizando medidas de tendencia central y de dispersión, para caracterizar el comportamiento de los defectos. La priorización servirá como guía para el diagnóstico de causa raíz con las herramientas correspondientes.

5. **Diagnóstico y análisis de causas.**

   Para determinar los factore que originan los defectos más relevantes, se aplicarán herramientas de diagnóstico de causa y efecto, tales como el Diagrama de Ishikawa y la técnica de los 5 Porqués, las cuales permitirán analizar los aspectos técnicos y humanos.

6. **Propuesta de plan de mejora.**

   Con base a los resultados de los análisis anteriores, se elaborará un plan de mejora preliminar orientado a reducir la tasa de defectos, optimizar los recursos y fortalecer la calidad del producto liberado del área productiva. Las acciones propuestas podrán incluir ajustes de procedimientos, incorporación de controles de inspección o la implementación a nuevas prácticas operativas.

CAPÍTULO III. **DESARROLLO.**

En el Capítulo III se desarrolla la implementación de las propuestas definidas, en relación con los objetivos previamente establecidos de la empresa WINTEC. Esta sección corresponde a la materialización de lo planificado durante la etapa de Planear, ejecutada en la etapa de Hacer del ciclo PHVA. Se desarrollará los objetivos y los instrumentos que permiten recopilar los datos mediante los diagramas (que fueron explicados y definidos en el capítulo anterior) y que permitirán describir los resultados del estudio.

3.1. PROCESO PRODUCTIVO.

El proceso productivo de la empresa WINTEC comprende una secuencia de operaciones establecidas para el procesamiento de perfiles de aluminio, desde la recepción de la materia prima hasta el embalaje, para posteriormente ser despachadas a los talleres externos o el cliente final. La producción se rige con base a las órdenes de fabricación (OFA), indicadas y alineadas por el área de planificación.

A continuación, se presentan los procesos a gran escala, que están vinculados al alcance de la empresa WINTEC:

1. **Recepción de Materia Prima (Tiras perfiles de Aluminio), en área de corte.**

    - Verificación de documentación: Cantidad y composición del material con base a la solicitad de la OFA.
    - Inspección visual: Detección de defectos superficiales, deformaciones o daños de las tiras de perfiles.

2. **Corte de Perfiles.**

- Requerimiento dimensional: Cumplimiento de tolerancias según lo que indica control de calidad y lo que solicita la OFA.
- Control de equipos: Calibración y mantención de las sierras.
- Inspección post-corte: Verificación de medidas, color, cantidad, etc. Según OFA.

3. **Mecanizado (Perforación, Fresado, Retestado, etc.).**

- Mecanizado de perfiles dimensionados: Realizar los destajes según plano y OFAS.
- Programación CNC: Asegurar que los parámetros (velocidad, profundidad), sean los correctos.
- Control de calidad en proceso: Medición y verificación de los destajes que solicita según OFA.

4. **Manipulación de Perfiles de Aluminio.**

- Uso de equipos adecuados: Grúas, montacargas y transpaletas para evitar marcas y deformaciones en los perfiles de aluminio.
- Capacitación del personal: Inducción a técnicas de manejo seguro para evitar arrastres, golpes o caídas.

5. **Embalaje y entrega.**

- Protección en superficies críticas: Utilización de films en los extremos de los perfiles, y en los que no contengan su plástico protector según procedimiento.
- Identificación de perfiles liberados de producción: Identificar los perfiles procesados en producción señalizando la OFA.

3.1.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL ÁREA PRODUCTIVA.

Con base a la información recopilada y expuesta, se ha elaborado un diagrama de flujo de segundo nivel que se presentará a continuación. Proporciona una perspectiva comprensible y organizada de las diversas etapas de los flujos de trabajo, ofreciendo una representación detallada del proceso producto de la empresa WINTEC. Ilustra de manera práctica la secuencia y la interconexión de las actividades involucradas, con la finalidad de facilitar una comprensión del proceso, desde el Despacho de la materia prima hasta el Despacho a los talleres externos.

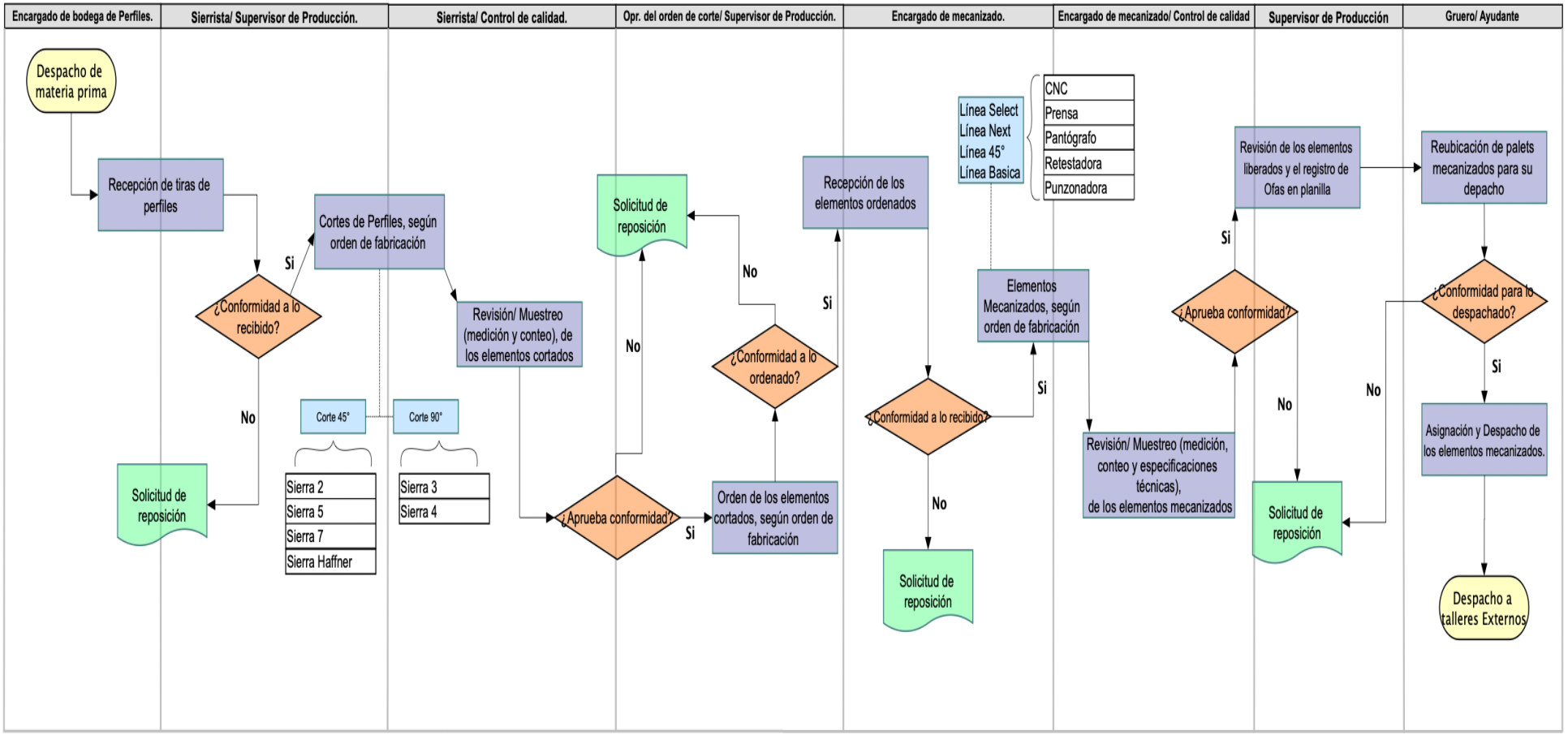


Figura 3.1. Diagrama de flujo de segundo nivel del área productiva de la empresa WINTEC.
Fuente: elaboración propia con base al análisis realizado en el área productiva de la empresa WINTEC.

A continuación, se describe el Diagrama de Flujo, representando en forma detallada las etapas del proceso productivo, los responsables de cada actividad, los registros y evidencias asociadas, así como también los criterios establecidos para su revisión y control.

	Paso	Proceso	Responsable	Registros / Evidencias	Criterios de revisión
CORTE	1	**Despacho de perfiles**	Encargado de bodega de Perfiles	Parte de consumo de la materia prima	
		Entrega de la materia prima (tiras de perfiles), al área de corte.			
	2	**Recepción de perfiles**	Operario de sierra	Parte de consumo de la materia prima	
		Recibir tiras de perfil según programa de planificación. Dar conformidad.			
	3	**Verificación inicial**	Operario de sierra/ Supervisor de producción	Orden de fabricación	• Inspección visual. • Todas las tiras de perfiles. • Cantidad, color, tipo de perfil y numero de OPT.
		Inspeccionar materia prima con basen a los criterios. Dar conformidad			
	4	**Ajuste de sierra y ejecución de Corte**	Operario de sierra	Check-list de sierra/ Optimización de corte	• Muestreo de los distintos elementos que componen la OFA. • 1 de cada 20 elementos cortados. • Cantidad, color, medida y tipo de perfil.
		Ajustar parámetros y ejecutar corte de elementos según optimización de corte. Realizar muestreo con base a los criterios.			
	5	**Revisión y muestreo de Corte**	Operario de sierra/ Técnico de Control de calidad	Informe de ensayo de muestras	• Revisión de los distintos elementos que componen la OFA. • 1 de cada 10 elementos cortados. • Cantidad, color, medida y tipo de perfil.
		Tomar muestra de perfiles cortados y verificar según criterios. Dar conformidad.			
	6	**Liberación de piezas**	Operario de sierra	Orden de fabricación	
		Una vez aprobada la conformidad, despachar las piezas al siguiente proceso. Palets asignados con su identificación y cinta ROJA.			
ORDEN	7	**Orden del corte**	Operario del Orden de corte/ Supervisor de producción	Orden de fabricación	• Orden y revisión de los elementos por OFA. • 1 de cada 5 elementos cortados. • Cantidad, color, medida y tipo de perfil.
		Orden del material cortado con base a la OFA y criterios. Se dejan los bultos identificados por de número OFA. Dar conformidad.			

MECANIZADO	8	**Recepción de los elementos Ordenados**	Encargado de mecanizado	Orden de fabricación	• Revisar los elementos ordenados. • Todos los elementos que componen la OFA. • Cantidad, color, tipo de perfil y numero de OFA.
		De los elementos ordenados, dar conformidad con base a los criterios para empezar su mecanizado.			
	9	**Mecanizado de los elementos Ordenados**	Encargado de mecanizado	Check-list de OFA	• Muestreo de los elementos que se solicitan mecanizado. • 1 de cada 10 elementos realizar muestreo. • Cantidad, medida y destajes según especificación técnica.
		Destaje de los elementos con base a la OFA, según el programa de producción y los criterios. Se dejan los bultos identificados por OFA.			
	10	**Revisión y muestreo de lo mecanizado**	Encargado de mecanizado/ Técnico de Control de Calidad	Orden de fabricación y Che-list de OFA	• Revisión de los elementos que solicitan mecanizado. • Todos los elementos que componen la OFA. • Cantidad, medida, color y destajes según especificación técnica.
		Revisar y tomar muestras de los perfiles mecanizados con base a los criterios. Dar conformidad.			
	11	**Revisión de los elementos liberados**	Supervisor de producción	Orden de fabricación	• Revisión y/o muestreo de los elementos liberados de producción. • Todos los elementos que componen la OFA. • Cantidad, medida, color y destajes según especificación técnica.
		Revisar los elementos liberados de Mecanizado con base a los criterios, dando conformidad. Palets asignados con su identificación y cinta VERDE.			
	12	**Ingreso de Ofas en planilla**	Supervisor de producción	Orden de fabricación/ Planilla Excel	
		Registrar OFAS en planilla para su control. Entrega de las OFAS a planificación			
	13	**Reubicación de palets mecanizados**	Gruero	Identificación de palets	
		Palets mecanizados reubicados listos para el despacho a los talleres externos.			
	14	**Asignación y Despacho de elementos mecanizados**	Gruero/ Ayudante	Picking/ Orden de fabricación/ Fotografía de lo despachado	• Inspección visual. • Todos los elementos que componen la OFA. • Color, cantidad, tipo de elementos y palets identificado (nombre del taller y numero de OFA).
		Según la solicitud de despacho: los elementos son asignados e identificados, se realiza ultima inspección con base a los criterios y se despachan a los talleres externos.			

