

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN
MANUFACTURING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN
LA FABRICACIÓN DE CUBOS DE HIELO EN UNA EMPRESA DE
ALIMENTOS

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTADA POR:

Bach. CUADROS AMAO, KAROLAY LIZETH

Bach. SALINAS LOAYZA, LIZETH ZANIRA

Asesor: Mg. MATEO LÓPEZ, HUGO JULIO

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, hermanos y sobrina quienes me brindaron sus consejos, apoyo y confianza a lo largo de mi carrera profesional.

Karolay Cuadros Amao

Esta tesis está dedicada en especial a mi padre que gracias a él pude iniciar esta hermosa carrera y sé que ahora desde el cielo me guía y protege; a mi madre que siempre estuvo ahí con su apoyo incondicional, ser mi ejemplo en lo personal y profesional y a hermano que han sido el soporte perfecto para nunca decaer y siempre mantenerme firme en cada etapa del proceso de mi carrera profesional.

Lizeth Salinas Loayza

AGRADECIMIENTO

A Dios, nuestras familias y a nuestro asesor por darnos su apoyo y conocimiento para realizar el siguiente trabajo de investigación.

Karolay Cuadros y Lizeth Salinas

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos.....	13
1.1.1 Descripción del problema	13
1.1.2 Formulación del problema general y específicos.....	18
1.1.2.1 Problema general	18
1.1.2.2 Problemas específicos.....	18
1.2 Objetivo general y específico	18
1.2.1 Objetivo General.....	18
1.2.2 Objetivo Especifico.....	19
1.3 Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática.....	19
1.3.1 Delimitación temporal	19
1.3.2 Delimitación espacial.....	19
1.3.3 Delimitación temática	19
1.4 Justificación e importancia	19
1.4.1 Justificación	19
1.4.1.1 Justificación teórica	19
1.4.1.2 Justificación práctica.....	20
1.4.1.3 Justificación social	20
1.4.1.4 Justificación económica	20
1.4.1.5 Justificación metodológica	21
1.4.1.6 Justificación legal	21
1.4.1.7 Justificación ecológica.....	21
1.4.2 Importancia	21
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	24
2.1 Antecedentes del estudio de investigación	24
2.1.1 Antecedentes Nacionales	24
2.1.2 Antecedentes Internacionales	26

2.2	Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio	27
2.2.1	Historia de Lean Manufacturing	27
2.2.2	Lean Manufacturing.....	29
2.2.3	Herramientas de Lean Manufacturing	30
2.2.4	Los Siete Desperdicios.....	35
2.2.5	Productividad.....	36
2.2.6	Inocuidad de alimentos	38
2.2.7	Producción rechazada	39
2.2.8	Reducción de costos.....	40
2.2.9	Tiempo de ciclo	41
2.2.10	Fallas de máquinas.....	41
2.2.11	Deterioro de máquinas	42
2.3	Definición de términos básicos.....	42
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS		43
3.1	Hipótesis	43
3.1.1	Hipótesis general.....	43
3.1.2	Hipótesis específicas.....	43
3.2	Variables.....	43
3.2.1	Definición conceptual de las variables	43
3.2.2	Operacionalización de las variables.....	44
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		45
4.1	Tipo y nivel.....	45
4.2	Diseño de investigación.....	45
4.3	Población y muestra.....	45
4.3.1	Población	45
4.3.2	Muestra	45
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	46
4.4.1	Tipos de técnicas e instrumentos	46
4.4.1.1	Técnicas	46
4.4.1.2	Instrumentos.....	46
4.4.2	Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos.....	46
4.4.3	Procedimientos para la recolección de datos	46
4.5	Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	50

4.6	Recolección de datos	50
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA		
INVESTIGACIÓN		
5.1	Diagnóstico y situación actual	51
5.1.1	Antecedentes de la empresa de estudio.....	51
5.1.2	Clasificación de clientes de la empresa	51
5.1.3	Competencia de la empresa	52
5.2	Estudio del proceso de fabricación de cubos de hielo	52
5.2.1	Descripción del proceso de fabricación de hielo	52
5.2.2	Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de cubos de hielo.....	55
5.2.3	Diagrama de actividades del proceso de fabricación de cubos de hielo.....	56
5.2.4	Diagrama de flujo	57
5.2.5	Producción	58
5.2.6	Capacidad de máquinas	60
5.3	Diagnóstico actual	62
5.3.1	Tiempo de ciclo	62
5.3.2	Kilogramos rechazados.....	71
5.3.3	Horas de fallas de máquinas	73
5.3.4	Productividad	77
5.3.5	Implementación	82
5.4	Análisis de Resultados.....	97
5.4.1	Tiempo de ciclo	97
5.4.2	Comparación del Pre test y Post Test	102
5.4.2.1	Comparación horas de fallas de máquinas.....	102
5.4.2.2	Kilogramos Rechazados	104
5.4.2.3	Productividad	106
5.4.2.4	Resumen de resultados.....	107
CONCLUSIONES		109
RECOMENDACIONES.....		110
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		111
ANEXOS		113
	Anexo 01. Matriz de consistencia.....	113

