



**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**Ingeniería de Producción**

Aplicación de herramientas de mejora continua en el proceso de secado del grano de arroz para la Industria Arrocería Alvarado & Peñaloza.

**Autores:** Ricardo Javier Álvarez Alvarado, John Teodoro Alvarado

Peñaloza

**Director:** Dr. Sc. Jonnatan Avilés

**Cuenca**

**Año:** 2026

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi familia, especialmente a mis padres, Jaime y Verónica, por ser el pilar fundamental en mi vida, por su apoyo constante, sus enseñanzas y por el ejemplo de esfuerzo y superación que han marcado mi camino. Su acompañamiento, comprensión y sacrificio han sido clave para alcanzar este logro.

A mis hermanas, Erika y Karen, por su cariño, su apoyo incondicional y por estar siempre presentes en cada etapa, brindándome motivación y fortaleza para continuar.

Finalmente, me lo dedico a mí mismo, por la constancia, la disciplina y la perseverancia demostradas a lo largo de este proceso, por no rendirme ante las dificultades y por mantener el compromiso de crecer, ser responsable y aportar positivamente a quienes me rodean. Este logro representa un paso significativo en mi desarrollo personal y profesional.

RICARDO JAVIER ALVAREZ ALVARADO.

Dedico este proyecto a mi familia, quienes han sido el pilar más importante de mi vida y la fuerza que me ha impulsado a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles.

A mis padres, Miriam y Teodoro, por enseñarme con el ejemplo el valor del esfuerzo, la disciplina y la perseverancia. Gracias por cada sacrificio, cada consejo y cada muestra de amor que hicieron posible este camino.

A mis hermanos, Paul y Josué, por acompañarme en cada etapa de mi vida, por las risas, el apoyo y los momentos compartidos que hicieron más ligero este recorrido.

A Drako, mi fiel compañero, por estar presente en todo momento, incluso en los días más difíciles. Su compañía fue muchas veces el refugio que necesitaba para seguir adelante.

Y finalmente, me dedico este logro a mí mismo, por no rendirme, por mantenerme firme aun en los momentos de duda y por haber tenido la valentía de seguir adelante hasta convertir este sueño en una realidad.

JOHN TEODORO ALVARADO PEÑALOZA

## **Agradecimientos**

En primer lugar, agradezco profundamente a mi familia, por su guía constante, sus enseñanzas y los valores que han inculcado en mí, los cuales han sido fundamentales en mi formación personal y académica. Su apoyo incondicional ha sido el pilar que me ha permitido alcanzar este importante logro.

A mis amigos de toda la vida, por su lealtad, compañía y por mantenerse presentes a lo largo del tiempo, brindándome apoyo en cada etapa.

A mis compañeros y amigos de la universidad, por haber hecho de esta etapa una experiencia enriquecedora, llena de aprendizajes, momentos compartidos y crecimiento personal.

De manera especial, a mis equipos de representación estudiantil durante mis dos últimos años de universidad: Bernarda, Daniel, Christian y Doménica, quienes me impulsaron a salir de mi zona de confort y asumir retos que me permitieron adquirir nuevas experiencias y fortalecer mi desarrollo personal.

A mi mejor amigo, Mateo, por su constante acompañamiento, por los momentos de diversión, viajes y experiencias compartidas que han fortalecido una amistad que va más allá de lo cotidiano.

A mi docente, Jonnatan, por su guía, apoyo y compromiso durante el desarrollo de este trabajo, aportando con sus conocimientos y experiencia para su correcta culminación.

A mi compañero de tesis, Jonn, por su dedicación, apertura y trabajo en equipo, así como por el compromiso demostrado durante el desarrollo del proyecto en Alvarado y Peñaloza S.A.

Finalmente, agradezco a todas las personas que han sido parte de este proceso, ya que cada una, desde su espacio, ha contribuido a mi crecimiento y a la culminación de esta etapa tan significativa en mi vida.

RICARDO JAVIER ALVAREZ ALVARADO.

Durante esta etapa han formado parte personas que fueron pieza fundamental para el desarrollo de este proyecto de titulación, por lo que expreso mis más sinceros agradecimientos:

A mis padres, Miriam y Teodoro, por inculcarme el valor del estudio, enseñarme principios que han guiado mi vida y brindarme siempre su apoyo incondicional. Gracias por estar presentes en cada etapa de este camino y por ser un ejemplo constante de perseverancia, esfuerzo y dedicación.

A Dios, por darme fortaleza en los momentos de incertidumbre, guiar mi camino y permitirme encontrar personas que, con su conocimiento y apoyo, hicieron posible el desarrollo de este proyecto.

A mi director de tesis, Jonnatan, por ser no solo un excelente docente, sino también una gran persona; por compartir conmigo su amplio conocimiento y ayudarme a transformar una idea en un proyecto de titulación que hoy se convierte en una realidad.

Al ingeniero Rodrigo Talbot, por su profesionalismo y apoyo en la implementación de sistemas industriales dentro de la planta, contribuyendo de manera importante a que los objetivos planteados pudieran hacerse realidad.

A mi querido compañero de tesis, Ricardo, por su apoyo, dedicación y sincera amistad. Agradezco cada experiencia y aprendizaje compartido durante la carrera; sin su esfuerzo y compromiso, el desarrollo de este proyecto no habría sido el mismo.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de manera desinteresada, compartieron su tiempo, conocimientos y apoyo, formando parte de este proyecto y dejando una huella importante en esta etapa de mi vida.

JOHN TEODORO ALVARADO PEÑALOZA

**Resumen:**

El presente estudio se desarrolló en la Industria Arrocera Alvarado & Peñaloza con el objetivo de analizar y optimizar el proceso de secado del arroz, una etapa clave por su impacto en la calidad del producto, el consumo energético y los tiempos operativos. Se aplicaron herramientas de mejora continua como Value Stream Mapping (VSM), Snap Picture, KPIs, SMED, Poka-Yoke y Andon. El diagnóstico inicial identificó problemas de desorganización, movimientos innecesarios, variabilidad en la temperatura del secado y falta de estandarización. La implementación de SMED permitió reducir los tiempos de preparación, mientras que los KPIs facilitaron el control de variables críticas como temperatura, humedad y pérdidas. Asimismo, Poka-Yoke contribuyó a prevenir errores y disminuir pérdidas de producto. No obstante, se concluye que la sostenibilidad de estas mejoras depende de un cambio cultural dentro de la organización.

**Palabras claves:** mejora continua, secado de arroz, Lean Manufacturing, eficiencia operativa, Optimización de procesos.

**Abstract:**

This study was conducted at Industria Arrocera Alvarado & Peñaloza with the objective of analyzing and optimizing the rice drying process, a key stage due to its impact on product quality, energy consumption, and operational times. Continuous improvement tools such as Value Stream Mapping (VSM), Snap Picture, KPIs, SMED, Poka-Yoke, and Andon were applied. The initial diagnosis identified issues related to poor organization, unnecessary movements, variability in drying temperature, and lack of standardization. The implementation of SMED reduced setup times, while KPIs enabled the monitoring and control of critical variables such as temperature, moisture, and material losses. However, it was concluded that sustaining these improvements requires a cultural change within the organization.

**Key Words:** continuous improvement, rice drying, Lean Manufacturing, operational efficiency, process optimization.

## Índice de Contenido

Introducción:.....	1
Revisión Literaria: .....	2
<b>Filosofía Monden</b> .....	<b>3</b>
<b>Lean Manufacturing en la Agroindustria</b> .....	<b>3</b>
<b>Identificación de Desperdicios (Mudas)</b> .....	<b>4</b>
<b>VSM</b> .....	<b>4</b>
<i>Poka-Yoke</i> .....	<b>5</b>
<b>Sistema Andon</b> .....	<b>5</b>
<b>5S</b> .....	<b>6</b>
<b>Snap Picture</b> .....	<b>6</b>
Metodología.....	6
<b>Tipo y diseño de la investigación</b> .....	<b>6</b>
<b>Levantamiento de información</b> .....	<b>7</b>
<b>Roadmap metodológico de implementación</b> .....	<b>8</b>
Resultados.....	9
<b>Contexto de la empresa</b> .....	<b>9</b>
<b>Implementación del VSM</b> .....	<b>10</b>
<b>Implementación del Snap Picture</b> .....	<b>12</b>
Vista panorámica de la planta: .....	12
Área de descarga de hornos: .....	13
Zona de producción: .....	14
<b>Implementación de las 5S</b> .....	<b>15</b>
<b>Implementación de KPIs</b> .....	<b>18</b>
<b>Implementación de SMED</b> .....	<b>25</b>
Método:.....	25
Procesos dentro del área de producción: .....	26
Tiempos e identificación de actividades: .....	27
Secado del grano.....	27
Descarga de hornos.....	28
Tiempos e identificación de actividades: .....	29
Propuesta de mejora: Optimización de la mesa de llenado de hornos .....	29
Modificación de la mesa de llenado:.....	30
Beneficios operativos:.....	30
Impacto con herramienta: .....	31

<b>Implementación del <i>Poka Yoke</i> .....</b>	<b>32</b>
Descripción del problema .....	32
Funcionalidad principal .....	33
<b>Implementación del sistema Andon.....</b>	<b>34</b>
<b>Caracterización del sistema.....</b>	<b>36</b>
<b>Prueba piloto y resultados esperados .....</b>	<b>38</b>
Análisis de fases de Secado .....	39
Discusión: .....	41
Conclusiones:.....	42
Anexos:.....	44
Referencias Bibliográficas: .....	45

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Revisión de literatura de importancia acerca de Lean Manufacturing y optimización de procesos agroindustriales .....	2
<b>Tabla 2.</b> Herramientas de mejora continua empleadas .....	9
<b>Tabla 3.</b> Tabla de Sacos para Identificación 5s .....	16
<b>Tabla 4.</b> Tiempo promedio de setup.....	19
<b>Tabla 5.</b> Tiempo promedio de set up.....	19
<b>Tabla 6.</b> Variabilidad .....	21
<b>Tabla 7.</b> Humedad de la materia prima y del producto terminado.....	22
<b>Tabla 8.</b> Porcentaje de humedad de la materia prima y del producto terminado .....	24
<b>Tabla 9.</b> Tiempos y Actividades.....	27
<b>Tabla 10.</b> Actividades Identificación.....	29
<b>Tabla 11.</b> Tiempos y Actividades con Mejoras .....	31
<b>Tabla 12.</b> Características técnicas del dispositivo .....	33
<b>Tabla 13.</b> Identificación, Características físicas y capacidad del horno.....	36
<b>Tabla 14.</b> Sistema Térmico y de Combustión.....	37
<b>Tabla 15.</b> Seguridad y Operación del sistema .....	37
<b>Tabla 16.</b> Especificaciones del proceso.....	39
<b>Tabla 17.</b> Fases del proceso .....	40
<b>Tabla 18.</b> Tabla de Discusión .....	401

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Filosofía Monden.....	3
<b>Figura 2.</b> Roadmap de aplicación de herramientas Lean en el proceso de secado.....	8
<b>Figura 3.</b> VSM.....	11
<b>Figura 4.</b> Snap Captada Vista Superior Bodegas.....	12
<b>Figura 5.</b> Snap Captada Zona de Materia Prima.....	13
<b>Figura 6.</b> Snap Captada Tolva de Proceso.....	13
<b>Figura 7.</b> Snap Captada Zona Bodegas de Sacos .....	14
<b>Figura 8.</b> Seiri – Clasificar .....	15
<b>Figura 9.</b> Seiton – Ordenar.....	16
<b>Figura 10.</b> Sacos ordenados y Estantes limpios.....	17
<b>Figura 11.</b> Proceso de llenado de hornos.....	26
<b>Figura 12.</b> Operador en proceso de llenado.....	30
<b>Figura 13.</b> Evidencia de Derrame de Arroz.....	32
<b>Figura 14.</b> Herramientas y Materiales Utilizados.....	33
<b>Figura 15.</b> Latas en proceso de llenado apoyadas sobre el Poka-Yoke .....	34
<b>Figura 16.</b> Implementación de PLC a Pantalla .....	35
<b>Figura 17.</b> Sensores aplicados en el horno .....	35
<b>Figura 18.</b> Caracterización del sistema .....	38
<b>Figura 19.</b> Andon en el Horno .....	40



## **Introducción:**

En la actualidad, las industrias buscan mejorar sus procesos para ser más eficientes, reducir costos y ofrecer productos de mejor calidad. En el sector arrocero, estas necesidades son aún más importantes, ya que el proceso de producción depende de varias etapas que deben funcionar de manera coordinada. Entre estas, el secado del grano de arroz cumple un papel fundamental, debido que de este depende en gran medida la calidad final del producto. Un secado inadecuado puede generar pérdidas, afectar las características del grano e incluso disminuir su valor comercial, lo que resalta la importancia de optimizar los procesos productivos mediante enfoques más eficientes y sistemáticos (Monden, 2011; Vargas-Hernández et al., 2018).