Tabla 3.1. Descripción del Diagrama de Flujo de la empresa WINTEC.
Fuente: Elaboración propia, con base al análisis realizado al Diagrama de flujo de la empresa WINTEC.

3.1.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ÁREA PRODUCTIVA DE LA EMPRESA WINTEC.

Se presenta un análisis descriptivo del Scrap de la empresa WINTEC. Enfocado en los costos y cantidades, información recopilada por el área productiva y planificación.

A continuación, se presenta una tabla resumen de los defectos percibidos en el área productiva, entre el periodo de febrero a julio del año 2025.

DEFECTOS	COSTO	CANTIDAD
DEVOLUCIONES	$ 85.401	63
MAL CORTADO	$ 973.170	8134
MAL MECANIZADO	$ 726.692	2218
NO LLEGAN A TALLER	$ 302.009	3488
PERFIL RAYADO - ABOLLADO	$ 1.308.974	4081
REPARACIONES BALMACEDA	$ 27.374	40
REPARACIONES INTERNAS	$ 20.961	72
TOTAL	**$3.500.579**	**18096**

Tabla 3.2. Tabla resumen de los defectos percibidos del área productiva.
Fuente: Elaboración propia, fundamentado por la base de datos del área productiva. Periodo Febrero a Julio del año 2025.

Se exhibe tabla estándar para la justificación de la dispersión, donde se clasifica desde una baja dispersión hasta una dispersión extrema.

Rango de CV (%)	Clasificación de dispersión	Interpretación académica y operativa
0% – 15%	**Baja dispersión**	Datos homogéneos, procesos estables, control operativo sólido
15% – 30%	**Dispersión moderada**	Variabilidad aceptable, ajustes menores pueden mejorar consistencia
30% – 50%	**Alta dispersión**	Procesos heterogéneos, requiere revisión y segmentación
> 50%	**Dispersión extrema**	Presencia de outliers o errores, requiere auditoría urgente

Tabla 3.3. Ponderación de la dispersión.
Fuente: Elaboración propia, con base a los datos del análisis descriptivo.

➢ TENDENCIAS CENTRALES DE LOS COSTOS DEL ÁREA PRODUCTIVA.

COSTOS	
Media	1907,5
Error típico	20,4
Mediana	1773,0
Moda	1503,0
Desviación estándar	868,3
Varianza de la muestra	753916,5
Rango	6673,5
Mínimo	423,0
Máximo	7096,5
Suma	3445002,0
Cuenta	1806,0

Tabla 3.4. Análisis descriptivo de los costos asociados de los defectos percibidos del área productiva.
Fuente: Elaboración propia, periodo Febrero a Julio del año 2025.

COEFICIENTE DE VARIACIÓN	
Media	1907,5
Desviacion estándar	868,3
CV	45,52%

Tabla 3.5. Coeficiente de variación del análisis descriptivo.
Fuente: Elaboración propia, con base a la tabla 3.3.

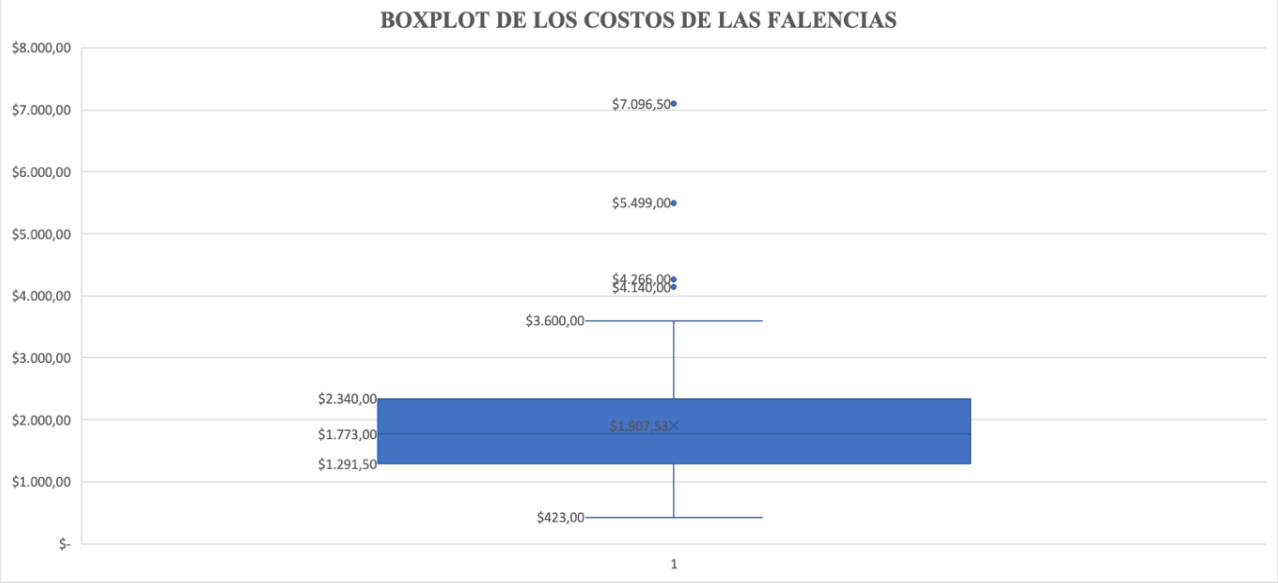


Gráfico 3.1. Boxplot de los costos de las falencias por unidad del área productiva de la empresa WINTEC.
Fuente: Elaboración propia, con base a los datos obtenidos del área productiva.

- **ANÁLISIS DE LA TENDENCIA CENTRAL.**

La media es superior a la mediana, por ende, indica una asimetría positiva en la distribución; existen valores altos que elevan el promedio. La moda es aún menor, lo que sugiere que el valor más frecuente está por debajo del promedio, reforzando la presencia de outliers altos. La desviación estándar y el rango son elevados, lo que evidencia una dispersión significativa entre los registros.
El Coeficiente de Variación de 45.52% ubica la variable en el rango de alta dispersión (según tabla 3.3.), lo que justifica una revisión operativa y la segmentación por categoría.

- **ANÁLISIS DEL GRÁFICO BOXPLOT.**

El gráfico se divide en cinco puntos clave:

- Mínimo: $423,00
- Primer cuartil (Q1): $1291,50
- Mediana: $1907,53
- Tercer cuartil (Q3): $2340,00
- Máximo: $7096,50
- Rango Intercuartílico (IQR): $1049,00

El análisis boxplot muestra que el costo mínimo registrado es de $423, reflejando casos de menor impacto. El primer cuartil (Q1) está en $1.291, lo que significa que el 25% de los costos se concentran por debajo de ese valor y el tercer cuartil (Q3) de $2.340 indica que el 75% de los costos están por debajo de ese nivel. El máximo, de $7.096, corresponde a casos críticos o excepcionales que elevan la variabilidad.
Finalmente, el rango intercuartílico (IQR = $1.049) evidencia una dispersión significativa en la zona central, mostrando que los costos presentan diferencias importantes entre sí y deben ser mitigados.

3.1.3. ANÁLISIS PARETO DE LOS DEFECTOS EN EL ÁREA PRODUCTIVA.

Este análisis evidencia que, dentro del procesamiento de perfiles en la empresa WINTEC, existen diversas causas que inciden directamente en el aumento de las devoluciones proveniente de la empresa en si, como también de los clientes internos y externos. Al examinar la frecuencia con la que se repiten los defectos identificados, se observa un patrón recurrente que permite entender con mayor claridad los principales puntos críticos del proceso. Esta tendencia se presenta a continuación.

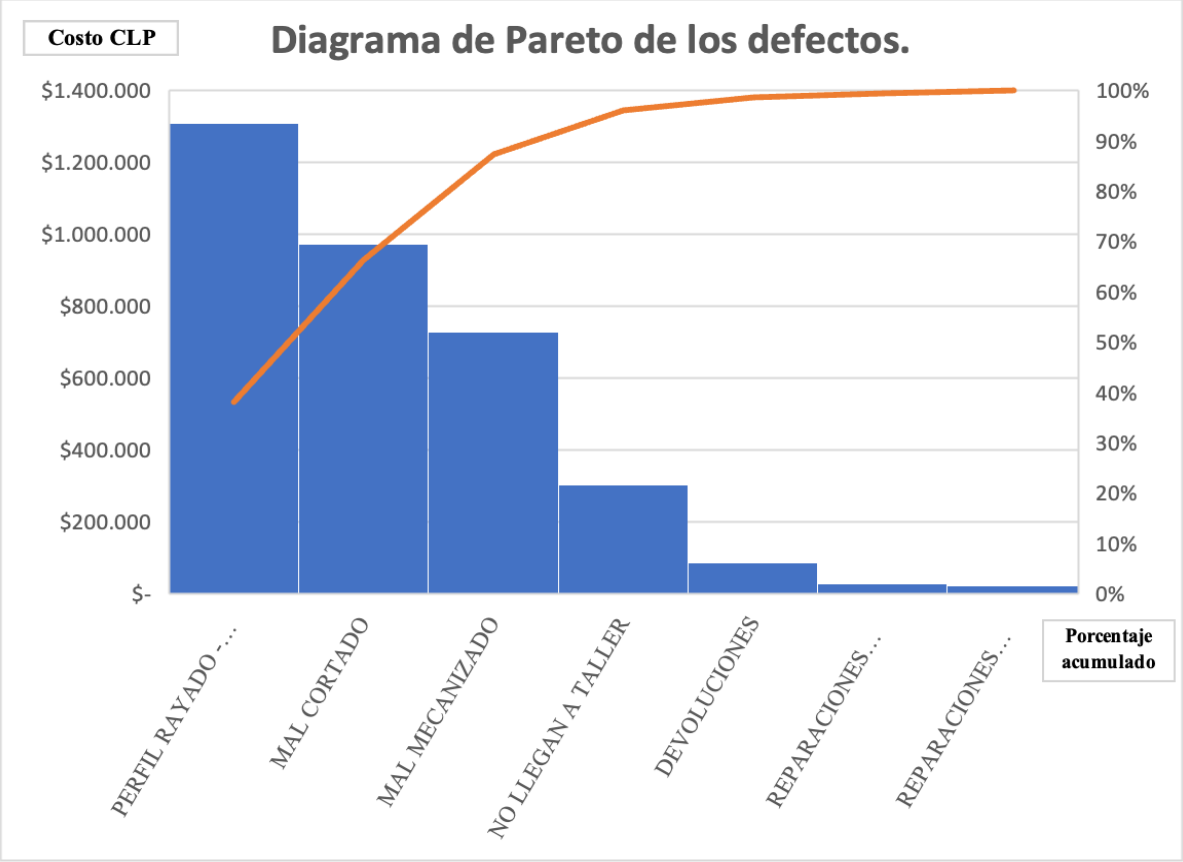


Gráfico 3.2. Costos de defectos, entre el periodo de febrero a julio del año 2025.
Fuente: Elaboración propia, con base a la tabla 1.2.