A pesar de su importancia, en muchas industrias este proceso todavía presenta dificultades relacionadas con tiempos prolongados, falta de organización y uso poco eficiente de los recursos. Estas situaciones no solo generan desperdicio de materia prima, sino también retrasos en la producción y mayores costos operativos. En este contexto, se vuelve necesario buscar alternativas que permitan mejorar la forma en que se desarrollan estas actividades, optimizando los procesos existentes mediante enfoques de producción más eficientes y competitivos (Vargas-Hernández et al., 2018).

Las herramientas de mejora continua, especialmente aquellas basadas en Lean Manufacturing, ofrecen una oportunidad para analizar los procesos, identificar fallas y proponer soluciones prácticas. Estas herramientas permiten visualizar de manera clara cómo fluye el trabajo, detectar actividades que no aportan valor y establecer acciones para hacer el proceso más ordenado y eficiente (Bhamu & Sangwan, 2014; Kumar et al., 2022). Además, metodologías como el Value Stream Mapping facilitan la identificación de desperdicios dentro del proceso productivo (García & Amador, 2019; Singh et al., 2011), mientras que enfoques como las 5S contribuyen a mejorar la organización y el entorno de trabajo (Salazar et al., 2022; Sócola López et al., 2020).

En este sentido, el presente estudio se enfoca en la aplicación de herramientas de mejora continua en el proceso de secado del grano de arroz en la Industria Arrocera Alvarado & Peñaloza. A través de un análisis detallado del proceso actual, se busca proponer mejoras que permitan optimizar el desempeño operativo, garantizar una mejor calidad del producto y fortalecer la gestión interna de la empresa. De esta manera, se espera aportar con una propuesta práctica basada en principios de mejora continua que han demostrado ser efectivos en distintos contextos productivos.

### Revisión Literaria:

Se identificaron herramientas clave del enfoque Lean Manufacturing como VSM, Andon, 5S y SMED, utilizadas para mejorar la organización, reducir desperdicios y optimizar los procesos productivos. Diversos estudios evidencian su aplicación en la agroindustria, destacando mejoras en el control operativo, reducción de fallas y aumento de la eficiencia. En la Tabla 1, se resumen los principales aportes encontrados.

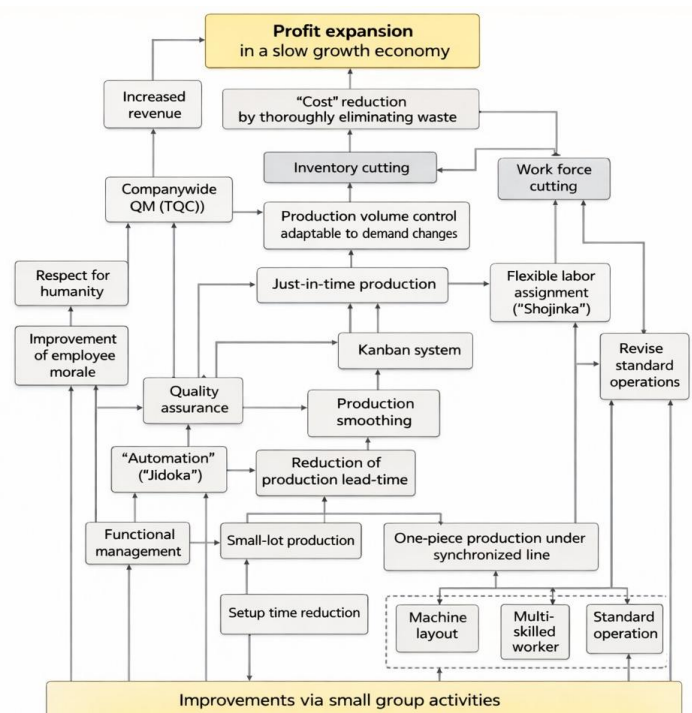
**Tabla 1.** Revisión de literatura de importancia acerca de Lean Manufacturing y optimización de procesos agroindustriales

Autor(es) y Año	Título del Trabajo	Tipo de documento	Aporte / Hallazgo Principal
Andrade & Chaguay (2024)	Automatización del control de secado de arroz mediante IoT.	Tesis de Grado	Demuestra que el control preciso de la humedad reduce el desperdicio de materia prima y mejora el rendimiento del grano.
Hernández & Vizán (2013)	Lean Manufacturing: Conceptos y técnicas.	Libro; Manual Técnico	Establece las bases operativas del VSM y las 5S como pilares para eliminar actividades que no agregan valor en plantas industriales.
Espinosa & García (2023)	Diseño de un sistema para secado de arroz en cáscara.	Artículo Científico	Detalla el uso de lazos de control de temperatura en hornos para asegurar un secado uniforme y proteger la calidad del grano.
Rajadurai et al. (2021)	Implementation of Lean in Food Processing Industry.	Artículo Científico	El uso de ayudas visuales (Andon) reduce el tiempo de respuesta ante fallas mecánicas en un 15%.

## Filosofía Monden

Lean Manufacturing explicada desde la filosofía Monden (2011) se basa en la mejora continua de los procesos productivos mediante la eliminación de desperdicios y la optimización del uso de los recursos. Este enfoque propone que las empresas deben concentrarse en aquellas actividades que realmente generan valor para el cliente y reducir o eliminar todas aquellas que no aportan beneficios al producto final. De acuerdo con Monden, el sistema de producción busca crear procesos simples, organizados y eficientes, donde el flujo de trabajo se mantenga constante y se eviten acumulaciones innecesarias de materiales o inventarios dentro de la producción (Monden, 2011; Bhamu & Sangwan, 2014).

*Figura 1. Filosofía Monden*



## Lean Manufacturing en la Agroindustria

Lean Manufacturing, o Manufactura Esbelta, se define como una filosofía de gestión orientada a maximizar el valor entregado al cliente mediante la eliminación sistemática de

desperdicios (muda). Esta metodología actúa como un catalizador de la productividad al enfocar los esfuerzos en la calidad desde la fuente (Vargas et al., 2008; Kumar et al., 2022).

En el ámbito industrial, Lean Manufacturing ha demostrado ser una estrategia que permite mejorar el desempeño de las organizaciones al reducir actividades que no aportan valor dentro de los procesos productivos (Vargas et al., 2028). De acuerdo con Henao et al. (2019), la aplicación de prácticas Lean contribuye a mejorar el rendimiento operativo de las empresas y, al mismo tiempo, puede generar impactos positivos en aspectos económicos, ambientales y organizacionales.

### **Identificación de Desperdicios (Mudas)**

La identificación de desperdicios, conocidos como *mudas*, es uno de los principios más importantes dentro del enfoque Lean Manufacturing. Este concepto se refiere a todas aquellas actividades que consumen tiempo, recursos o esfuerzo, pero que no aportan valor real al producto o servicio final. Cuando estos desperdicios aparecen dentro de los procesos, generan retrasos, aumentan los costos y reducen la eficiencia del trabajo. Por esta razón, el enfoque Lean propone analizar cuidadosamente cada etapa del proceso para reconocer dónde se están produciendo estas pérdidas y así poder eliminarlas o reducirlas. De esta manera, las organizaciones pueden mejorar el uso de sus recursos y lograr procesos más ordenados y eficientes (Jorna et al, 2022).

Dentro de esta filosofía, los desperdicios suelen clasificarse en diferentes tipos, como los tiempos de espera, el exceso de inventario, la sobreproducción, los movimientos innecesarios del personal, los transportes innecesarios, los reprocesos y los defectos en los productos o servicios (Morales-Contreras et al., 2020).

### **VSM**

El Mapa de Flujo de Valor (VSM) es una herramienta utilizada dentro del enfoque Lean que permite representar de forma visual todo el proceso que sigue un producto desde que inicia

su producción hasta que llega al cliente. A través de este mapa, se pueden observar tanto el flujo de materiales como el flujo de información que intervienen en cada etapa del proceso. Esta representación facilita comprender cómo funciona realmente el sistema productivo y permite detectar actividades que generan valor y otras que solo provocan retrasos o desperdicios. Por esta razón, el VSM se considera una herramienta muy útil para analizar los procesos y mejorar su organización dentro de las empresas (Singh, Garg & Sharma, 2011; García & Amador, 2019).

### ***Poka-Yoke***

El *Poka-Yoke* es una técnica utilizada en la gestión de calidad que busca evitar errores humanos durante la realización de un proceso. Su idea principal es diseñar mecanismos o métodos que hagan difícil cometer equivocaciones o que permitan detectarlas de inmediato. De esta manera, se evita que los errores lleguen a convertirse en defectos en el producto final. Este enfoque surgió en el sistema de producción japonés y se basa en la idea de que los errores humanos pueden ocurrir en cualquier actividad, especialmente en tareas repetitivas. Por ello, esta filosofía propone incorporar controles simples dentro del proceso para prevenir fallas y mejorar la calidad de la producción (Lazarevic et al., 2019; Bhawaiya, 2020).

### **Sistema Andon**

El sistema Andon es una herramienta de gestión visual utilizada en el enfoque Lean Manufacturing para comunicar de forma rápida el estado de los procesos dentro de una línea de producción. Su función principal es mostrar si una operación está funcionando correctamente o si existe algún problema que requiere atención inmediata. Generalmente, se utilizan señales visuales como luces, pantallas o tableros electrónicos que permiten a los trabajadores y supervisores identificar de manera clara cuándo ocurre una falla o interrupción. Gracias a este sistema, la información se comparte en tiempo real dentro del área de trabajo, lo que facilita la toma de decisiones rápidas y mejora la coordinación entre los miembros del equipo (Tortorella & Fettermann, 2018; Buer, Strandhagen & Chan, 2018).