A continuación, se presenta la priorización de los defectos presente en el área productiva y resultado del diagrama de Pareto (Gráfico 3.2.).

Posición en Pareto	Tipo de defecto	Frecuencia relativa (%)	Interpretación operativa
1°	PERFIL RAYADO/ ABOLLADO	35%	Principal causa de pérdida económica
2°	MAL CORTADO	23%	Segunda causa crítica
3°	MAL MECANIZADO	18%	Tercera causa relevante
4°	NO LLEGA A TALLER	12%	Impacto moderado
5°	DEVOLUCIONES	7%	Impacto marginal
6° y 7°	REPARACIONES (x2)	5%	Repetición indica dispersión operativa

Tabla 3.6. Priorización de los defectos presentes en el área productiva.
Fuente: Elaboración propia, con base al resultado del diagrama de Pareto.

Dentro del diagrama de Pareto, el defecto con mayor incidencia en sus costos es el "*Perfil Rayado y Abollado"*, se posiciona en el primer lugar de la tabla 3.6 (imágenes referenciales ANEXO 3). Concentrando el mayor costo individual y contribuyendo significativamente al 80% acumulado en pérdidas.

Este hallazgo justifica su priorización como variable central de análisis en el presente trabajo de título. El *Rayado y Abollado de perfiles* no solo incrementa los costos operativos por los reprocesos y desperdicio de material, sino también afecta la percepción de calidad y la competitividad comercial de la organización, por lo tanto, se propone la identificación de las causas raíz.

3.1.4. ANÁLISIS DIAGRAMA DE ISHIKAWA.

A partir del Diagrama de Ishikawa para el defecto "*Perfil Rayado y Abollado",* revela un conjunto de factores que contribuyen al defecto más costoso y de mayor relevancia. A través de un análisis estructurado, se identifican las seis categorías: Máquina, Mano de Obra, Material, Método, Medio Ambiente y Medición.

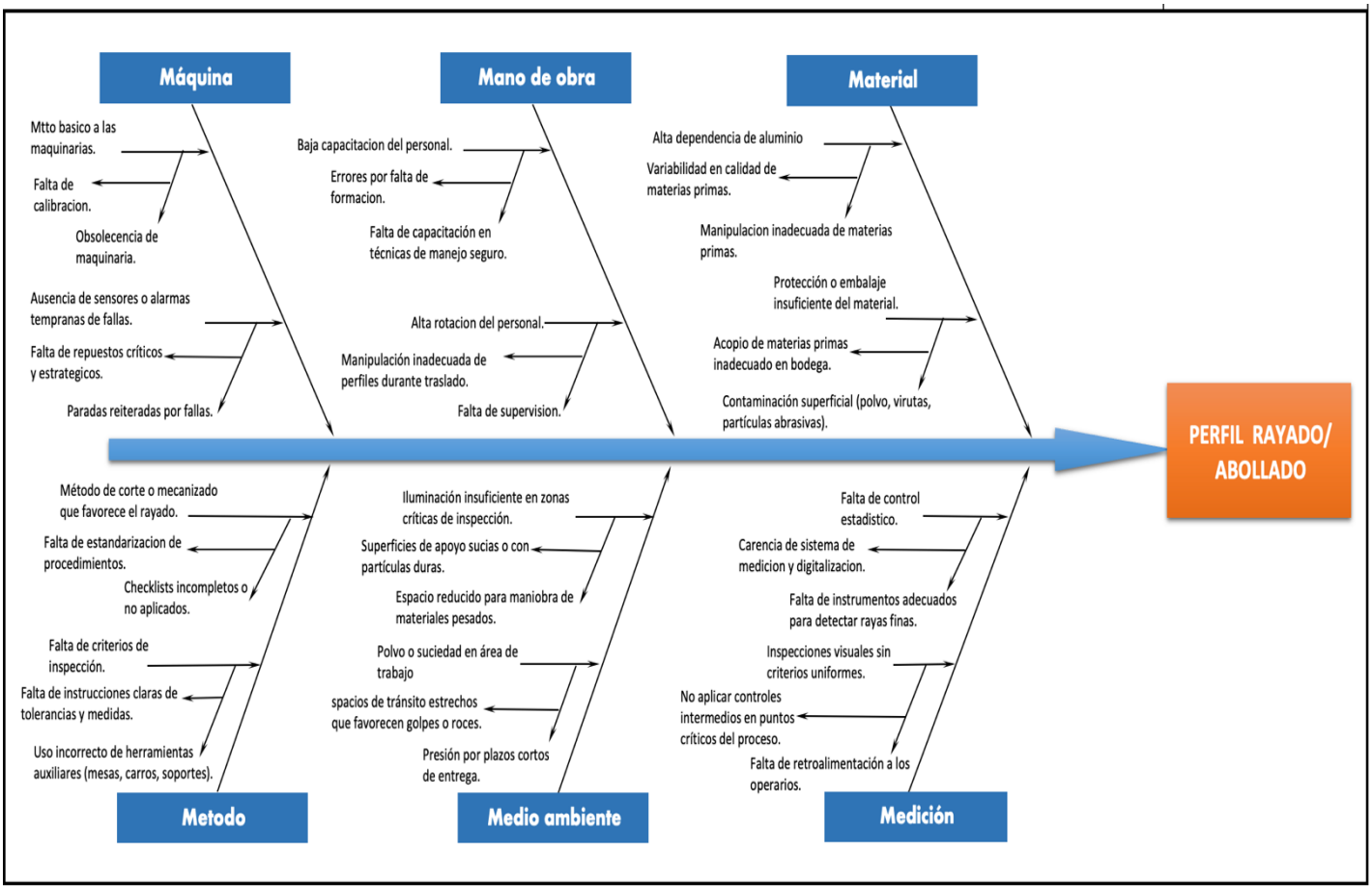


Figura 3.2. Diagrama de Ishikawa para el defecto "Perfil Rayado y Abollado*"*.
Fuente: Elaboración propia, con base al análisis de la empresa WINTEC en las visitas programadas.

Categoría	Causas Identificadas	Descripción / Evidencia	Impacto en el Defecto
Máquina	• Falta de calibración	Equipos antiguos y con calibración insuficiente generan vibraciones, roces o apoyos inestables que facilitan rayas superficiales.	Medio
	• Obsolescencia de maquinaria		
	• Ausencia de sensores o alarmas tempranas		
	• Paradas recurrentes por fallas		
Mano de obra	• Baja capacitación del personal	Se identificó variabilidad en las prácticas de manipulación y rotación frecuente de personal, aumentando el riesgo de golpes o fricción en perfiles.	Alto
	• Errores por falta de formación		
	• Manipulación inadecuada durante el traslado		
	• Falta de supervisión		
Material	• Variabilidad en la calidad del aluminio	Perfiles llegan con contaminación o sin protección adecuada, provocando rayado durante el mecanizado o corte y en su traslado.	Medio
	• Manipulación inadecuada de materia prima		
	• Embalaje insuficiente		
	• Contaminación superficial (polvo, virutas)		
Método	• Procedimientos no estandarizados	La ausencia de POE formales genera diferencias en la ejecución, y el método de corte como el de mecanizado puede dejar microdefectos.	Alto
	• Falta de criterios de inspección		
	• Uso incorrecto de herramientas auxiliares		
	• Métodos de corte que favorecen el rayado		
Medio ambiente	• Iluminación insuficiente en inspección	El entorno físico desfavorable aumenta el riesgo de contacto accidental con superficies contaminadas o poco visibles.	Alto
	• Polvo y suciedad en área de trabajo		
	• Espacios reducidos que favorecen roces		
	• Presión operacional		
Medición	• Falta de control estadístico	Fallas superficiales no se detectan a tiempo y llegan a etapas avanzadas, generando retrabajos o rechazo del producto.	Medio
	• Carencia de instrumental para detectar rayas finas		
	• Inspecciones visuales sin criterios uniformes		
	• No aplicar controles intermedios		

Tabla 3.7. Impacto del diagrama de Ishikawa para el defecto *"Perfil Rayado y Abollado"*.
Fuente: Elaboración propia, con base a la figura 3.2.

El diagrama Ishikawa elaborado para el defecto *Perfil Rayado y Abollado*, confirma que la causa raíz no proviene de un solo factor, sino que es el resultado de la interacción de varias categorías del proceso productivo. Se identificó que las causas potenciales se concentran en las categorías: *Método, Mano de obra y Medio ambiente*, lo que indica, que el origen del problema responde a fallas operativas y de estandarización más que a aspectos técnicos.

En la categoría *Método* se observan deficiencias como la ausencia de procedimientos estandarizados, checklist incompletos, uso incorrecto de herramientas, y técnicas de corte y mecanizado que aumentan la probabilidad del perfil rayado y abollado, generando una alta variabilidad por la forma de ejecutar las operaciones.

En cambio, la categoría *Medio ambiente* se evidencia condiciones que favorecen la ocurrencia del defecto, tales como superficies de apoyo en malas condiciones y no aptas para su función, áreas de tránsito estrechas, suciedad acumulada y deficiencias en la iluminación en zonas de inspección o trabajos. Estas condiciones facilitan las rayaduras y los golpes durante el flujo de material.

Por último, la categoría *Mano de obra* se presentan causas relacionadas con la falta de capacitación en técnicas de manipulación segura, la rotación del personal, errores por falta de formación y una supervisión deficiente durante el transporte interno como el externo. Dado que el perfil de aluminio requiere una manipulación manual frecuente, cualquier desvío en los métodos de agarre, traslado o de posicionamiento se convierte en un factor crítico.

En síntesis, una parte significativa del problema se origina en la manipulación inadecuada de los perfiles de aluminio por la falta de competencias operativas estandarizadas.