## **5S**

La metodología de las 5S se establece como una disciplina fundamental dentro de los sistemas de mejora continua, ya que permite crear condiciones organizativas que favorecen la eficiencia operativa y la reducción de desperdicios. Esta herramienta se basa en cinco principios japoneses: *Seiri* (clasificación), *Seiton* (orden), *Seiso* (limpieza), *Seiketsu* (estandarización) y *Shitsuke* (disciplina). Los cuales buscan estructurar el entorno laboral de manera sistemática para facilitar el desarrollo de actividades con mayor control y productividad. Según Sócola et al. (2020), la aplicación de las 5S no solo implica mantener espacios limpios, sino que constituye una estrategia de gestión orientada a optimizar la organización del trabajo, mejorar la seguridad y fortalecer la eficiencia en las operaciones productivas (Salazar et al., 2022).

### **Snap Picture**

La herramienta Snap Picture consiste en el uso de fotografías del área de trabajo para observar de manera clara cómo se encuentran los procesos, los equipos y los materiales dentro de una organización. A través de estas imágenes es posible detectar de forma sencilla situaciones como desorden, acumulación de materiales innecesarios, riesgos para la seguridad o desperdicios en el proceso. Este recurso facilita el análisis del entorno laboral porque permite visualizar problemas que muchas veces pasan desapercibidos durante la rutina diaria de trabajo (Calderón et al., 2025; Moyano et al., 2023).

## **Metodología**

### **Tipo y diseño de la investigación**

La presente investigación se desarrolló con un enfoque aplicado, debido a que busca resolver un problema operativo real identificado dentro del proceso de secado de arroz en la Industria Arrocera Alvarado & Peñaloza. El estudio se orienta a mejorar el desempeño del proceso mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing, enfocadas en la reducción de desperdicios, el control de las operaciones y la optimización del uso de los recursos.

El diseño de investigación es no experimental y de tipo descriptivo–propositivo, ya que el estudio analiza el funcionamiento actual del proceso productivo sin manipular las variables del sistema, para posteriormente plantear una propuesta de mejora basada en herramientas de gestión industrial. Asimismo, el estudio presenta un enfoque de mejora continua, en el cual primero se realiza un diagnóstico del estado actual del proceso y posteriormente se aplican herramientas orientadas a la optimización operativa.

La investigación tiene un alcance longitudinal, ya que el proceso se analiza en diferentes momentos: primero se registra la situación actual del secado del arroz, luego se aplican herramientas de mejora continua y finalmente se evalúan los cambios obtenidos después de implementar las propuestas. El estudio se enfoca únicamente en el proceso de secado del grano de arroz en la empresa Alvarado & Peñaloza, debido a que esta etapa fue identificada como un punto crítico dentro del flujo de producción. Por esta razón, no se incluyen otras fases como la recepción, almacenamiento, molienda o empaque del producto.

Para el análisis se consideran parámetros de funcionamiento de los hornos, como tiempo, temperatura, humedad, consumo y capacidad. Con base en esta información se aplican herramientas de Lean Manufacturing, como VSM, Poka-Yoke, SMED y Andon, con el objetivo de identificar desperdicios, mejorar la organización del proceso y proponer acciones que ayuden a optimizar el secado. La validación de la propuesta se realizará mediante pruebas piloto, que permitirán observar el comportamiento del proceso después de aplicar las mejoras.

### **Levantamiento de información**

Se realizó mediante observación directa del proceso productivo dentro de la planta industrial. Durante esta etapa se registraron los tiempos de operación, la secuencia de actividades, las condiciones de funcionamiento de los equipos y los parámetros utilizados durante el proceso de secado.

Este análisis permitió identificar variaciones en los tiempos de ejecución, diferencias en los criterios operativos y momentos de inactividad dentro del proceso. También se evidenció la

ausencia de indicadores formales de desempeño que permitieran medir de manera precisa aspectos como tiempos de ciclo del proceso, tiempos improductivos, variaciones de temperatura en los hornos, consumo de recursos y cumplimiento de parámetros operativos

### Roadmap metodológico de implementación

Con base en el diagnóstico inicial, se estructuró un roadmap de implementación de herramientas Lean, el cual permitió organizar de manera secuencial las etapas del estudio y orientar la mejora del proceso productivo. Este roadmap se presenta en la Figura 2, donde se muestran ocho etapas que integran el proceso metodológico de la investigación.

*Figura 2. Roadmap de aplicación de herramientas Lean en el proceso de secado*



Por lo tanto, la metodología se desarrolló mediante la aplicación de herramientas de mejora continua que permitieron analizar el proceso de secado, identificar problemas y proponer

acciones de mejora, las cuales se presentan en la tabla 2. Asimismo, se considera que, con el tiempo, pueden incorporarse nuevas herramientas que fortalezcan el proceso y permitan una mejora continua más integral y sostenible.

**Tabla 2. Herramientas de mejora continua empleadas**

<b>Herramienta</b>	<b>Propósito</b>
Value Stream Mapping (VSM)	Analizar el flujo del proceso de secado, identificar actividades que agregan valor y detectar cuellos de botella o desperdicios.
Snap Picture	Registrar visualmente el estado real del proceso mediante fotografías para identificar desorden, acumulación de materiales o problemas operativos.
Indicadores clave de desempeño (KPI)	Medir el rendimiento del proceso mediante indicadores clave de desempeño en función de las variables como tiempo de operación, temperatura, humedad y porcentaje de pérdida en producción.
SMED	Reducir los tiempos de cambio o parada en las actividades de carga y descarga de los hornos para mejorar la eficiencia operativa.
Poka-Yoke	Implementar mecanismos simples que prevengan errores operativos y reduzcan fallos o reprocesos en el proceso de secado.
Andon	Establecer un sistema de control auditivo y visual que permita detectar y alertar rápidamente desviaciones en el proceso.
Caracterización del sistema	Analizar parámetros técnicos del proceso como capacidad de hornos y sus variables críticas de operación.
Prueba piloto	Evaluar la aplicación de las herramientas implementadas y comparar los resultados con la línea base inicial para medir mejoras.

## **Resultados**

### **Contexto de la empresa**

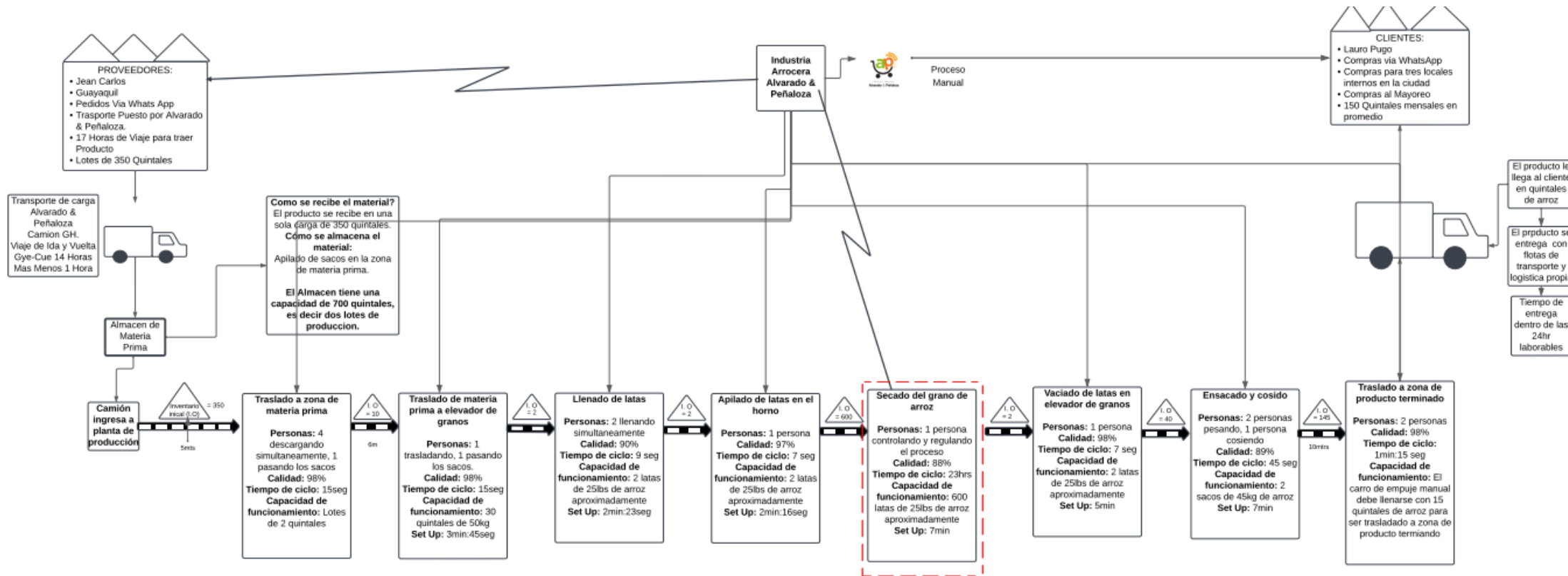
La investigación se desarrolló en la Industria Arrocera Alvarado & Peñaloza, empresa fundada en el año 2005 por Teodoro Alvarado y Miriam Peñaloza. En sus inicios, contaba con un local de distribución en la ciudad de Cuenca, Ecuador, mientras que la planta industrial se ubicaba en la provincia de Cañar, desde donde se realizaba el procesamiento del arroz para

abastecer la demanda del mercado local. En la actualidad, la empresa produce y comercializa diversas marcas de arroz, entre las que destacan Super 1001, Flor de Mayo y Camelia, además de una marca de azúcar denominada “Santa Isdraela”. Su proceso productivo comprende etapas como la recepción del grano, el secado en hornos industriales, el procesamiento y el almacenamiento del producto final. Dentro de este proceso, el secado del arroz constituye una de las fases más críticas, ya que influye directamente en la calidad del producto, el consumo de energía y los tiempos de producción.

### **Implementación del VSM**

Este análisis permitió identificar cómo se moviliza el arroz desde su recepción hasta las etapas posteriores al secado, evidenciando la secuencia de actividades que forman parte del proceso productivo. A partir de esta evaluación, fue posible detectar momentos de espera, interrupciones en el flujo de trabajo, actividades repetitivas y tareas que no aportaban valor directo al producto (Figura 3).