3.1.5. ANÁLISIS 5 ¿POR QUÉ?

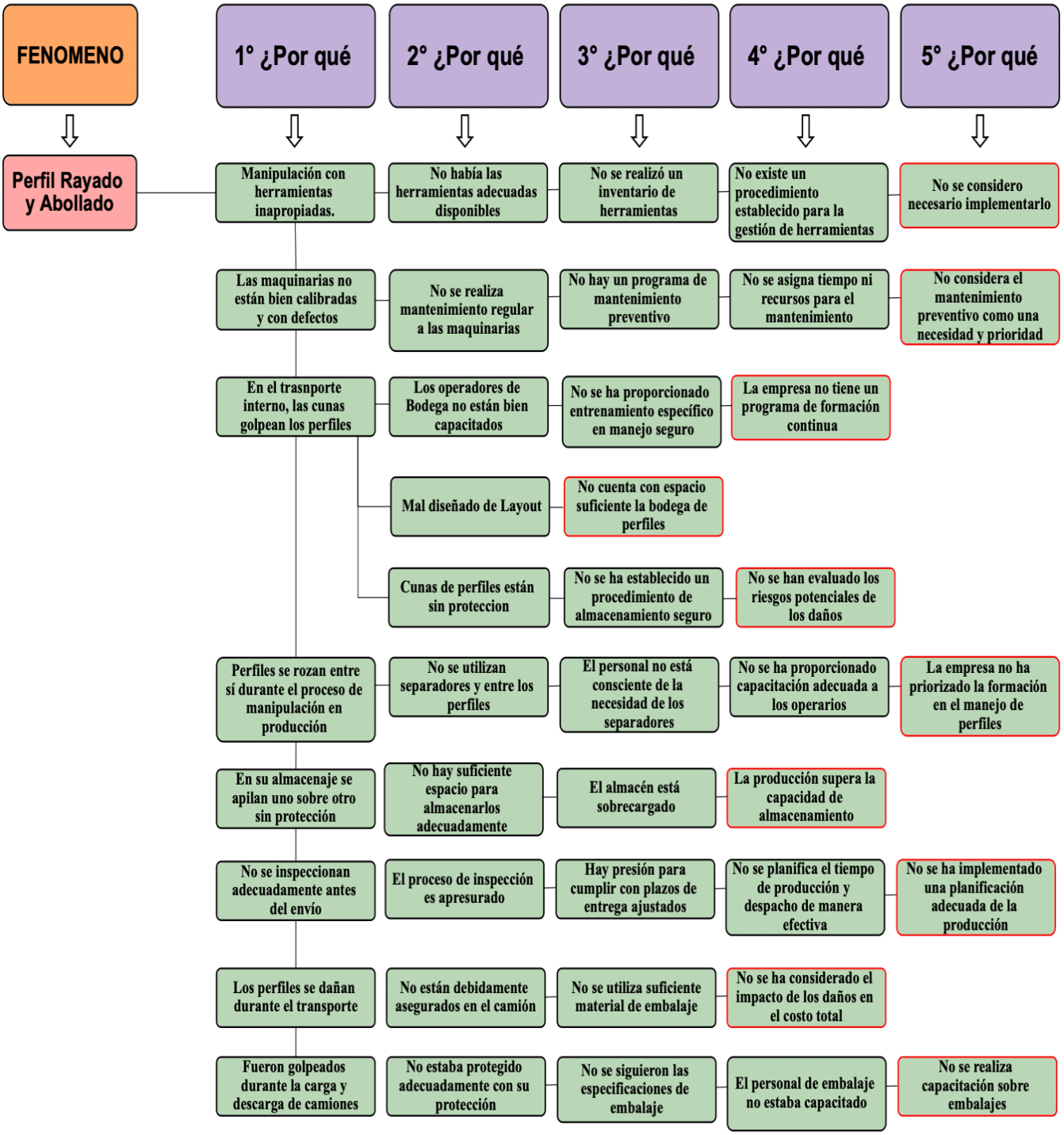


Figura 3.3. 5 ¿Por qué? Del defecto "*Perfil Rayado y Abollado*".
Fuente: Elaboración propia, con base al análisis de la empresa WINTEC y de la tabla 3.7.

El análisis de los 5 ¿por qués? permitió identificar las causas raíces asociadas al defecto de perfil rayado y abollado, especificando aun más el que el diagrama de Ishikawa.
A continuación, se presenta una interpretación de la tabla 5 porqués.

1. **Deficiencias en el uso de herramientas y manipulación del material.**

El primer porqué revela que el rayado y abollado de los perfiles de aluminio se produce principalmente por el uso de herramientas inapropiadas o en mal estado. Al profundizar el análisis se muestra:

- No existe inventario ni control de las herramientas.
- No hay procedimientos formales para su gestión.
- No se considera la implementación de dichas prácticas como una prioridad.

La organización presenta una falta de estandarización y de control operativo, lo cual genera una manipulación deficiente y expone los perfiles de aluminio al daño en su transporte interno como externo.

2. **Mantenimiento insuficiente y maquinarias defectuosas.**

Otra causa relevante identificada son las maquinarias utilizadas en el proceso productivo, ya que, presentan descalibraciones y fallas, lo que incrementa la probabilidad de generar rayas o abolladuras. Al aplicar los 5 porqués, se identifica:

- No hay mantenimiento preventivo formal.
- No se asignan recursos ni tiempo específicos para el mantenimiento.
- La empresa no tiene como prioridad el mantenimiento preventivo y tampoco como una necesidad estratégica.

Existe una deficiencia en la gestión de mantenimiento en la empresa, donde predomina un enfoque reactivo antes que preventivo. Esto constituye directamente a generar defectos que afectan la calidad del perfil producido en las maquinarias.

3. **Escasa capacitación del personal y errores de manipulación.**

El análisis identifica el daño a los perfiles de aluminio provenientes del manejo incorrecto por parte del personal involucrado. Al indagar:

- Los operadores y bodegueros no han recibido capacitación adecuada.
- No se han evaluado los riesgos en las etapas operativas.
- La formación del personal no se ha priorizado de la empresa.

Se evidencia una brecha significativa en competencias operativas, producto de la ausencia de programas de formación estructurado. Esto repercute directamente en la manipulación, transporte, inspección y embalajes de los perfiles de aluminio.

4. **Deficiencia en el diseño del layout y problemas de almacenamiento.**

El análisis también muestra que el almacenamiento y flujo interno contribuyen al defecto:

- El layout está mal diseñado.
- No existe suficiente espacio en las bodegas de la empresa.
- No hay procedimientos seguros de almacenamiento.

El entorno físico y la infraestructura presentan limitaciones que generan fricción, golpes y presión indebida sobre los perfiles de aluminio, lo cual incrementa los daños superficiales. El diseño actual no responde a los requerimientos de flujo, volumen y de protección de los materiales.

5. **Insuficiencia en los procesos de inspección, embalaje y del control final.**

Por ultimo, otra causa significativa es la falta de regurosidad en la inspección y en el emnbalaje:

- No hay criterios definidos en la inspección.
- Se trabaja bajo presión por los plazos de entrega.
- No se capacita adecuadamente al personal involucrado en el proceso.

El sistema de control de calidad presenta fallas en sus etapas finales, afectado por la falta de estandarización y la presión operativa. Esto permite que los perfiles de aluminio dañados avancen en el proceso y lleguen al cliente.

En conclusión, esto confirma que la causa raiz del problema no es aislada ni puntual, sino más bien un conjunto de fallas organizacionales y operativas que contribuyen simultáneamente al daño del producto final. Por lo tanto, la solución requiere un enfoque integral, incorporando mejoras en procedimientos, en la infraestructura, capacitaciones y en el control de calidad.

CAPÍTULO IV. **ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

Con base al estudio efectuado mediante el Diagrama de Ishikawa y la técnica de los 5 ¿Por qué?, se identificaron causas raíz asociadas principalmente a *Métodos, Mano de Obra, Materiales, Medio Ambiente* y *Máquinas*. A partir de esta información, se desarrolló un conjunto de propuestas de mejoras orientadas a reducir la recurrencia del defecto *Perfil rayado y/o abollado,* optimizar la eficiencia operativa y mejorar la gestión de la calidad en la empresa WINTEC.

4.1. PROPUESTAS DE MEJORAS.

A continuación, se presentan diversas propuestas aplicadas, que están diseñadas para actuar simultáneamente a lo largo del flujo productivo.

4.1.1. IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA PARA LA INSPECCIÓN Y EL CONTROL ESTANDARIZADO.

Establecer un sistema de inspección visual obligatorio y documentado a cada proceso, utilizando un checklist estandarizado que incluya criterios dimensionales, longitud, cantidad, color y el estado superficial del perfil.

- **Justificación Técnica:** El Diagrama de Ishikawa identificó fallas en el control final y ausencia de criterios similares, lo que permite que unidades defectuosas avancen a etapas posteriores y así mitigar el aumento de reprocesos.

- **Acciones Aplicadas:**
    - Crear checklist digital o físico con criterios de aceptación visuales y con los estándares de calidad.
    - Capacitar al personal sobre el uso del checklist.
    - Realizar doble control en perfiles que son críticos.
    - Asegurar la trazabilidad de los resultados según OFA.

- **Impacto Esperado:** Disminución de perfiles defectuosos que llegan al cliente interno y externo, estandarización de los procesos y fortalecimiento de la trazabilidad.

4.1.2. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN OPERATIVA EN LA MANIPULACIÓN DE PERFILES DE ALUMINIO.

Desarrollar un programa continuo de formación dirigido a todos los actores involucrados en la manipulación de perfiles: operadores, supervisores y personal nuevo. Estará orientado a la correcta manipulación, traslado y protección de los perfiles de aluminio.

- **Justificación Técnica:** El análisis realizado de los 5 ¿Por qué?, identificó la falta de capacitación como causa raíz de las rayas y abolladuras por la manipulación errónea de los perfiles de aluminio.

- **Acciones Aplicadas:**
  - Reuniones prácticas sobre la manipulación de perfiles.
  - Entrenamiento en el uso correcto de herramientas y protecciones.
  - Material visual en las estaciones de trabajo.
  - Evaluaciones periódicas de desempeño.

- **Impacto Esperado:** Mejoramiento en la estandarización operativa, reducción de daños derivados por errores humanos y fortalecimiento de la cultura de calidad.

4.1.3. ESTANDARIZACIÓN DE HERRAMIENTAS Y LA CREACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE EQUIPOS.

Implementar un inventario y control formal de herramientas críticas que son utilizadas en el proceso de corte, mecanizado, armado y la manipulación de perfiles de aluminio.

- **Justificación Técnica:** El Diagrama de Ishikawa señaló que el uso de herramientas desgastadas y las no adecuadas son las responsables de generar impactos en los perfiles de aluminio, tales como abolladuras y rayas.

- **Acciones Aplicadas:**
  - Registro de herramientas con código, estado y fecha de revisión.
  - Procedimiento de inspección antes de usarlas.
  - Reemplazo inmediato de herramientas dañadas.
  - Responsable asignado.

- **Impacto Esperado:** Reducción de las fallas por herramientas inadecuadas, menor variabilidad en las operaciones y el aumento de la vida útil de las herramientas y equipos.

4.1.4. IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS CRÍTICOS.

Diseñar y ejecutar un plan de mantenimiento preventivo para las sierras, matrices, pantógrafos, CNC, mesas de armado y en los equipos de transporte interno.

- **Justificación Técnica:** En el análisis de ¿5 por qué? evidenció que la mayor parte del mantenimiento es reactivo, generando descalibraciones y deterioro de los equipos utilizados en el proceso; que producen daños directos en los perfiles de aluminio.

- **Acciones Aplicadas:**
  - Calendario mensual de inspecciones y ajustes.
  - Checklist de verificación del estado de los equipos y en la presión de sujeción.
  - Registro de las mantenciones ejecutadas.
  - Auditorías internas semestrales.

- **Impacto Esperado:** Mayor confiabilidad del proceso, menor variabilidad dimensional y la disminución de los defectos provocados por descalibraciones y los equipos en mal estado.

4.1.5. REDISEÑO DEL LAYOUT EN LAS ÁREAS INVOLUCRADAS Y MEJORAS EN EL ALMACENAMIENTO.

Optimizar el espacio de tránsito y la manipulación mediante la mejora del layout, incorporando puntos de apoyo con protecciones e implementando racks que eviten el contacto directo entre los perfiles de aluminio y otras superficies.

- **Justificación Técnica:** La categoría *Medio Ambiente* del Diagrama de Ishikawa evidenció problemas de espacios reducidos, interferencias y zonas de alto riesgo que provocan la fricción y golpes en los perfiles de aluminio.

- **Acciones Aplicadas:**
  - Señalización de rutas internas para un desplazamiento seguro.
  - Reorganización de zonas de almacenamiento para evitar acumulaciones.
  - Instalación de protecciones en mesas de apoyos y equipos involucrados.
  - Creación de áreas limpias y despejadas exclusivas para los perfiles de aluminios procesados.

- **Impacto Esperado:** La disminución de roces ocasionales, mejor fluidez operacional y la mitigación de deformaciones, rayaduras y abolladuras por malas prácticas en el apilado.

4.1.6. MEJORAS EN EL SISTEMA DE EMBALAJE Y PROTECCIÓN PARA EL TRANSPORTE INTERNO Y EXTERNO.

Estandarizar el embalaje durante y la etapa final del proceso, mediante materiales de protección adecuadas: Separadores, espumas, cantoneras y films.

- **Justificación Técnica:** El Diagrama de Ishikawa indicó que existen deficiencias en el embalaje, lo que permitía desplazamientos y golpes durante el transporte interno y externo.

- **Acciones Aplicadas:**
  - Definir un estándar de embalaje por línea de productiva.
  - Capacitar a operarios de bodega y de despacho.
  - Implementar controles aleatorios a embalajes.

- **Impacto Esperado:** Reducción de daños provocados durante el procesamiento de los perfiles de aluminio, embalaje y despacho.

4.2. JUSTIFICACIÓN EN LA ELECCIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA PARA LA APLICACIÓN DEL *METODO A3*.

Se presenta la justificación a la propuesta "PROGRAMA DE CAPACITACIÓN OPERATIVA EN LA MANIPULACIÓN PERFILES DE ALUMINIO".
Como propuesta seleccionada dentro del método A3, responde directamente al análisis realizado mediante el Diagrama de Ishikawa y en el análisis de ¿5 por qué?, donde la categoría *Mano de Obra* se identificó como una de las causas raíz más influyentes del defecto *"Perfil Rayado y/o Abollado"*.

El análisis evidenció que una parte de los daños se originaban por:

- Manipulación inadecuada de los perfiles de aluminio.
- Falta de conocimiento en el uso de herramientas de sujeción y protección.
- Ausencia de criterios sobre cómo cargar, trasladar y apoyar los perfiles de aluminio.
- Variabilidad en los métodos de trabajo entre las líneas productivas y los operadores.
- Rotación del personal sin capacitación inicial estructurada.

Estas causas fueron recurrentes en las categorías *Mano de Obra, Método y Medio Ambiente;* que tuvieron un alto impacto en el Diagrama de Ishikawa y se confirmaron como causa raíz en el análisis de ¿5 por qué?, concluyendo que la insuficiente formación técnica de personal influye en forma directa en la generación de rayas, golpes y deformaciones durante la manipulación de los perfiles de aluminio.

En síntesis, se considera esta propuesta por:

1. **Aborda una causa raíz prioritaria.**
   La capacitación tiene un impacto directo a la variabilidad humana, que representa uno de los focos principales del defecto.

2. **Genera resultados de alto impacto y de bajo costo.**

   A diferencias de las otras propuestas con requerimientos de inversión, una capacitación bien diseñada ofrece un retorno eficaz y sostenible a un bajo costo.

3. **Aumenta la estandarización de los procesos.**

   Permite que todo el personal aplique las mismas técnicas y competencias operativas, reduciendo las diferencias entre líneas productivas.

4. **Facilita el cambio cultural hacia la calidad y se complementa hacia otras mejoras.**

   Construye hábitos y la capacitación del personal fortalece la responsabilidad operativa, asegurando la correcta ejecución de SOPs (Procedimientos Operativos Estándar), controles y medidas preventivas.

Por estas razones, la propuesta seleccionada se posiciona como la acción más estratégica, costo-efectiva y que está directamente alineada con la causa raíz identificada, justificado plenamente para integrarse al método A3.

4.3. APLICACIÓN DEL MÉTODO A3.

1. TÍTULO.

Reducción del defecto *Perfil Rayado y/o Abollado* mediante la implementación de un programa de capacitación operativa en la Manipulación, Almacenamiento y Traslado Seguro de Perfiles de Aluminio.

2. CONTEXTO.

La empresa WINTEC presenta un nivel significativo de reprocesos y perdida de material originado por del defecto *Perfil Rayado y/o Abollado* con un costo total de $1.308.974. Este problema ha sido priorizado debido a su alta frecuencia y su impacto económico en los costos directos.

En la aplicación del método A3 busca evidenciar que una de las causas principales del problema no está asociada exclusivamente a *Maquinaria* o *Materiales*, sino a factores humanos y metodológicos, específicamente a la falta de capacitación operativa y a las prácticas inadecuadas en la manipulación, almacenamiento y traslado.

Este análisis se enmarca dentro de una estrategia de mejora continúa orientada al fortalecimiento del sistema de gestión de la calidad y la eficiencia operativa.

3. SITUACIÓN ACTUAL.

En la actualidad, el proceso de manipulación de perfiles se realiza de manera no estandarizada, presentando las siguientes características:

- Diferencias en la forma de manipular, trasladar y apoyar los perfiles de aluminio entre líneas productivas y áreas.

- Operarios con una carente formación y sin capacitación formal documentada.
- Ausencia de criterios claros sobre buenas prácticas de manipulación.
- Incremento de defectos superficiales detectados en inspecciones finales.

Esta situación genera reprocesos, desperdicios de material y el no cumplimiento de las fechas establecidas por el área de planificación; afectando directamente el desempeño del proceso productivo.

4. OBJETIVOS.

- Objetivo General:

  Reducir en un 40% la ocurrencia del defecto *Perfil Rayado y/o Abollado* en un periodo de 6 meses, mediante la implementación de un programa estructurado de capacitación en la Manipulación, Almacenamiento y Traslado seguro de perfiles de aluminio.

- Objetivos Específicos.
  - Estandarizar las prácticas de la manipulación y traslado de perfiles de aluminio.
  - Asegurar que el personal involucrado en la manipulación de perfiles de aluminio reciba capacitación formal.
  - Disminuir la variabilidad operativa entre líneas productivas y áreas.
  - Fortalecer la cultura de calidad y la prevención de los defectos.

5. ANÁLISIS.

El análisis se realizó utilizando el Diagrama de Ishikawa y la técnica de los ¿5 por qué?, identificando las siguientes causas relevantes:

- **Principales hallazgos.**
    - *Mano de Obra:* Falta de conocimiento técnicos y buenas prácticas sobre la manipulación, almacenamiento y traslado seguro en los perfiles de aluminio.
    - *Método:* Inexistencia de procedimientos estandarizados.
    - *Medio Ambiente:* Condiciones que requieren mayor cuidado en la manipulación y almacenaje de perfiles de aluminio por espacios reducidos y no adecuados.

- **Causa Raíz.**

  La insuficiente capacitación operativa del personal en técnicas de manipulación, almacenamiento y traslado de perfiles de aluminio, lo que genera errores repetitivos y defectos en las áreas involucradas (producción, bodegas de almacenaje, talleres de ensamblaje y despacho).

6. CONTRAMEDIDAS.

Como contramedida principal se propone la implementación de un Programa de Capacitación Operativa, que contemple:

- Capacitación teórica sobre riesgos y defectos asociados.
- Entrenamiento practico en terreno (Gemba).
- Técnicas correctas de manipulación manual y mecánica.
- Procedimientos seguros de traslado interno.
- Buenas prácticas de almacenamiento.
- Material visual estandarizado en zonas críticas.
- Uso adecuado de protecciones y herramientas.
- Evaluación de competencias y registro de capacitación.

Estas contramedidas abarcan directamente la causa raíz identificada en el análisis.

7. PLAN DE ACCIÓN.

Etapa	Objetivo	Actividades Principales	Responsables	Plazo	Resultado Esperado
1. Diagnóstico Operativo	Identificar brechas de conocimiento y prácticas	Observación Gemba; entrevistas a operarios; identificación de puntos críticos; registro de prácticas incorrectas	Supervisores; Calidad	Semanas 1–2	Brechas operativas claramente definidas
2. Diseño del Programa	Diseñar capacitación alineada al proceso	Definición de contenidos; módulos teórico-prácticos; criterios de evaluación; validación del programa	RRHH; Calidad	Semanas 2–3	Programa formal documentado
3. Elaboración Material Visual	Facilitar estandarización y aprendizaje	Cartillas visuales; guías operativas; señalización en puntos críticos	Calidad	Semanas 3–4	Instrucciones visibles y estandarizadas
4. Capacitación Operativa	Transferir conocimientos y habilidades	Capacitación teórica; entrenamiento Gemba; demostraciones prácticas por área	Producción; Supervisores	Semanas 4–8	Personal formado y alineado
5. Evaluación de Competencias	Verificar aprendizaje y aplicación	Evaluación práctica individual; checklist por operario; retroalimentación	Supervisores; Calidad	Semanas 5–10	Competencias certificadas
6. Estandarización	Asegurar permanencia de buenas prácticas	Inclusión en inducción; refuerzos periódicos; actualización anual	RRHH; Calidad	Meses 2–6	Prácticas sostenibles
7. Seguimiento y Mejora Continua	Medir efectividad del programa	Medición mensual de defectos; auditorías; reuniones de revisión PHVA	Calidad; Producción	Meses 3–6	Mejora continua consolidada

Tabla 4.1. Plan de acción del método A3 en seis meses.
Fuente: Elaboración propia, con base al análisis realizado para la ejecución del plan.

8. SEGUIMIENTO.

Para asegurar el cumplimento de los objetivos, se establecerá un sistema de seguimiento basado en indicadores y control:

- **Indicadores Claves (KPIs).**

1. $\frac{N° \ de \ perfiles \ Defectuosos}{Total \ de \ perfiles \ producidos} \ x \ 100$ ➡ Tasa total de perfiles Defectuosos

2. $\frac{N° \ de \ perfiles \ Abollados}{Total \ de \ perfiles \ defectuosos} \ x \ 100$ ➡ Tasa de perfiles Abollados

3. $\frac{N° \ de \ perfiles \ Rayados}{Total \ de \ perfiles \ defectuosos} \ x \ 100$ ➡ Tasa de perfile Rayados

4. $\frac{N° \ de \ quejas \ por \ Defecto}{N° \ total \ de \ perfiles \ enviados} \ x \ 100$ ➡ Tasa de quejas de los talleres externos por defectos

5. $\frac{N° \ de \ personas \ capacitadas}{N° \ total \ de \ dotacion} \ x \ 100$ ➡ Tasa de personas capacitadas

- **Control y verificación.**
  - Revisión mensual de indicadores.
  - Auditorías internas de cumplimiento.
  - Ajustes al programa bajo el ciclo PHVA.