Figura 3. VSM

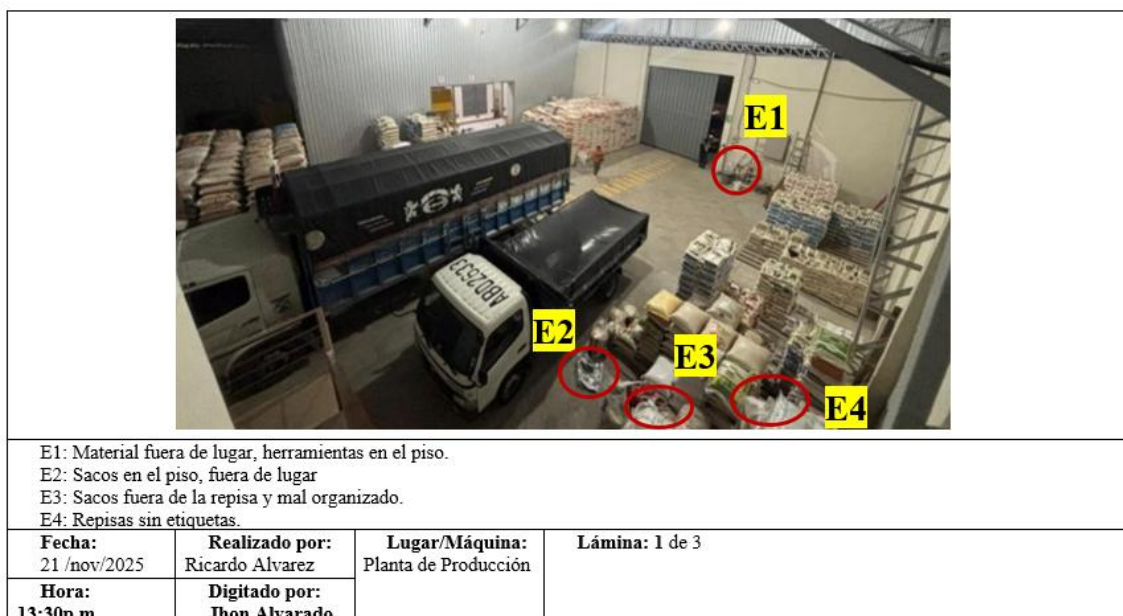


## Implementación del Snap Picture

En la Industria Arrocera Alvarado & Peñaloza, el Snap Picture se aplicó en diferentes áreas de la planta con el propósito de documentar la situación inicial del proceso de secado antes de realizar cualquier intervención. Durante esta etapa, se recorrieron las instalaciones y se registraron visualmente diversos aspectos relacionados con la organización del espacio, la disposición de materiales, el flujo de trabajo y las condiciones generales del área operativa.


### Vista panorámica de la planta:

*Figura 4. Snap Captada Vista Superior Bodegas*



La Figura 4 corresponde a una vista frontal superior de la empresa, en la cual se pueden observar algunos aspectos relacionados con la organización del área de trabajo. En la zona se identifican sacos almacenados sin un orden definido, repisas que no cuentan con señalización visible y espacios donde no existe una delimitación clara para la ubicación de camiones o materiales.

**Figura 5. Snap Captada Zona de Materia Prima**




E1: Sacos sin organización ni identificación clara, mezcla de productos y presentaciones. E2: Basura cerca de materia prima, contaminación en productos. E3: Material externo al proceso, mezcla de materia prima con producto terminado y scrap. E4: Sacos para procesar en el suelo.			
<b>Fecha:</b> 21/nov/2025	<b>Realizado por:</b> Ricardo Alvarez	<b>Lugar/Máquina:</b> Planta de Producción	<b>Lámina:</b> 2 de 4
<b>Hora:</b> 14:30 p.m.	<b>Digitado por:</b> Ricardo Alvarez		

En la Figura 5, se observa que los sacos no están organizados ni identificados de forma clara. En el mismo espacio se encuentran diferentes presentaciones mezcladas, y no existe una señalización o delimitación visual que permita reconocer rápidamente cada tipo de producto. Lo cual puede generar más tiempo de búsqueda, desplazamientos innecesarios y posibles demoras en los despachos.

**Área de descarga de hornos:**

**Figura 6. Snap Captada Tolva de Proceso**




E1: Etiquetas para sacos sin orden. E2: Basura fuera de lugar, contaminación con producto terminado. E3: Cocedoras fuera de lugar, no van en el piso. E4: Grada metálica fuera de lugar			
<b>Fecha:</b> 28/Nov/2025	<b>Realizado por:</b> Jhon Alvarado	<b>Lugar/Máquina:</b> Planta de Producción	<b>Lámina:</b> 3 de 4
<b>Hora:</b> 9:30 a.m.	<b>Digitado por:</b> Ricardo Alvarez		

En la Figura 6, se observa que el proceso de ensacado se realiza de manera manual, lo que implica que las actividades dependen en gran parte del trabajo directo del personal. Esta forma de operación puede generar variaciones en el proceso, ya que cada trabajador puede realizar las tareas de manera ligeramente diferente. También, se identifica que las balanzas y las máquinas cosedoras no cuentan con una ubicación fija dentro del área de trabajo. Esto provoca cierto desorden en el espacio y hace necesario mover o acomodar los equipos.

**Zona de producción:**

*Figura 7. Snap Captada Zona Bodegas de Sacos*



E1: Mezcla de materiales, balanzas fuera de lugar.  
 E2: Sacos limpios y sucios mezclados en la bodega, mala organización.  
 E3: Sin etiquetado, mezcla de sacos de todo tipo y tamaño.  
 E4: Basura en la bodega contaminación cruzada.

<b>Fecha:</b> 28/Nov/2025	<b>Realizado por:</b> Ricardo Alvarez	<b>Lugar/Máquina:</b> Planta de Producción	<b>Lámina:</b> 4 de 4
<b>Hora:</b> 11:00 a.m.	<b>Digitado por:</b> Jhon Alvarado		

En la Figura 7, se observa una situación donde se presentan varias condiciones que afectan el orden y la eficiencia del área de trabajo. Se puede notar arroz derramado en el piso, herramientas fuera de su lugar, latas con material mal ubicadas y algunos sacos que deberían estar almacenados en la bodega, pero se encuentran dispersos en el suelo.

Estas condiciones dificultan el flujo normal del proceso, ya que los materiales deben ser recogidos y trasladados nuevamente a su lugar correcto, lo que implica realizar movimientos adicionales dentro del área de trabajo. También se observa que uno de los operarios realiza sus

actividades con la espalda muy inclinada, lo que puede generar incomodidad y representar un riesgo para su salud a largo plazo. Esto evidencia la necesidad de mejorar la ergonomía del puesto de trabajo.

Además, se identifican elementos como un parlante colocado directamente en el piso y materiales ubicados de forma improvisada, lo que contribuye al desorden visual y puede aumentar el riesgo de accidentes. Estas observaciones muestran la importancia de mejorar la organización del espacio, mantener el área limpia y establecer lugares definidos para herramientas y materiales, con el fin de lograr un ambiente de trabajo más seguro y eficiente.

### **Implementación de las 5S**

#### **Seiri – Clasificar**

En esta fase se identificaron todos los elementos que no pertenecían a la bodega y se marcaron con tarjetas rojas elaboradas en cartulina. Se colocaron tarjetas sobre herramientas como fierros, una carretilla, palas, martillos, una mesa metálica y también sobre sacos que no correspondían a ese espacio o que estaban mal ubicados. El objetivo fue evidenciar el desorden y tomar evidencias para proceder a retirarlos o reubicarlos en sus bodegas correspondientes, esto permitió dejar únicamente los sacos necesarios para las operaciones diarias.

*Figura 8. Seiri – Clasificar*



A. Tarjeta Roja para 5S. B-C. Aplicación de Tarjetas en Bodega

## Seiton – Ordenar

Para organizar el espacio se estructuraron las repisas por marca y por tamaño: quintal (100 lb), arrobas de 25 lb y arrobas de 10 lb. Se elaboraron pequeños carteles impresos para cada sección, permitiendo identificar de manera visual marcas como Flor de Mayo, Camelia, Santa Israela, Compadre Macareño, Arroz Blanquito, Displace y Conejo. Esta distribución facilita que los operarios pudieran ubicar rápidamente el saco requerido sin necesidad de revisar toda la estantería. No se eliminó espacio físico, pero sí se redistribuye de forma más eficiente (Tabla 3).

**Tabla 3.** *Tabla de Sacos para Identificación 5s*

Marca / Sacos	Presentaciones Disponibles
Flor de Mayo	Quintal (100 lb), Arroba (25 lb)
Camelia	Quintal (100 lb), Arroba (25 lb), Arroba (10 lb)
Santa Israela Roja	Quintal (100 lb), Arroba (25 lb), Arroba (10 lb)
Santa Israela Blanca	Quintal (100 lb), Arroba (25 lb)
Compadre Macareño	Quintal (100 lb), Arroba (25 lb)
Arroz Blanquito	Quintal (100 lb), Arroba (25 lb)
Displace	Quintal (100 lb), Arroba (25 lb)
Conejo	Quintal (100 lb), Arroba (25 lb)

**Figura 9.** *Seiton – Ordenar*



A. Cartel de Identificación. B. Aplicación de Carteles en Repisas

### **Seiso – Limpiar**

Posteriormente se realizó una limpieza profunda de toda la bodega. Se retiraron los sacos temporalmente, se barrió completamente el suelo, se limpiaron las repisas, se retiró polvo acumulado y se colocaron nuevamente los sacos ya ordenados. Esta actividad permitió dejar un espacio más higiénico, visualmente ordenado y funcional para las tareas diarias. La limpieza ayudó también a detectar sacos dañados o deteriorados.

*Figura 10. Sacos ordenados y Estantes limpios*



### **Seiketsu – Estandarizar y Seiketsu - Disciplina**

Debido al alcance del proyecto, estas “S” no pudieron implementarse completamente debido a limitaciones de tiempo y a la falta de un control permanente dentro de la empresa. Sin embargo, se realizaron acciones básicas para orientar su aplicación: se comunicó a los operarios y al encargado de bodega la forma en que debía mantenerse el orden alcanzado, estableciendo que el responsable de limpieza llevaría a cabo revisiones periódicas y conservaría la correcta disposición de los sacos según la estructura definida. Asimismo, se efectuó una breve reunión con el personal para resaltar la importancia de mantener las 5S y

trabajar en un entorno limpio y organizado. Como recomendación, se planteó que la empresa implemente auditorías y refuerzos de la metodología cada tres meses, con el fin de fomentar la disciplina y asegurar la sostenibilidad de las mejoras logradas.

### **Implementación de KPIs**

En esta etapa se trabajó con indicadores clave de desempeño (KPIs) con el propósito de entender mejor cómo se están desarrollando los procesos dentro de la zona de producción. Estos indicadores permitieron medir de forma más concreta el comportamiento de las actividades y facilitar el control operativo, además de analizar cómo estos factores influyen en la calidad del producto a partir de los datos recogidos directamente en planta.

Para ello, se definieron los siguientes KPIs:

Tiempo promedio de set up en carga y descarga

Variabilidad de la temperatura durante el proceso de secado

Cumplimiento de la humedad objetivo

Porcentaje de pérdida de materia prima

### **Tiempo promedio de setup**

Para este indicador, el análisis se dividió en dos momentos clave: el set up durante el llenado de los hornos y el set up durante la descarga. En cada uno de estos procesos se identificaron primero las actividades que los componen y, posteriormente, se realizaron mediciones de tiempo. Para ello, se tomó como base la mínima muestra geométrica y se efectuaron 15 mediciones por cada actividad, lo que permitió obtener un promedio representativo.

En el proceso de llenado de hornos, se obtuvieron los siguientes tiempos promedio por actividad:

*Tabla 4. Tiempo promedio de setup*

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PROMEDIO (Segundos)</b>
Apertura de las puertas del horno	29,8
Traslado de tolva	50,73333333
Traslado del elevador hacia el horno	70,8
Conexión / montaje del elevador	40,26666667
Acomodado de mesa para llenado	106
Encendido del elevador (corrida de arranque)	80,33333333
Preparación de latas para llenado en mesa	107,6
Preparación de materia prima	25,26666667
Verificación de herramientas y checklist breve	30,26666667
Traslado de materia prima a elevador de granos	8
Llenado de latas	8
Traslado de latas hacia adentro del horno	8
Cerrado de puertas del horno	30,26666667

Al considerar el conjunto de actividades, se obtiene un tiempo promedio de set up para el proceso de llenado de 9 minutos con 55 segundos. En cuanto al proceso de descarga de hornos, se determinaron los siguientes tiempos promedio para cada actividad:

*Tabla 5. Tiempo promedio de set up*

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PROMEDIO (Segundos)</b>
Apertura de puertas del horno	46,2
Traslado de tolva	50,26666667

Montado de extensión	48
Traslado de elevador	54,2
Traslado de balanzas	37
Traslado de Tolva	45,2
Traslado de mesa	76,5333333
Traslado de cosedoras	39,1333333
Traslado de sacos vacíos	30
Verificación de aceite	27
Conexión de elevador	38,2666667
Conexión de cosedoras	32,2666667
Traslado de balanzas a producción	34,2
Conexión de balanzas	44,0666667
Encendido de elevador	57
Encendido de balanzas	28,3333333
Encendido de cosedoras	33,3333333

---

Al considerar todas las actividades, se obtiene un tiempo promedio de set up para el proceso de descarga de 12 minutos con 1 segundo. Estos resultados permiten establecer un tiempo representativo de cada etapa y constituyen una base importante para la posterior implementación de la metodología SMED, orientada a optimizar los tiempos del proceso.