4.3.1. VALORIZACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN.

Se estima la valorización del plan acción en la tabla a continuación:

Etapa	Actividades Principales	Costo Estimado (CLP)	Tipo de Costo
1. Diagnóstico Operativo	Observaciones Gemba, entrevistas, levantamiento de brechas	**$240.000**	Mano de obra interna
2. Diseño del Programa	Diseño de contenidos, módulos y criterios de evaluación	**$360.000**	Mano de obra interna
3. Material Visual y Guías	Cartillas visuales, impresión, señalización	**$180.000**	Materiales
4. Capacitación Operativa	Capacitación teórica y práctica por área	**$600.000**	Mano de obra
5. Evaluación de Competencias	Evaluaciones prácticas individuales	**$200.000**	Mano de obra interna
6. Estandarización	Inducción a nuevos ingresos, refuerzos	**$120.000**	Mano de obra / material
7. Seguimiento y Mejora Continua	Auditorías, medición KPIs, reuniones	**$180.000**	Mano de obra interna

Tabla 4.2. Estimación de la valorización del plan de acción.
Fuente: Elaboración propia, con base a la estimación costos.

Concepto	Monto (CLP)
Costos de mano de obra interna	$1.700.000
Costos materiales y visuales	$180.000
Costo total estimado de implementación	**$1.880.000**

Tabla 4.3. Costos totales de la implementación del plan de acción, periodo de seis meses.
Fuente: Elaboración propia, estimación de costos.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES.

El presente trabajo de titulación abordó de forma integral la problémica de calidad identificada en la sucursal ubicada Peñaflor de la empresa WINTEC, enfocándose en la reducción del defecto más critico *Perfil Rayado y/o Abollado* en los perfiles de aluminio, el cual presentó el mayor impacto económico dentro del periodo analizado. A partir de un diagnóstico respaldado en evidencias cuantitativas, donde se registraron 18.096 defectos entre febrero y julio del año 2025.

En relación con el cumplimiento de los objetivos establecidos de diagnósticos, análisis y determinación de causas raíz fueron alcanzados plenamente mediante la aplicación de herramientas de gestión de calidad, como el Diagrama de Pareto, el Diagrama de Ishikawa y la técnica de los 5 Porqués, lo que permitió identificar los factores críticos asociados a las deficiencias en la capacitación, estandarización de procesos, manipulación, almacenamiento, mantenimiento y en el layout. También, se cumplió con el objetivo de diseñar una propuesta de mejora, centrada en la implementación de un programa de capacitación operativa y de medidas complementarias orientadas en la reducción del defecto en un 40% en un plazo de seis meses, respaldadas por la metodología A3.

Desde el punto de vista del aporte teórico, esta investigación contribuye a la aplicación práctica de la gestión de la calidad, demostrando que la formación operativa, la estandarización de procesos y la mejora en prácticas de manipulación y de mantenimiento pueden generar impactos significativos en la reducción de defectos cuando se integran bajo un enfoque sistemático de mejora continua. El estudio refuerza la importancia de vincular la teoría con la práctica mediante la implementación estructura de herramientas de calidad en entornos productivos reales.

En el impacto económico, la empresa WINTEC presenta perdidas de $12.020.926 anuales por costos de no calidad y una pérdida del defecto más crítico $1.308.974 en seis meses (equivalente a $2.617.948 anuales). Esta situación evidencia la necesidad de implementar acciones orientadas a la reducción de defectos y a la optimización de los procesos.
La propuesta de mejora considera una reducción del 40% del defecto más crítico en un periodo de seis meses, lo que permitiría generar un ahorro de $523.589 en dicho periodo y $1.047.179 en un año, reduciendo el costo anual de no calidad a $10.973.747. El costo de implementación del plan de acción asciende a $1.880.000, proyectándose un periodo de recuperación de la inversión cercano a 1 año con 8 meses, lo que demuestra que la iniciativa es económicamente factible y sostenible.

En síntesis, el presente trabajo ofrece una solución técnicamente fundamentada, económicamente viable y socialmente beneficiosa, con un alto potencial de impacto positivo en la reducción de defectos, la optimización de los costos de no calidad y el fortalecimiento de la competitividad organizacional. El principal desafío futuro radica en la validación cuantitativa de los resultados, la consolidación sostenida de las mejoras implementadas y la expansión estratégica del modelo a nivel de empresa, garantizando su permanencia en el tiempo y a la contribución al desarrollo productivo.

5.2. RECOMENDACIONES.

Se recomienda fortalecer la fase de Verificar del ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), mediante un seguimiento sistemático durante los seis meses posteriores a la implementación, con el fin de confirmar la reducción proyectada del 40% del defecto *Perfil Rayado y/o Abollado* y validar el ahorro estimado de $523.000 en dicho periodo. Este control debe sustentarse en indicadores claves de desempeño, tales como la tasa de defectos, el costo semestral de no calidad y el nivel de cumplimiento de los estándares operativos definidos en el plan de acción.

Posteriormente, en la etapa de Actuar, se sugiere ajustar y estandarizar las mejoras en función de los resultados obtenidos, asegurando la consolidación de las prácticas efectivas y la corrección de desviaciones detectadas. Además, se recomienda realizar una evaluación financiera periódica del plan de acción, considerando su costo de $1.880.000 y su impacto en la reducción de los $12 millones anuales en costos de no calidad, con el propósito de respaldar decisiones estratégicas respecto a la continuidad y optimización.

Finalmente, una vez validados los resultados, se propone reiniciar el ciclo PHVA mediante la Planificación de nuevas iniciativas de mejora y la replicación progresiva del modelo en otras áreas o sucursales, priorizando aquellas con mayor impacto económico. Este enfoque permitirá consolidar un sistema de mejora continua sostenible, fortalecer la cultura organizacional de calidad, maximizar la reducción estructural de las pérdidas asociadas a la no calidad y optar a la cerficicación de la ISO 9001.

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA.

1. Gutiérrez Pulido, H. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma* (3ª ed.). McGraw-Hill.

2. Juran, J. M., y Godfrey, A. B. (2001). *Manual de calidad de Juran* (5ª ed.). McGraw-Hill

3. Münch Galindo, L., & Pérez Angulo, M. A. (2022). *Calidad y mejora continua* (5ª ed.). Trillas.

4. Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2015). *Administración y control de la calidad* (9ª ed.). Cengage Learning.

5. Corporación de desarrollo tecnológico (2008). *Recomendaciones técnicas para la especificación de ventanas.* http://descargas.coreduc.cl/Recomendaciones_Tecnicas_para_la_Especificacion_de_Ventanas_CORFO.pdf

6. Ministerio de vivienda y urbanismo (2024). *Fija nuevo texto de la ordenanza general de la ley general de urbanismo y construcciones.* https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=8201

7. Rojas Gómez, C. E. (2017). *Propuesta de un sistema de gestión de calidad para una microempresa dedicada a la fabricación de productos en ensamblaje de vidrios y perfiles de aluminios* [Memoria de título, Universidad Técnica Federico Santa María]. Repositorio USM. https://repositorio.usm.cl/entities/tesis/a7e4738e-91dc-4555-8b38-73b83ff1f26d

8. SODAL (2024). *Historia de la Industria del Aluminio en Chile.* https://sodal.cl/blog/historia-de-la-industria-del-aluminio-en-chile/#

9. Mendoza Jaque, T. (2023). *Propuesta de mejora para reducir devoluciones en el área de producción en una empresa de elaboración de etiquetas* [Memoria de título, Universidad Técnica Federico Santa María]. Repositorio USM. https://repositorio.usm.cl/server/api/core/bitstreams/35320870-ccd9-465b-a4ed-bc965737f20b/content

10. WINTEC S.A. (2010). *Empresa fabricante y comercializadora de ventanas y puertas de aluminio, PVC y vidrio.* https://www.wintec.cl/

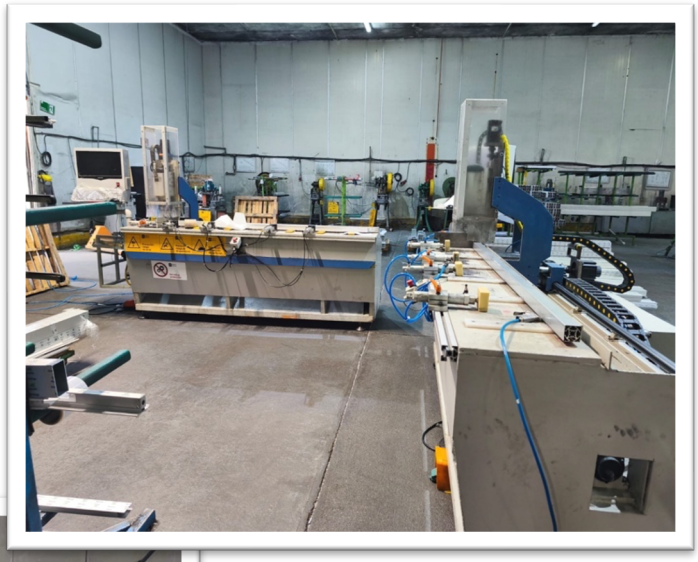
CAPÍTULO VII. **ANEXOS.**

- **ANEXO 1.** Programa diario de producción de la empresa WINTEC.

OFA	Fecha Mecanizado	OBRA	Texto breve material	Ctd/teór/	ESTATUS	LINEA	SIERRA	OPT	PRIORIDAD
1535120	02-02-26	CONCRETA /HACIENDA DEL MAIPO	VENT PROY NEXT 1H C/VENT SUP. T/50X13 TE	7	ESPERA	CORTE 45	0	19243	CODIGO RAYO
1535028	03-02-26	LO BLANCO SPA / JUAN PABLO II	CELOSIA WINTEC 3 ASP C/CANAL+ ANG 12X25	39	CORTE	CELOSIAS	AARON	19223	CODIGO RAYO
1535029	03-02-26	LO BLANCO SPA / JUAN PABLO II	CELOSIA WINTEC 3 ASP C/CANAL+ ANG 12X25	20	CORTE	CELOSIAS	AARON	19223	CODIGO RAYO
1535031	03-02-26	LO BLANCO SPA / JUAN PABLO II	CELOSIA WINTEC 3 ASP C/CANAL+ ANG 12X25	18	CORTE	CELOSIAS	AARON	19223	CODIGO RAYO
1535036	03-02-26	LO BLANCO SPA / JUAN PABLO II	CELOSIA WINTEC 3 ASP C/CANAL+ ANG 12X25	10	CORTE	CELOSIAS	AARON	19223	CODIGO RAYO
1535037	03-02-26	LO BLANCO SPA / JUAN PABLO II	CELOSIA WINTEC 3 ASP C/CANAL+ ANG 12X25	6	CORTE	CELOSIAS	AARON	19223	CODIGO RAYO
1535045	03-02-26	LO BLANCO SPA / JUAN PABLO II	CELOSIA WINTEC 3 ASP C/CANAL+ ANG 12X25	1	CORTE	CELOSIAS	AARON	19223	CODIGO RAYO
1535052	03-02-26	LO BLANCO SPA / JUAN PABLO II	CELOSIA WINTEC 3 ASP C/CANAL+ ANG 12X25	1	CORTE	CELOSIAS	AARON	19223	CODIGO RAYO
1535055	03-02-26	LO BLANCO SPA / JUAN PABLO II	CELOSIA WINTEC 3 ASP C/CANAL+ ANG 12X25	1	CORTE	CELOSIAS	AARON	19223	CODIGO RAYO
1535021	03-02-26	LO BLANCO SPA / JUAN PABLO II	PTA ABAT SE 1H NM C/1 PAL. HOR. CR MON	9	ESPERA	SELECT	0	19226	CODIGO RAYO
1535032	03-02-26	LO BLANCO SPA / JUAN PABLO II	PTA ABAT SE 1H NM C/1 PAL. HOR. CR MON	9	ESPERA	SELECT	0	19226	CODIGO RAYO
1535046	03-02-26	LO BLANCO SPA / JUAN PABLO II	PTA ABAT SE 1H NM C/1 PAL. HOR. CR MON	1	ESPERA	SELECT	0	19226	CODIGO RAYO
1534933	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	VENT CORR SEL 2H S-29 S-17 T/S-19 C/ADAP	5	MECANIZADO	SELECT	AARON	19217	CONSTRUCTORA
1534934	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	VENT NEXT TIP A-B 2H 1 TRASLAPO REF. MON	8	MECANIZADO	NEXT	AARON	19219	CONSTRUCTORA
1534935	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	VENT NEXT TIP A-B 2H 1 TRASLAPO REF. MON	2	MECANIZADO	NEXT	AARON	19219	CONSTRUCTORA
1534937	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	FIJO NEXT 1M C/CAMARA DE AGUA MON	2	MECANIZADO	CORTE 45	HAFFNER	19221	CONSTRUCTORA
1534938	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	VENT SELECT 2H T/S-19-30 ADAPT. S-43 MON	3	MECANIZADO	SELECT	AARON	19217	CONSTRUCTORA
1534939	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	PTA SELECT 2H REFOR P/S-29 T/S-30 CR MON	5	MECANIZADO	SELECT	AARON	19217	CONSTRUCTORA
1534942	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	VENT NEXT TIP A-B 2H 1 TRASLAPO REF. MON	7	MECANIZADO	NEXT	AARON	19219	CONSTRUCTORA
1534943	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	VENT CORR SEL 2H S-29 S-17 T/S-19 C/ADAP	2	MECANIZADO	SELECT	AARON	19217	CONSTRUCTORA
1534944	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	VENT NEXT TIP A-B 2H 1 TRASLAPO REF. MON	2	MECANIZADO	NEXT	AARON	19219	CONSTRUCTORA
1534945	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	VENT NEXT TIP A-B 2H 1 TRASLAPO REF. MON	1	MECANIZADO	NEXT	AARON	19219	CONSTRUCTORA
1534946	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	VENT NEXT TIP A-B 2H 1 TRASLAPO REF. MON	6	MECANIZADO	NEXT	AARON	19219	CONSTRUCTORA
1534947	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	VENT NEXT TIP A-B 2H 1 TRASLAPO REF. MON	6	MECANIZADO	NEXT	AARON	19219	CONSTRUCTORA
1534948	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	VENT NEXT TIP A-B 2H 1 TRASLAPO REF. MON	2	MECANIZADO	NEXT	AARON	19219	CONSTRUCTORA
1534949	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	VENT NEXT TIP A-B 2H 1 TRASLAPO REF. MON	1	MECANIZADO	NEXT	AARON	19219	CONSTRUCTORA
1534950	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	VENT NEXT TIP A-B 2H 1 TRASLAPO REF. MON	1	MECANIZADO	NEXT	AARON	19219	CONSTRUCTORA
1534951	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	VENT NEXT TIP A-B 2H 1 TRASLAPO REF. MON	1	MECANIZADO	NEXT	AARON	19219	CONSTRUCTORA
1534955	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	FIJO NEXT 1M C/CAMARA DE AGUA MON	1	MECANIZADO	CORTE 45	HAFFNER	19221	CONSTRUCTORA
1534956	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	FIJO NEXT 1M C/CAMARA DE AGUA MON	1	MECANIZADO	CORTE 45	HAFFNER	19221	CONSTRUCTORA
1534957	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	FIJO NEXT 1M C/CAMARA DE AGUA MON	1	MECANIZADO	CORTE 45	HAFFNER	19221	CONSTRUCTORA
1534958	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	PTA SELECT 2H REFOR P/S-29 T/S-30 CR MON	1	MECANIZADO	SELECT	AARON	19217	CONSTRUCTORA
1534959	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	PTA SELECT 2H REFOR P/S-29 T/S-30 CR MON	1	MECANIZADO	SELECT	AARON	19217	CONSTRUCTORA
1534960	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	PTA SELECT 2H REFOR P/S-29 T/S-30 CR MON	2	MECANIZADO	SELECT	AARON	19217	CONSTRUCTORA
1534961	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	PTA SELECT 2H REFOR P/S-29 T/S-30 CR MON	3	MECANIZADO	SELECT	AARON	19217	CONSTRUCTORA
1534964	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	VENT NEXT TIP A-B 2H 1 TRASLAPO REF. MON	2	MECANIZADO	NEXT	AARON	19219	CONSTRUCTORA
1534965	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	VENT NEXT TIP A-B 2H 1 TRASLAPO REF. MON	3	MECANIZADO	NEXT	AARON	19219	CONSTRUCTORA
1534966	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	VENT NEXT TIP A-B 2H 1 TRASLAPO REF. MON	2	MECANIZADO	NEXT	AARON	19219	CONSTRUCTORA
1534967	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	VENT NEXT TIP A-B 2H 1 TRASLAPO REF. MON	1	MECANIZADO	NEXT	AARON	19219	CONSTRUCTORA
1534968	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	VENT NEXT TIP A-B 2H 1 TRASLAPO REF. MON	2	MECANIZADO	NEXT	AARON	19219	CONSTRUCTORA
1534972	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	FIJO NEXT 1M C/CAMARA DE AGUA MON	2	MECANIZADO	CORTE 45	HAFFNER	19221	CONSTRUCTORA
1534974	05-02-26	BUDAPEST SPA / ALEJANDRO AZOLAS	FIJO NEXT 1M C/CAMARA DE AGUA MON	3	MECANIZADO	CORTE 45	HAFFNER	19221	CONSTRUCTORA
1534746	08-02-26	UNION SPA/ BUZETA	FIJO D/C SELECT 1M TERM	1	MECANIZADO	CORTE 45	HAFFNER	19208	CONSTRUCTORA
1534747	08-02-26	UNION SPA/ BUZETA	FIJO SELECT 1M C/AGUA TERM	1	MECANIZADO	CORTE 45	HAFFNER	19208	CONSTRUCTORA
1534748	08-02-26	UNION SPA/ BUZETA	FIJO D/C SELECT 1M TERM	3	MECANIZADO	CORTE 45	HAFFNER	19208	CONSTRUCTORA
1534749	08-02-26	UNION SPA/ BUZETA	FIJO SELECT 1M C/AGUA TERM	3	MECANIZADO	CORTE 45	HAFFNER	19208	CONSTRUCTORA
1534750	08-02-26	UNION SPA/ BUZETA	FIJO SELECT 1M C/AGUA TERM	1	MECANIZADO	CORTE 45	HAFFNER	19208	CONSTRUCTORA
1534751	08-02-26	UNION SPA/ BUZETA	FIJO D/C SELECT 1M TERM	3	MECANIZADO	CORTE 45	HAFFNER	19208	CONSTRUCTORA

- **ANEXO 2.** Área productiva de la empresa WINTEC.

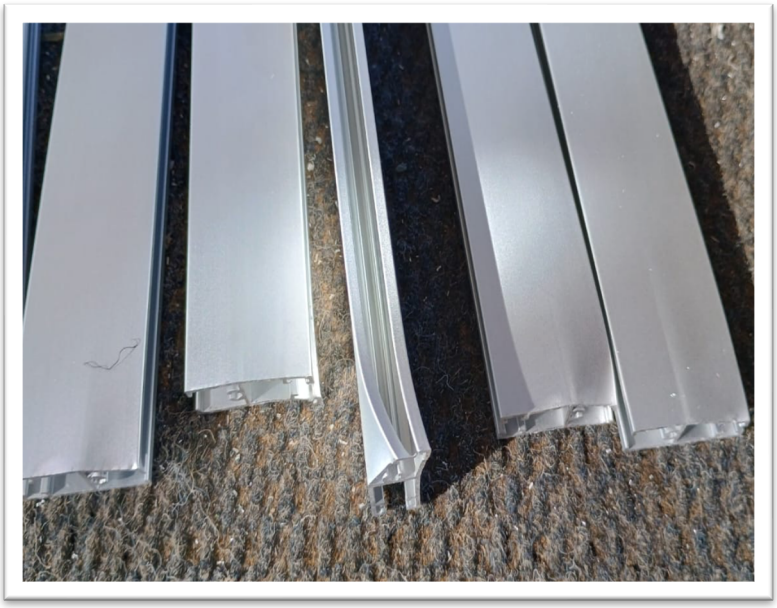








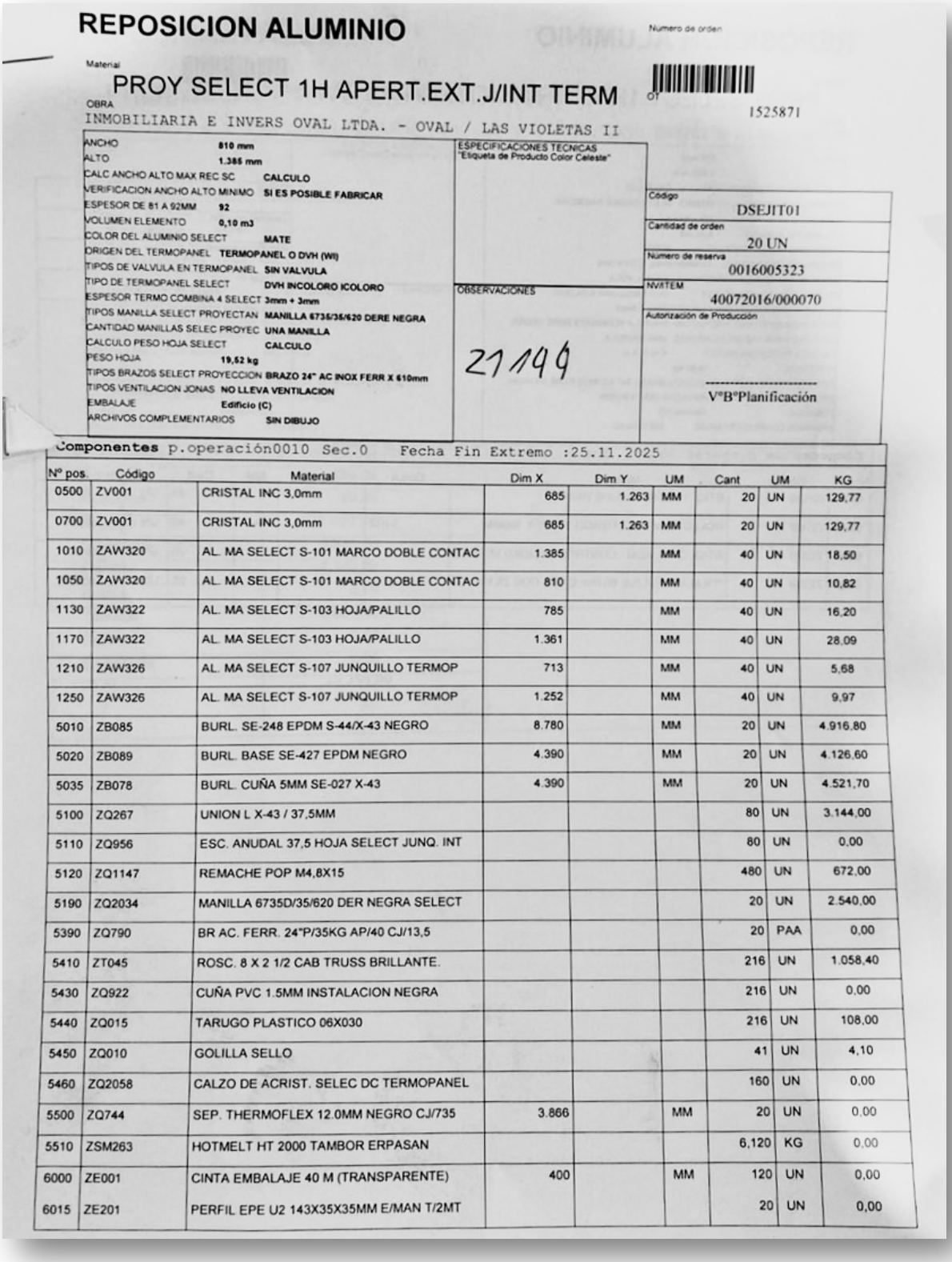
- **ANEXO 3.** Imágenes del defecto con mayor incidencia en sus costos "*Perfil Rayado y Abollado"*, se posiciona en el primer lugar según la tabla 3.6.