#### **Variabilidad de la temperatura del proceso:**

Para evaluar la variabilidad del proceso de secado del grano, se utilizaron los registros de temperatura obtenidos a través de sensores instalados en el sistema, los cuales están conectados a un PLC que registra datos de forma continua cada 20 segundos durante todo el proceso.

Con esta información, se analizó el comportamiento del secado mediante el cálculo de la desviación estándar y el coeficiente de variación, tomando en cuenta las dos fases que conforman el proceso. Estos indicadores permitieron comprender el nivel de dispersión de la temperatura y qué tan estable se mantiene en cada etapa, observar en Ec1 y Ec2.

Ec. 1

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \mu)^2}{N}}$$

Ec. 2

$$CV = \frac{S_x}{|\bar{X}|}$$

- **$\sigma$  (sigma):** desviación estándar
- **$\sum$  (sigma mayúscula):** sumatoria (indica que se suman varios valores)
- **$x$ :** valor individual de la variable
- **$\mu$  (mu):** media o promedio poblacional
- **$(x - \mu)$ :** diferencia entre cada dato y la media
- **$N$ :** número total de datos (tamaño de la población)
- **$CV$ :** coeficiente de variación
- **$S_x$  (S sub x):** desviación estándar de la muestra
- **$(\bar{X})$ :** media o promedio de la muestra
- **(valor absoluto):** indica que se toma el valor positivo de la media

Para el desarrollo de este análisis, se trabajó con una muestra de 15 lotes de producción, cuyos resultados se presentan en la tabla 6.

*Tabla 6. Variabilidad*

LOTE DE PRODUCCION	DESVIACION ESTÁNDAR		PROMEDIO		COEFICIENTE DE VARIACIÓN	
	FASE 1	FASE 2	FASE 1	FASE 2	FASE 1	FASE 2
AFNL250728	13,5597525	8,92135836	134,233544	80,6318109	10,102%	11,064%
A011080825	17,2510229	14,7742837	150,586769	99,85876326	11,456%	14,795%
AFN250805	7,78617759	10,4018919	124,219849	77,84468439	6,268%	13,362%
AFG250724	5,22157246	6,93152739	132,023569	82,52856538	3,955%	8,399%
AFN250725	13,3837067	7,43259376	126,544996	95,19356205	10,576%	7,808%
AFN250620	5,77489311	9,45357882	104,002674	93,43323996	5,553%	10,118%
AFG250720	5,71402277	4,38393227	121,269162	88,04212272	4,712%	4,979%
AFN250722	8,9863447	5,33739103	111,343639	76,65970842	8,071%	6,962%
AFN250801	10,742531	7,812364	127,864213	84,973521	8,402%	9,194%
AFN250802	9,638275	9,517832	134,557892	89,443278	7,163%	10,641%
AFN250803	7,214683	6,275194	118,642197	79,884362	6,081%	7,855%
AFN250804	14,083521	11,487932	141,736521	91,265834	9,936%	12,587%
AFN250805	5,812943	4,952176	124,936284	78,356921	4,653%	6,320%
AFN250806	12,198735	8,673521	129,457836	87,964215	9,423%	9,860%
AFN250807	8,263519	5,487236	111,845327	75,982164	7,388%	7,222%

El coeficiente de variación, calculado a partir de los datos de las dos fases del proceso de secado del grano, presenta un valor promedio de 7,58% en la Fase 1 y de 9,41% en la Fase 2. Al encontrarse ambos valores por debajo del 10%, se puede considerar que la variabilidad de la temperatura es baja, lo que indica que el proceso mantiene un buen nivel de control térmico en sus distintas etapas, favoreciendo condiciones de secado más uniformes.

Estos resultados sirven como línea base para la implementación de la herramienta ANDON en el proceso de secado, ya que permitirán establecer rangos de control y generar alertas cuando la variabilidad supere los límites considerados aceptables.

### **Cumplimiento de humedad objetivo**

Para evaluar el cumplimiento de la humedad objetivo, se realizó un análisis enfocado en identificar el rango de humedad en el que el grano presenta un comportamiento adecuado durante su cocción. Las mediciones se efectuaron utilizando un higrómetro para granos, tomando como referencia una muestra de 15 lotes de producción. Con estos datos, se verificó si cada lote se encontraba dentro del rango considerado aceptable, establecido entre 5,5% y 6,5%, con una tolerancia de  $\pm 0,2\%$ . Los resultados obtenidos fueron registrados en hojas de control de materia prima y producto terminado, las cuales se encuentran adjuntas en los anexos.

*Tabla 7. Humedad de la materia prima y del producto terminado*

<b>LOTE DE PRODUCCIÓN</b>	<b>TIPO DE GRANO</b>	<b>HUMEDAD MATERIA PRIMA</b>	<b>HUMEDAD PRODUCTO TERMINADO</b>
AFNL250728	Feron Nacional	9,3	5,4
A011080825	Feron Nacional	11,6	6,25
AFG250805	Gourmet	11,86	6,25
AFN250724	Feron Nacional	10,1	4,27
AFG250725	Gourmet	12	6,25

AFN250620	Feron Nacional	10	3,95
AFN250720	Feron Nacional	10	4,85
AFG250722	Gourmet	11,5	6,5
A011250718	Grano 011	10,75	6,7
A011250701	Grano 011	10,85	6,1
AFN250621	Feron Nacional	9,75	6,25
AFN250701	Feron Nacional	9,48	4,6
AFG250703	Gourmet	11,85	7,75
AFG250707	Gourmet	11,85	6,4
AFN250807	Feron Nacional	10	5,5

A partir de los datos obtenidos, se identificó que 10 de los 15 lotes evaluados cumplen con el rango de humedad establecido para el producto terminado, lo que equivale a un cumplimiento del 66,67%. Este resultado existe una proporción importante de lotes fuera del rango esperado, lo que puede afectar la uniformidad del producto y sus características finales. Sin embargo, es importante destacar que la empresa cuenta con equipos de medición y control de calidad, lo que facilita el seguimiento de estos parámetros y permite tomar acciones para mejorar la estabilidad del proceso.

### **Porcentaje de pérdida de materia prima**

El control de la materia prima es fundamental para garantizar la eficiencia operativa en el proceso de secado de la Industria Arrocera Alvarado & Peñaloza. Este indicador permite cuantificar la cantidad de grano que se pierde o desperdicia desde el momento de la carga en los hornos hasta la obtención del producto terminado.

A través del análisis de las hojas de control de producción, se identificó que las pérdidas de materia prima están asociadas principalmente a factores como el manejo manual del ensacado, la variabilidad en los tiempos de deshidratación y la presencia de granos con impurezas o "pintas" que afectan el rendimiento final. La medición de este KPI sirve como línea

base para implementar estrategias de Lean Manufacturing orientadas a la reducción de desperdicios (mudas) y la optimización del aprovechamiento del grano.

A partir de las Hojas de Verificación de Producto Terminado, se han extraído los datos representativos de los lotes analizados para establecer la línea base de producción.

**Tabla 8.** *Porcentaje de humedad de la materia prima y del producto terminado*

<b>Fecha de Lote</b>	<b>Tipo de Grano</b>	<b>Cantidad Cargada (Quintales)</b>	<b>Humedad Inicial (%)</b>	<b>Humedad Final (%)</b>	<b>Observación de Rendimiento/Calidad</b>
17/06/2025	Ferón Nacional	111 qq	9,55%	4,58%	Grano muy seco, muchas pintas amarillas.
20/06/2025	Ferón Nacional	79 qq	10,12%	5,00%	Se pasó la deshidratación; apariencia "chupada".
23/06/2025	Ferón Nacional	120 qq	9,75%	6,25%	Humedad ideal; presentación del grano ideal.
01/07/2025	Ferón Nacional	158 qq	9,48%	4,60%	Demasiadas pintas amarillas; requiere menos horas de calor.
08/07/2025	Ferón Gourmet	136 qq	11,88%	6,40%	Excelente calidad; no se pega en la olla.

Se evidencia una falta de estandarización en el proceso de secado, ya que algunos lotes alcanzan niveles de humedad adecuados (entre 6,25% y 6,40%), lo que permite un buen comportamiento en la cocción. Sin embargo, otros lotes presentan valores mucho más bajos, llegando hasta 4,58%, lo que afecta la apariencia del grano, haciéndolo ver reseco o con pintas amarillas. Esta variabilidad no solo impacta en la calidad del producto, sino también en el aprovechamiento de la materia prima. Cuando el grano se deshidrata en exceso, se reduce su volumen comercializable y se deteriora su presentación, generando pérdidas tanto de material como de energía utilizada en el proceso.

Además, se identifica que el proceso de ensacado y pesaje, al ser manual, genera variaciones en la operación y desplazamientos innecesarios. Esto contribuye al desorden en el área de trabajo y puede incrementar las pérdidas por manipulación.

### **Implementación de SMED**

Se analizó paso a paso cómo se realiza el proceso cuando termina el secado en un horno y se inicia el trabajo en otro. Durante este análisis, se identificaron las actividades que se realizan mientras el equipo está detenido (actividades internas) y aquellas que pueden realizarse antes o después sin detener el proceso (actividades externas). Además, se midieron los tiempos que toma cada actividad durante el cambio entre hornos, con el fin de conocer cuánto tiempo se pierde en estas operaciones y cuáles son los factores que generan demoras.

A partir de esta evaluación, fue posible detectar oportunidades de mejora, especialmente en actividades que generan esperas, movimientos innecesarios o retrasos en el inicio del siguiente proceso. Con esta información se planteó una propuesta de mejora orientada a reducir los tiempos de cambio, facilitar las operaciones y mantener una mayor continuidad en el proceso productivo, contribuyendo así a mejorar la eficiencia del área de secado.

#### **Método:**

#### **Maquinaria Utilizada:**

- 4 hornos industriales a gas, cada uno con dimensiones de 3 m de ancho x 2,80 m de alto x 5 m de profundidad.
- 1 tolva de almacenamiento de granos con capacidad aproximada de 75 quintales de 50 kg.
- 1 elevador de granos eléctrico.
- 2 cosedoras industriales.
- 2 balanzas.
- 1 carro de transporte manual.

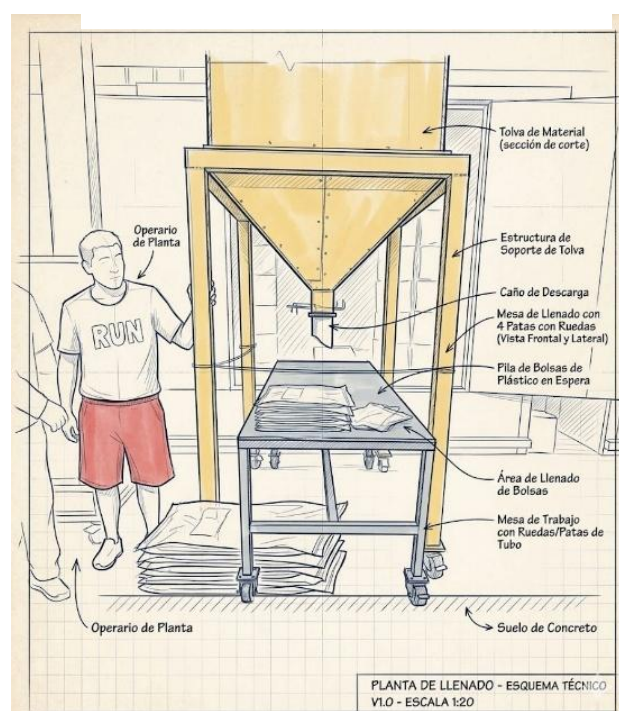
## Procesos dentro del área de producción:

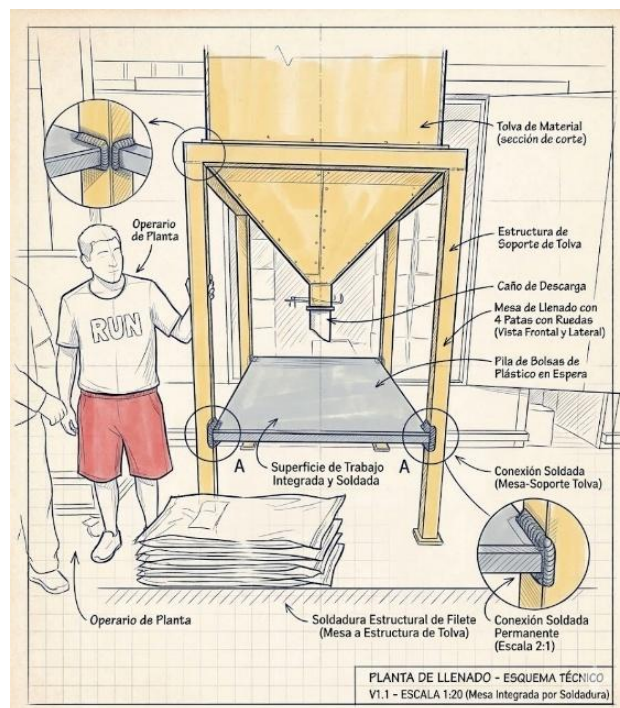
### Llenado de hornos

El llenado de los hornos corresponde a la primera etapa del proceso dentro del área de secado. En esta fase se prepara el horno para iniciar el tratamiento del grano de arroz y garantizar que el proceso se realice de forma continua. El procedimiento comienza con el traslado de la maquinaria y de los equipos necesarios hacia el horno que será utilizado. Al mismo tiempo, la materia prima es llevada hacia el elevador de granos, equipo que permite transportar el arroz hasta una tolva. Esta tolva funciona como un depósito temporal que ayuda a mantener un flujo constante de grano durante la carga del horno.

Desde la tolva, el arroz se coloca en latas de aluminio con una capacidad aproximada de 25 libras. Estas latas son utilizadas por los operarios para introducir el grano dentro del horno hasta completar la carga necesaria para iniciar el secado. Este proceso se desarrolla de manera continua, ya que cada actividad se realiza siguiendo una secuencia ordenada. Primero se traslada el grano, luego se eleva hacia la tolva, después se llenan las latas y finalmente se coloca el arroz dentro del horno. Esta forma de trabajo permite mantener un flujo constante en la operación y facilita el desarrollo de las actividades dentro del área de producción.

*Figura 11. Proceso de llenado de hornos*





### Tiempos e identificación de actividades:

*Tabla 9. Tiempos y Actividades*

Actividad	Tiempo	Identificación
Apertura de las puertas del horno	0:30	Interna(-)
Traslado de tolva	0:50	Interna(-)
Traslado del elevador hacia el horno	1:10	Interna(-)
Conexión / montaje del elevador	0:40	Interna(-)
Acomodado de mesa para llenado	1:45	Interna(-)
Encendido del elevador (prueba)	1:20	Interna(-)
Preparación de latas para llenado en mesa	1:50	Interna(-)
Preparación de materia prima	0:25	Interna(-)
Verificación de herramientas y checklist breve	0:30	Interna(-)
Materia prima a elevador de granos	0:08	Interna(-)
Llenado de latas	0:08	Interna(-)
Traslado de latas hacia adentro del horno	0:08	Interna(-)
Cerrado de puertas del horno	0:30	Interna(-)

### Secado del grano

Una vez que el horno alcanza su capacidad total de carga, aproximadamente 160 quintales de arroz de 50 kg cada uno, se procede a cerrar las compuertas para asegurar que el sistema quede bien sellado. Después de esto, se enciende el horno industrial a gas, lo que

permite iniciar el proceso de secado del grano.

Durante esta etapa, el horno funciona bajo condiciones controladas de temperatura, presión y tiempo, las cuales permiten reducir la humedad del arroz hasta alcanzar los niveles necesarios para continuar con las siguientes etapas del proceso productivo. Sin embargo, dentro del alcance de esta herramienta de mejora, el proceso de secado no será analizado en detalle.

### **Descarga de hornos**

Una vez que termina el proceso de secado del arroz, se inicia la etapa de descarga del horno y ensacado del producto. En este momento el grano ya se encuentra seco y listo para continuar con las siguientes actividades dentro del área de producción.

El proceso comienza con la preparación de los equipos necesarios. Para ello se ubican en el área las cosedoras, las balanzas, el elevador de granos y el carro de transporte, asegurando que todos los equipos estén en su lugar y listos para trabajar. Después de esto se realiza la descarga de las latas de aluminio que contienen el arroz seco. Estas latas se vacían manualmente y el grano se deposita en el elevador de granos. El elevador transporta el producto hasta una tolva, que funciona como un depósito temporal y permite mantener un flujo constante del arroz hacia el área donde se realiza el ensacado.

A continuación, se lleva a cabo el ensacado del producto. Cada saco es pesado en la balanza para comprobar que cumple con el peso establecido. Una vez verificado el peso, los sacos se cierran utilizando las máquinas cosedoras, lo que permite que el producto quede correctamente sellado para su manipulación y almacenamiento. Finalmente, los sacos de arroz ya terminados se trasladan hacia el área de almacenamiento de producto final, utilizando un carro de transporte manual u otros medios disponibles dentro de la planta.

## Tiempos e identificación de actividades:

*Tabla 10. Actividades Identificación*

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Identificación</b>
Apertura de puertas del horno	0:40	Interna(-)
Traslado de tolva	0:50	Interna(-)
Montado de extensión al brazo de la tolva para ensacado	0:45	Interna(-)
Traslado de elevador	0:50	Interna(-)
Traslado de balanzas	0:35	Interna(-)
Traslado de Tolva	0:42	Interna(-)
Traslado de mesa	1:15	Interna(-)
Traslado de cosedoras	0:35	Interna(-)
Traslado de sacos vacíos a llenar	0:30	Interna(-)
Verificación de aceite de cosedoras	0:25	Interna(-)
Conexión de elevador	0:35	Interna(-)
Conexión de cosedoras	0:30	Interna(-)
Conexión de balanzas	0:30	Interna(-)
Encendido de elevador	0:40	Interna(-)
Encendido de balanzas	0:25	Interna(-)
Encendido de cosedoras	0:30	Interna(-)
Vaciado de latas a la tolva	0:11	Interna(-)
Pesado	0:13	Interna(-)
Cosido	0:14	Interna(-)
Apilado al carro manual	0:05	Interna(-)

### **Propuesta de mejora: Optimización de la mesa de llenado de hornos**

Actualmente, durante el cambio entre hornos, la mesa utilizada para el llenado del grano debe ser retirada de debajo de la tolva, trasladada y colocada nuevamente en el siguiente horno. Este procedimiento requiere que los operarios realicen varios movimientos y ajustes cada vez que se cambia de horno.

Esta situación genera más tiempo de trabajo y mayor esfuerzo físico para el personal, ya que la mesa debe moverse y acomodarse repetidamente durante la jornada. Como resultado, el

tiempo necesario para iniciar el siguiente proceso se incrementa. Con el fin de mejorar esta actividad y facilitar el trabajo del personal, se plantea una propuesta de mejora orientada a optimizar el uso y la ubicación de la mesa de llenado, buscando reducir los movimientos innecesarios y disminuir el tiempo requerido durante el cambio entre hornos.

**Modificación de la mesa de llenado:**

La propuesta consiste en retirar las patas actuales de la mesa que se utiliza para el llenado de los hornos y colocar ganchos o soportes directamente en la estructura de la tolva. De esta manera, la mesa podría quedar sujeta y apoyada de forma segura sobre la tolva, sin necesidad de utilizar patas adicionales.

Con esta modificación, cuando se realice el cambio hacia el siguiente horno, la mesa permanecería fija junto a la tolva, evitando tener que retirarla, trasladarla y acomodarla nuevamente cada vez que se inicia una nueva carga. Esto permitiría realizar el trabajo de forma más sencilla y con menos movimientos por parte del personal.

**Beneficios operativos:**

- Reducción de peso y volumen al momento de trasladar la mesa, ya que ya no es necesario mover las patas por separado.
- Eliminación de pasos innecesarios durante el setup de cambio de horno, reduciendo el tiempo de preparación y reorganización.
- Mejora en la seguridad y ergonomía, al reducir la manipulación manual de la mesa pesada.

*Figura 12. Operador en proceso de llenado*



### **Impacto con herramienta:**

Con la aplicación de esta mejora se espera reducir el tiempo necesario para realizar el cambio entre hornos, ya que se eliminan algunos pasos y movimientos que actualmente deben realizar los operarios. Se estima que esta modificación podría ahorrar aproximadamente entre uno y dos minutos en cada cambio o preparación del horno.

Además, esta mejora permitiría que las actividades se desarrollen de manera más rápida y ordenada, facilitando el trabajo del personal. De esta forma, el proceso puede mantenerse con mayor continuidad, lo que contribuye a mejorar el funcionamiento del área de producción y a realizar las tareas de forma más segura y eficiente.

### **Tiempos e identificación de actividades:**

*Tabla 11. Tiempos y Actividades con Mejoras*

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Identificación</b>
Apertura de las puertas del horno	0:30	Interna(-)
Traslado de tolva	0:30	Interna(-)
Traslado del elevador hacia el horno	0:42	Interna(-)
Conexión / montaje del elevador	0:28	Interna(-)
Acomodado de mesa para llenado	0:00	Eliminada
Encendido del elevador (prueba)	0:40	Interna(-)
Preparación de latas para llenado en mesa	0:40	Externa(+)
Preparación de materia prima	0:40	Externa(+)
Verificación de herramientas y checklist breve	0:15	Externa(+)
materia prima a elevador de granos	0:08	Interna(-)
Llenado de latas	0:08	Interna(-)
Traslado de latas hacia adentro del horno	0:08	Interna(-)
Cerrado de puertas del horno	0:30	Interna(-)

La aplicación de la metodología SMED en el proceso de preparación del horno permitió optimizar los tiempos de setup mediante la eliminación de actividades innecesarias y la

conversión de tareas internas en externas. Para validar estos resultados, se realizaron un total de 15 mediciones de tiempo antes y después de la implementación. Como resultado, el tiempo total de preparación se redujo de 9 minutos con 43 segundos a 5 minutos con 19 segundos, lo que representa una mejora aproximada del 45% en el tiempo de cambio de proceso.