- **ANEXO 4.** OFA (Orden de fabricación).



REPOSICION ALUMINIO

Numero de orden

Material

PROY SELECT 1H APERT.EXT.J/INT TERM

OT 1525871

OBRA

INMOBILIARIA E INVERS OVAL LTDA. - OVAL / LAS VIOLETAS II

ANCHO	810 mm
ALTO	1.385 mm
CALC ANCHO ALTO MAX REC SC	CALCULO
VERIFICACION ANCHO ALTO MINIMO	SI ES POSIBLE FABRICAR
ESPESOR DE 81 A 92MM	92
VOLUMEN ELEMENTO	0,10 m3
COLOR DEL ALUMINIO SELECT	MATE
ORIGEN DEL TERMOPANEL	TERMOPANEL O DVH (WI)
TIPOS DE VALVULA EN TERMOPANEL	SIN VALVULA
TIPO DE TERMOPANEL SELECT	DVH INCOLORO ICOLORO
ESPESOR TERMO COMBINA 4 SELECT	3mm + 3mm
TIPOS MANILLA SELECT PROYECTAN	MANILLA 6735/35/620 DERE NEGRA
CANTIDAD MANILLAS SELEC PROYEC	UNA MANILLA
CALCULO PESO HOJA SELECT	CALCULO
PESO HOJA	19,52 kg
TIPOS BRAZOS SELECT PROYECCION	BRAZO 24" AC INOX FERR X 610mm
TIPOS VENTILACION JONAS	NO LLEVA VENTILACION
EMBALAJE	Edificio (C)
ARCHIVOS COMPLEMENTARIOS	SIN DIBUJO

ESPECIFICACIONES TECNICAS
"Etiqueta de Producto Color Celeste"

OBSERVACIONES

21199

Código: DSEJIT01

Cantidad de orden: 20 UN

Numero de reserva: 0016005323

NVITEM: 40072016/000070

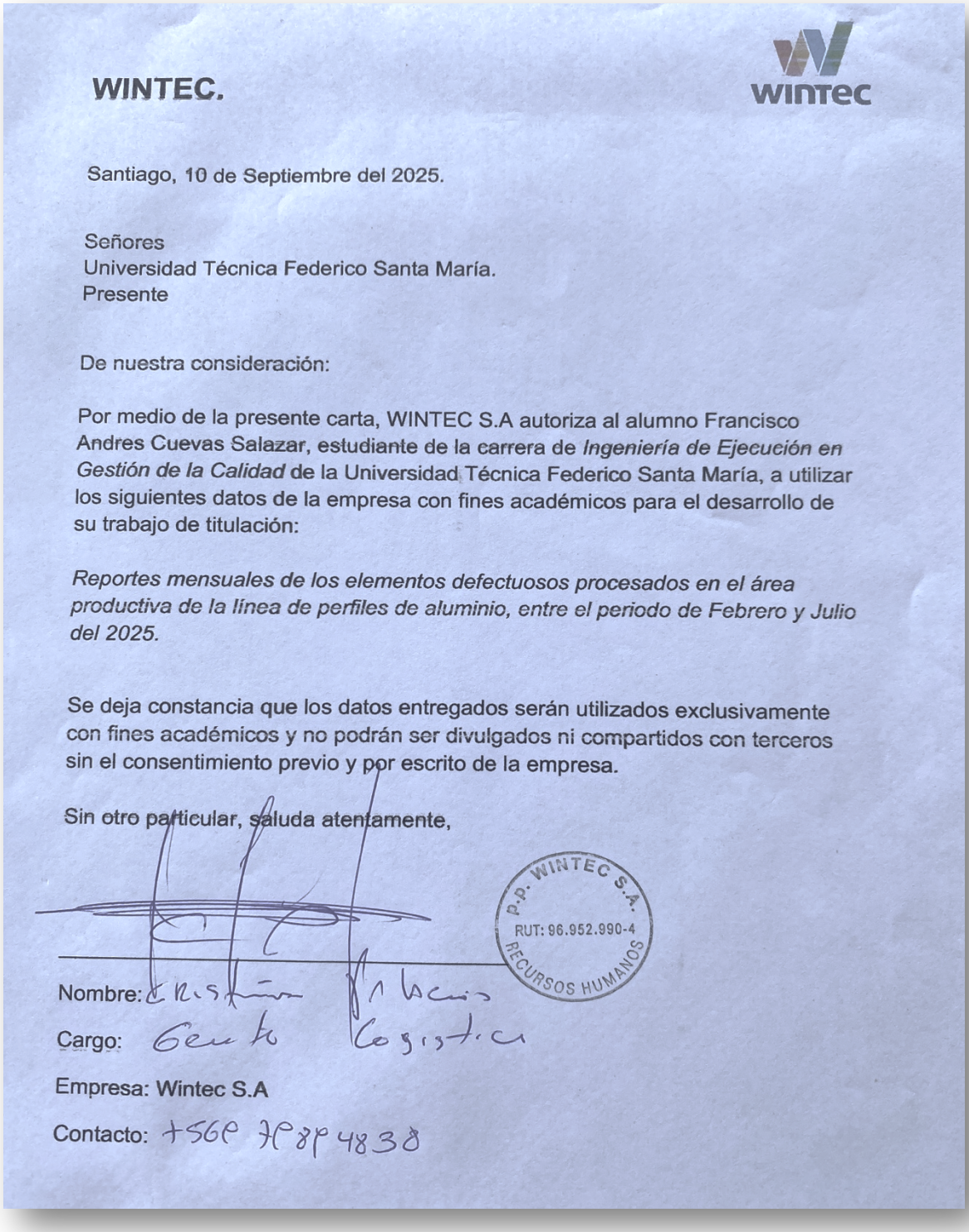
Autorización de Producción

V°B°Planificación

Componentes p.operación0010 Sec.0 Fecha Fin Extremo :25.11.2025

Nº pos.	Código	Material	Dim X	Dim Y	UM	Cant	UM	KG
0500	ZV001	CRISTAL INC 3,0mm	685	1.263	MM	20	UN	129,77
0700	ZV001	CRISTAL INC 3,0mm	685	1.263	MM	20	UN	129,77
1010	ZAW320	AL. MA SELECT S-101 MARCO DOBLE CONTAC	1.385		MM	40	UN	18,50
1050	ZAW320	AL. MA SELECT S-101 MARCO DOBLE CONTAC	810		MM	40	UN	10,82
1130	ZAW322	AL. MA SELECT S-103 HOJA/PALILLO	785		MM	40	UN	16,20
1170	ZAW322	AL. MA SELECT S-103 HOJA/PALILLO	1.361		MM	40	UN	28,09
1210	ZAW326	AL. MA SELECT S-107 JUNQUILLO TERMOP	713		MM	40	UN	5,68
1250	ZAW326	AL. MA SELECT S-107 JUNQUILLO TERMOP	1.252		MM	40	UN	9,97
5010	ZB085	BURL. SE-248 EPDM S-44/X-43 NEGRO	8.780		MM	20	UN	4.916,80
5020	ZB089	BURL. BASE SE-427 EPDM NEGRO	4.390		MM	20	UN	4.126,60
5035	ZB078	BURL. CUÑA 5MM SE-027 X-43	4.390		MM	20	UN	4.521,70
5100	ZQ267	UNION L X-43 / 37,5MM				80	UN	3.144,00
5110	ZQ956	ESC. ANUDAL 37,5 HOJA SELECT JUNQ. INT				80	UN	0,00
5120	ZQ1147	REMACHE POP M4,8X15				480	UN	672,00
5190	ZQ2034	MANILLA 6735D/35/620 DER NEGRA SELECT				20	UN	2.540,00
5390	ZQ790	BR AC. FERR. 24"P/35KG AP/40 CJ/13,5				20	PAA	0,00
5410	ZT045	ROSC. 8 X 2 1/2 CAB TRUSS BRILLANTE.				216	UN	1.058,40
5430	ZQ922	CUÑA PVC 1.5MM INSTALACION NEGRA				216	UN	0,00
5440	ZQ015	TARUGO PLASTICO 06X030				216	UN	108,00
5450	ZQ010	GOLILLA SELLO				41	UN	4,10
5460	ZQ2058	CALZO DE ACRIST. SELEC DC TERMOPANEL				160	UN	0,00
5500	ZQ744	SEP. THERMOFLEX 12.0MM NEGRO CJ/735	3.866		MM	20	UN	0,00
5510	ZSM263	HOTMELT HT 2000 TAMBOR ERPASAN				6,120	KG	0,00
6000	ZE001	CINTA EMBALAJE 40 M (TRANSPARENTE)	400		MM	120	UN	0,00
6015	ZE201	PERFIL EPE U2 143X35X35MM E/MAN T/2MT				20	UN	0,00

- **ANEXO 5.** Autorización de la empresa WINTEC.



WINTEC.

wintec

Santiago, 10 de Septiembre del 2025.

Señores
Universidad Técnica Federico Santa María.
Presente

De nuestra consideración:

Por medio de la presente carta, WINTEC S.A autoriza al alumno Francisco Andres Cuevas Salazar, estudiante de la carrera de *Ingeniería de Ejecución en Gestión de la Calidad* de la Universidad Técnica Federico Santa María, a utilizar los siguientes datos de la empresa con fines académicos para el desarrollo de su trabajo de titulación:

Reportes mensuales de los elementos defectuosos procesados en el área productiva de la línea de perfiles de aluminio, entre el periodo de Febrero y Julio del 2025.

Se deja constancia que los datos entregados serán utilizados exclusivamente con fines académicos y no podrán ser divulgados ni compartidos con terceros sin el consentimiento previo y por escrito de la empresa.

Sin otro particular, saluda atentamente,

p.p. WINTEC S.A.
RUT: 96.952.990-4
RECURSOS HUMANOS

Nombre: [illegible]
Cargo: Gerente Logistica
Empresa: Wintec S.A
Contacto: +56[illegible]