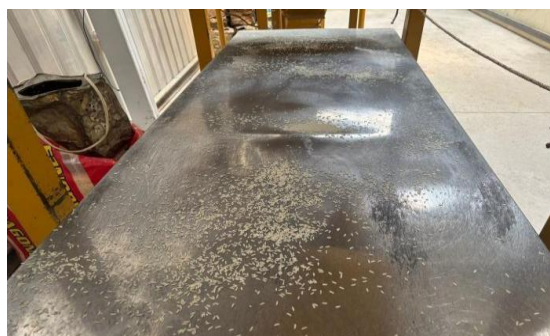
### **Implementación del *Poka Yoke***

En la empresa Alvarado y Peñaloza S.A., dedicada al secado y procesamiento del grano de arroz, se identificó la necesidad de aplicar esta herramienta en la etapa de llenado de las latas que transportan el grano hacia el horno de secado. Durante la observación del proceso se detectaron algunas situaciones que ocasionaban pérdida de producto y daños frecuentes en los recipientes utilizados para el llenado de los hornos. Por esta razón, se consideró importante analizar esta actividad y proponer una mejora que permita prevenir estos errores durante la manipulación de las latas, contribuyendo así a un proceso más ordenado, seguro y eficiente dentro del área de producción.

### **Descripción del problema**

Durante el proceso de llenado en la mesa de trabajo se evidenciaron fallas repetitivas que afectan la eficiencia operativa. Entre los principales problemas se observó la caída de arroz al piso, lo que genera contaminación del producto, así como una pérdida promedio de 36 onzas de arroz por cada ciclo de llenado del horno. Además, se presentaron golpes y colisiones entre las latas, ocasionando su caída, lo que a su vez provocó daños como deformaciones y fracturas, afectando entre 1 y 3 latas por ciclo.

***Figura 13. Evidencia de Derrame de Arroz***



Para evitar estos errores se diseñó e instaló un *Poka-Yoke* de barrera tipo tope lateral en la mesa de llenado.

**Tabla 12.** Características técnicas del dispositivo

<b>Tipo:</b> Tope lateral continuo	<b>Cobertura:</b> Todo el perímetro de la mesa, excepto un espacio central de 50 cm destinado a la recolección del arroz acumulado.
<b>Material:</b> Acero inoxidable.	<b>Capacidad operativa:</b> Permite trabajar con hasta 6 latas simultáneamente.

**Figura 14.** Herramientas y Materiales Utilizados



**Altura del borde:** 3.5 cm sobre el límite original de la mesa.

**Flujo en “U”:** Las latas ingresan vacías y salen llenas hacia el interior del horno

A. Vista general. B. Espacio central de 50 cm para la recolección controlada de arroz. C. Funcionamiento en “U” con ingreso y salida de latas. D. Proceso de trabajo en el área operativa.

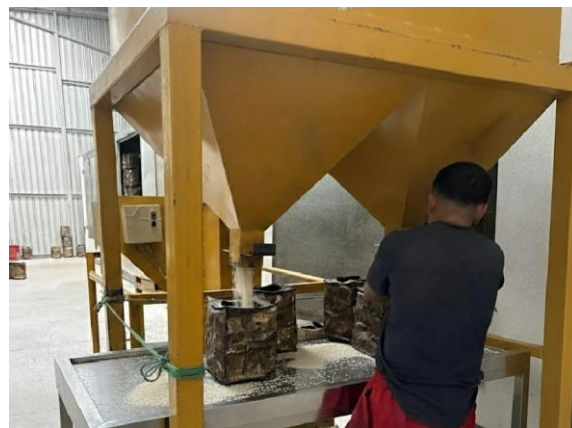
### Funcionalidad principal

Evita que el arroz caiga al piso, que las latas se caigan durante el llenado y que se produzcan golpes entre ellas que puedan deformarlas. Además, evita tiempos de limpieza

excesivos y reduce los riesgos de contaminación del producto. Es importante evidenciar que el borde metálico funciona como una pequeña barrera que ayuda a mantener las latas dentro del área de trabajo. Esto evita que las latas se desplacen de forma brusca o que puedan caerse mientras se realiza el llenado. La altura del borde permite que los operarios puedan manipular las latas con normalidad, pero al mismo tiempo evita que estas salgan del espacio de la mesa.

Además, si durante el proceso se derrama una pequeña cantidad de arroz, el borde ayuda a que el grano no caiga al piso. De esta manera, el arroz queda dentro del área de trabajo y puede recogerse de forma rápida y segura, evitando pérdidas de producto y manteniendo el área más limpia.

*Figura 15. Latas en proceso de llenado apoyadas sobre el Poka-Yoke*



### **Implementación del sistema Andon**

Para la implementación del sistema Andon en los hornos de secado, se plantea su uso como una herramienta que permita a los operarios identificar de forma rápida el estado del proceso en tiempo real. La finalidad principal es contar con indicadores visuales y auditivos que faciliten el control continuo del secado, permitiendo detectar de manera inmediata cualquier desviación respecto a los parámetros establecidos.

Para ello, se propone la instalación de sensores de temperatura que registran datos en función del tiempo que, conectados a un PLC, puedan transmitir los datos a una pantalla

digital industrial y ciertas alertas de cambio de fase a un semáforo, con el objetivo de que se pueda visualizar las condiciones del proceso y se configure los parámetros a los que se somete el grano durante cada fase del secado.

Esto busca asegurar un uso adecuado del sistema y contribuir a un mejor control operativo del secado.

*Figura 17. Sensores aplicados en el horno*



*Figura 16. Implementación de PLC a Pantalla*



## Caracterización del sistema

Para la caracterización del sistema de secado se ha decidido centrar el análisis estructural y físico del equipo, así como en sus condiciones generales de funcionamiento dentro del proceso productivo con el objetivo de describir de manera clara cómo está conformado el horno y bajo qué condiciones opera en la práctica. En este sentido, se toman en cuenta elementos como su capacidad de carga, la disposición interna del sistema, el tipo de energía utilizada y las condiciones necesarias para su operación.

*Tabla 13. Identificación, Características físicas y capacidad del horno*

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>
Nombre del equipo	Horno industrial de secado de grano de arroz
Tipo de proceso	Secado térmico por convección
Modo de operación	Por lotes (Batch)
Cantidad de equipos	1 horno tipo (referencial)
Ancho	3.00 m
Alto	2.80 m
Profundidad	5.00 m
Volumen interno	42 m <sup>3</sup>
Material estructural	Ladrillo con aislamiento térmico interno
Base interna	Parrilla metálica a 60 cm del suelo
Capacidad de carga	600 latas
Peso por lata	25 lb
Capacidad total	15,000 lb
Tipo de recipiente	Latas rectangulares de aleación metálica
Distribución interna	Apilamiento tipo piramidal

**Tabla 14. Sistema Térmico y de Combustión**

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>
Tipo de combustible	Gas
Sistema de combustión	3 flautas inferiores
Ubicación de flautas	Parte inferior del horno
Regulación	3 válvulas manuales de gas
Tipo de transferencia de calor	Convección natural (flujo ascendente)
Dirección del calor	De abajo hacia arriba
Patrón de flujo	Espiral ascendente
Interacción con el grano	Paso directo a través de la masa de latas
Salida de vapor	5 ventanillas superiores (50x50 cm)
Control de ventilación	Manual (apertura/cierre según fase)

**Tabla 15. Seguridad y Operación del sistema**

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>
Tipo de carga	Manual
Tipo de descarga	Manual
Sistema auxiliar	Elevador + tolva
Variable de control principal	Temperatura, tiempo y observación del color
Tipo de control operativo	Recetas por tipo de grano
Control de gas	Válvulas manuales
Riesgos principales	Sobrecalentamiento
Sistema de alerta	Alarmas por desviación térmica
Aislamiento térmico	Presente
Supervisión	Control visual + monitoreo digital

Figura 18. Caracterización del sistema



A partir de esta información, se estructuró un esquema integral que describe tanto los componentes del horno como el comportamiento del proceso en sus distintas fases. Esta representación permitió visualizar de manera ordenada la interacción entre variables como temperatura, tiempo y humedad, facilitando la comprensión del proceso de secado y sirviendo como base para el análisis, control y propuesta de mejoras dentro de la operación.

### Prueba piloto y resultados esperados

La prueba piloto se realizará en uno de los cuatro hornos disponibles en la planta, con el fin de evaluar el funcionamiento del sistema Andon antes de aplicarlo en todos los equipos. Durante esta prueba se analizarán aspectos como la conexión entre las señales del PLC, las luces, las alertas Andon y la efectividad del sistema para detectar las temperaturas establecidas.

Se espera que la implementación de esta herramienta mejore el control del proceso de secado, permitiendo identificar de manera más rápida cuando el horno alcanza temperaturas importantes y facilitar una intervención oportuna en las fases críticas. Además, el sistema

permitirá supervisar el proceso de forma más sencilla mediante señales visuales, reduciendo la necesidad de verificaciones manuales y contribuyendo a un trabajo más organizado, seguro y eficiente.

### **Análisis de fases de Secado**

El análisis de las fases de secado permitió identificar las diferentes etapas por las que pasa el arroz dentro del horno durante todo el proceso, cada una caracterizada por un tiempo aproximado de duración y una temperatura específica para asegurar un secado adecuado del grano. El proceso inicia con una etapa de calentamiento inicial, seguida de la deshidratación para reducir rápidamente la humedad del arroz, más adelante se presentan la fase de coloración, primero una coloración con el objetivo de evitar que el grano se quemara, finalmente, el proceso concluye con la etapa de enfriamiento. Estas fases también sirven como base para el sistema Andon, ya que permiten establecer puntos de control visual para que el operario identifique cuándo el horno alcanza las temperaturas clave de cada etapa.

*Tabla 16. Especificaciones del proceso*

<b>Fase</b>	<b>Nombre de la fase</b>	<b>Tiempo promedio</b>	<b>Temperatura promedio</b>	<b>Objetivo de control Andon</b>
1	Inicio del sistema	15 minutos	-	Verificar que todos los parámetros y variables del sistema estén en correcto funcionamiento.
2	Calentamiento	43 minutos	115°C	Indicar cuando se alcanza la temperatura máxima para dar paso a la siguiente fase
3	Deshidratación	4 horas	90°C	Mantener la temperatura estable, evitar sobrecalentamiento.
4	Coloración	1 hora 40 minutos	85°C	Alertar al operador cuando se alcance el pico de coloración.
5	Enfriamiento	20 horas	32°C (ambiente)	Señalizar cuando la temperatura baja de 40°C para permitir manipulación segura.

La tabla 13 muestra los colores del sistema Andon que se asignaron a cada fase del proceso de secado del horno. Cada color permite que el operario identifique de forma rápida en qué etapa se encuentra el proceso, facilitando el control del horno durante el secado del arroz.

A continuación, se detalla el color asignado en el sistema Andon para cada proceso.

**Tabla 17. Fases del Proceso**

<b>Nombre de la Fase</b>		<b>Color Andon Asignado</b>
Fase 1 – Inicio del Sistema	●	Verde
Fase 2 – Calentamiento	●	Rojo
Fase 3 – Deshidratación	●	Amarillo
Fase 4 – Coloración	●	Verde
Fase 5 – Enfriamiento	●	Azul

**Figura 19. Andon en el Horno**



**Discusión:****Tabla 18. Tabla de Discusión**

<b>Herramienta</b>	<b>Estado de implementación</b>	<b>Resultado obtenido</b>
5S	Implementación parcial (Seiri, Seiton y Seiso)	Organización y clasificación visual del área de trabajo y bodegas.
KPIs	Implementado	Tiempo promedio de setup de carga: 9 min 55 s. Tiempo promedio de setup de descarga: 12 min 1 s. Variabilidad térmica promedio: 7,58% y 9,41%. Cumplimiento de humedad objetivo: 66,67%. Pérdida de materia prima: 0,35%.
SMED	Implementado	Reducción aproximada del 45% en el tiempo de cambio del proceso de carga y descarga de hornos.
Poka-Yoke	Implementado	Reducción promedio de 36 onzas de arroz derramado por ciclo de llenado.
Andon	Implementado	Monitoreo en tiempo real mediante pantalla industrial con curvas de temperatura del proceso de secado.
Caracterización del sistema	Implementado	Levantamiento de parámetros físicos y operativos del horno

Los resultados obtenidos en la Industria Arrocera Alvarado & Peñaloza evidencian que el proceso de secado del grano de arroz presenta varias ineficiencias, principalmente relacionadas con la organización del área de trabajo, la presencia de actividades que no aportan valor y la falta de estandarización. Este proceso fue seleccionado por ser una de las etapas más críticas dentro de la producción, debido a su impacto directo en la calidad del producto, el consumo energético y los tiempos operativos. A través de la aplicación del Value Stream Mapping (VSM), fue posible identificar tiempos de espera, interrupciones en el flujo y tareas repetitivas. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Oliveira et al. (2017), quienes señalan que el uso del VSM permite detectar desperdicios dentro de los procesos productivos y visualizar oportunidades claras de mejora en el flujo de trabajo.

Asimismo, en el área de descarga de hornos se identificó que varias actividades se realizan de forma manual y sin una ubicación fija de equipos, lo que genera variabilidad en el proceso y posibles retrasos. Este resultado es consistente con lo planteado por Espíndola et al. (2019), quienes destacan que la falta de estandarización en los procesos limita la eficiencia y dificulta el control de las operaciones, mientras que la estructuración adecuada de las actividades permite mejorar el flujo de información y la coordinación entre áreas.

Por otro lado, los resultados del presente estudio también muestran que existen pérdidas asociadas al manejo del proceso de secado, lo cual puede afectar la productividad y la calidad del producto final. En este sentido, Silva y Oliveira (2020) mencionan que el proceso de secado de granos es una etapa crítica dentro de la cadena productiva, ya que influye directamente en la conservación del grano y en la eficiencia del sistema. Además, estos autores destacan que variables como la humedad, el rendimiento de los equipos y la disponibilidad influyen en la productividad del proceso, lo cual coincide con las observaciones realizadas en esta investigación.

Desde una perspectiva general, los resultados obtenidos reflejan la necesidad de implementar herramientas de mejora continua de manera más estructurada dentro de la empresa. Como señalan Vinodh et al. (2020), estas estrategias permiten optimizar los procesos, reducir desperdicios y aprovechar mejor los recursos, lo que se traduce en una mejora en la calidad del producto. Sin embargo, su implementación no es sencilla, ya que implica un cambio a nivel cultural y el compromiso de todo el personal, lo cual suele representar una de las principales debilidades de la filosofía Lean (Monden, 2011). En el caso analizado, los resultados evidencian que aún no existe una cultura sólida de mejora continua, lo que limita la aplicación efectiva de estas herramientas y, al mismo tiempo, representa una oportunidad importante de mejora.

### **Conclusiones:**

El análisis del proceso permitió identificar varios problemas que afectan la eficiencia, como tiempos muertos, desorden en el área y falta de uniformidad en las operaciones. También se evidenció que muchas actividades dependen del trabajo manual, lo que genera variaciones en

los resultados y afecta la calidad del producto. En general, el proceso funciona, pero presenta oportunidades claras de mejora

La propuesta de mejora permitió organizar mejor el proceso y reducir actividades innecesarias mediante herramientas como 5S, SMED, KPIs, Poka-Yoke y Andon. Estas herramientas ayudaron a tener mayor control sobre variables importantes como tiempo, temperatura y pérdidas, además de mejorar el orden y la forma de trabajar. Con esto, se logró plantear un proceso más claro, controlado y eficiente.

La prueba piloto permitió comprobar que las mejoras sí funcionan en la práctica. Se logró reducir tiempos de preparación, disminuir pérdidas de producto y mediante señales visuales mejorar el control del proceso. Esto demuestra que las herramientas aplicadas son útiles y pueden mantenerse en el tiempo para seguir mejorando el proceso.

El estudio y aplicación de herramientas Lean, partiendo de un diagnóstico inicial, seguida de su implementación y posterior validación mediante una prueba piloto, permitió obtener una visión integral del funcionamiento de la empresa. Este proceso facilitó la identificación de áreas de mejora, así como oportunidades concretas en las que es posible generar valor y contribuir al desarrollo organizacional. Asimismo, el uso de estas herramientas resultó fundamental para consolidar los conocimientos adquiridos durante la formación académica, permitiendo su aplicación práctica en un contexto real y aportando al desarrollo de un estudio completo.

**Anexos:**

**VSM**

**Anexo 1: [Línea de Tiempo para VSM](#)**

**Anexo 2: [Análisis de Datos Descriptivos Proceso de Secado](#)**

**Anexo 3: [Diagrama de Flujo procesos](#)**

**Anexo 4: [Diagrama de Spaghetti](#)**

**Snap Picture**

**Anexo 6: [Evidencias Snap Picture](#)**

**Anexo 7: [Etiquetas de perchado 5S](#)**

**Anexo 8: [Aplicación 5S Bodega de Sacos](#)**

**ANDON**

**Anexo 9: [Promedio de SET UP](#)**

**Anexo 10: [Hojas de Control de Producción](#)**

**Anexo 11: [Variabilidad](#)**

**Anexo 12: [Humedad](#)**

**Anexo 13: [Video de Andon](#)**

## Referencias Bibliográficas:

- Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(7), 876–940.  
<https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>
- Buer, S. V., Strandhagen, J. O., & Chan, F. T. S. (2018). The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: Mapping current research and establishing a research agenda. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2924–2940.  
<https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1311031>
- Calderón, I. J., Rodas, R. E., & Avilés, J. (2025). *Aplicación de los principios Lean para la mejora continua: Caso aplicado Imporsopapel* (Tesis de pregrado). Universidad del Azuay.
- Dudek-Burlikowska, M., & Szewieczek, D. (2009). The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 36(1), 95–102.  
[http://jamme.acmsse.h2.pl/papers\\_vol36\\_1/36112.pdf](http://jamme.acmsse.h2.pl/papers_vol36_1/36112.pdf)
- Espíndola, S. C. N. L., Albuquerque, A. P. G., Xavier, L. A., Melo, F. J. C., & Medeiros, D. D. (2019). Standardization of administrative processes: A case study using continuous improvement tool. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 16(4), 706–723.  
<https://doi.org/10.14488/BJOPM.2019.v16.n4.a15>
- García, M., & Amador, A. (2019). Cómo aplicar Value Stream Mapping (VSM). *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 8(2), 68–83.  
<https://doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n2e30.68-83>
- Henaó, R., Sarache, W., & Gómez, I. (2019). Lean manufacturing and sustainable performance: Trends and future challenges. *Journal of Cleaner Production*, 208, 99–116.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.116>
- Jorna, A. R., Véliz, P. L., & Machado, L. (2022). Propuesta de acciones para eliminar mudas en la

- gestión de los procesos en instituciones de salud cubanas. *Revista Cubana de Salud Pública*, 48(1), e3121. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662022000100004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662022000100004)
- Khan, S. A., Kaviani, M. A., Galli, B. J., & Ishtiaq, P. (2019). Application of continuous improvement techniques to improve organization performance: A case study. *International Journal of Lean Six Sigma*. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-05-2017-0048>
- Kumar, N., Hasan, S. S., Srivastava, K., Akhtar, R., Yadav, R. K., & Choubey, V. K. (2022). Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. *Materials Today: Proceedings*, 64, 1188–1192. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.481>
- Lazarevic, M., Mandic, J., Sremcevic, N., Vukelic, D., Debevec, M. (2020). A systematic literature review of Poka-Yoke and novel approach to theoretical aspects. *Journal of Mechanical Engineering*. 65(2019)7-8, 454-467. [https://www.sv-jme.eu/wp-content/uploads/ns\\_articles/files/ojs/6056/public/6056-33251-1-PB.pdf](https://www.sv-jme.eu/wp-content/uploads/ns_articles/files/ojs/6056/public/6056-33251-1-PB.pdf)
- Monden, Y. (2011). *Toyota production system: An integrated approach to just-in-time* (4th ed.). CRC Press.
- Morales-Contreras, M. F., Suárez-Barraza, M. F., & Leporati, M. (2020). Identifying muda in a fast food service process in Spain. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 12(2), 201–226. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-10-2019-0116>
- Moyano, J. D., Pacurucu, B. S. & Avilés, J. (2023). *Propuesta de aplicación de la filosofía Lean Manufacturing y metodología para la estandarización de procesos en el área de confección: Caso aplicado empresa Davero's* (Tesis de pregrado). Universidad del Azuay.
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Salazar, K. I., Castillon, S. C., & Cárdenas, G. A. M. (2022). Metodología 5S: Una revisión bibliográfica y futuras líneas de investigación. *Qantu Yachay*, 2(1), 41-

62. <https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v2i1.20>

Silva, D. M., & Oliveira, H. M. (2020). Application of the OEE tool as a proposed increase in productivity in grain drying systems. *Gestão & Produção*, 27(4), e4964.

<https://doi.org/10.1590/0104-530X4964-20>

Singh, B., Garg, S. K., & Sharma, S. K. (2011). Value stream mapping: literature review and implications for Indian industry. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*,

53, 799–809. <https://doi.org/10.1007/s00170-010-2860-7>

Sócola López AH, Medina Marchena A, Olaya Guerrero LM. Las 5S, herramienta innovadora para mejorar la productividad. *Rev Metropolitana Ciencias Aplicadas*. 2020;3(3):41-47.

<https://www.redalyc.org/pdf/7217/721778107006.pdf>

Tortorella, G. L., & Fettermann, D. (2018). Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 56(8),

2975–2987. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1391420>

Vargas-Hernández, J. G., Muratalla-Bautista, G., & Jiménez Castillo, M. T. (2018). Sistemas de producción competitivos mediante la implementación de la herramienta Lean Manufacturing.

*Ciencias Administrativas*, 6(11), 80–94.

[https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2314-](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314-)

[37382018000200081](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314-37382018000200081)

Vinodh, S., Antony, J., Agrawal, R., & Douglas, J. A. (2020).

Integration of continuous improvement strategies with Industry 4.0: A systematic review and agenda for further research. *The TQM Journal*. <https://doi.org/10.1108/TQM-07-2020-0157>