Anexo 02. Matriz de operacionalización.	114
Anexo 03. Guía de entrevista.	115
Anexo 04. Ficha de evaluación de instrumentos de medición.	116
Anexo 05. Programa de implementación de 5´S.	125
Anexo 06. Evaluación sobre la metodología de 5´S.	126
Anexo 07. Instructivo de Limpieza y Orden del área de producción.	127
Anexo 08. Pasos para el envasado de Hielo.	128
Anexo 09. Codificación de bolsas y Clasificación de jabas.	129
Anexo 10. Control de limpieza.	130
Anexo 11. Programa de Implementación del Mantenimiento Autónomo.	131
Anexo 12. Instructivo de limpieza y desinfección de máquinas de hielo.	132
Anexo 13. Control de limpieza del área de mantenimiento.	133
Anexo 14. Procedimiento de encendido y apago de máquinas.	134
Anexo 15. Control de limpieza, desinfección e inspección de máquinas de hielo.	135
Anexo 16. Ahorro de costos al implementar las herramientas Lean.	136
Anexo 17. Lista de objetos necesarios	137
Anexo 18. Programa general de limpieza	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Lista de causas de la baja productividad.....	15
Tabla 02: Análisis de los cinco Por qué de la baja productividad de hielo.	17
Tabla 03: Tiempo de ciclo de producción de hielo.....	17
Tabla 04: Kilogramos de producción rechazada.....	17
Tabla 05: Tiempo de fallas de máquinas de hielo	18
Tabla 06: Lista de chequeo Metodología 5´S.	47
Tabla 07: Lista de chequeo Mantenimiento Autónomo.....	48
Tabla 08: Guía de entrevista.	49
Tabla 09: Clasificación de clientes de empresas de estudio.	51
Tabla 10: Producción planificada y real de máquinas de hielo.	58
Tabla 11: Capacidad de máquina de hielo.	61
Tabla 12: Resumen de las operaciones y tiempos del DAP.	62
Tabla 13: Justificación de la capacidad de la máquina.	62
Tabla 14: Justificación de tiempo promedio de ciclo.	63
Tabla 15: Estudio Inicial de Toma de Tiempos Observados.	63
Tabla 16: Tabla de nivel de confianza.	64
Tabla 17: Cálculo de la Desviación Estándar.	64
Tabla 18: Estudio Final de Toma de tiempos observados.	65
Tabla 19: Resultados de la Valorización según la tabla de Westinghouse.	66
Tabla 20: Resultado del Tiempo Normal.....	66
Tabla 21: Suplementos constantes según la tabla de Westinghouse.	67
Tabla 22: Valoración en la actividad de envasado.	68
Tabla 23: Valoración en la actividad de pesado.	68
Tabla 24: Valoración en la actividad de precintado.....	68
Tabla 25: Valoración en la actividad de empaquetado.	69
Tabla 26: Valoración en la actividad de traslado de paquetes.	69
Tabla 27: Valoración en la actividad de almacenado.	69
Tabla 28: Resultado del Suplemento Total.....	70
Tabla 29: Resultado del Tiempo Estándar.....	70
Tabla 30: Pre Test y Post Test de la reducción del tiempo en el área de producción.....	71
Tabla 31: Producción rechazada del área de Producción 1 y área de Producción 2.....	71

Tabla 32: Pre Test y Post Test de la producción rechazada del área de Producción 2...	72
Tabla 33: Lista de causas de problemas de máquinas.	73
Tabla 34: Análisis de los cinco Por qué de las horas de fallas de máquinas.	74
Tabla 35: Número de fallas de máquinas.....	75
Tabla 36: Tiempo de fallas de máquinas.	75
Tabla 37: Motivos de fallas de máquinas.	76
Tabla 38: Pre Test y Post Test de tiempo de fallas de máquina 7.	77
Tabla 39: Costo de mano de obra por caída Pre Test.	77
Tabla 40: Costo de mano de obra por caída Post Test.....	78
Tabla 41: Costo de mano de obra por caída.....	78
Tabla 42: Cantidad de operarios y sueldos mensuales.	79
Tabla 43:Costo de mano de obra por rechazo.....	80
Tabla 44: Costo de mano de obra por hora parada.	81
Tabla 45: Productividad Pre-Test.	81
Tabla 46: Productividad Post-Test.....	82
Tabla 47: Lista de chequeo 5´S antes de la implementación.....	83
Tabla 48: Lista de personal del área de producción de hielo.....	84
Tabla 49: Lista de chequeo 5´S después de la implementación.....	89
Tabla 50: Lista de chequeo Mantenimiento Autónomo antes de la implementación.	90
Tabla 51: Equipo de mantenimiento autónomo.	91
Tabla 52: Fuentes de suciedad.	91
Tabla 53: Turnos de revisión de máquinas.	92
Tabla 54: Registro de mantenimiento autónomo.	94
Tabla 55: Programa de limpieza de máquinas.	95
Tabla 56: Lista de chequeo Mantenimiento Autónomo después de la implementación.	96
Tabla 57: Resumen de las operaciones y tiempos después de implementación.	97
Tabla 58: Resumen de observaciones.	97
Tabla 59: Tiempo normal mejorado.	97
Tabla 60: Valoración de la actividad de envasado después de la implementación.	99
Tabla 61: Valoración de la actividad de pesado después de la implementación.	99
Tabla 62: Valoración de la actividad de precintado después de la implementación.	99
Tabla 63: Valoración de la actividad de empaquetado después de la implementación.	100
Tabla 64: Valoración de la actividad de traslado de paquete después de la implementación.....	100

Tabla 65: Valoración de la actividad de almacenado después de la implementación. .	100
Tabla 66: Cálculo del Tiempo Estándar mejorado.	101
Tabla 67: Tabla de resultados con la implementación de las 5´S.	101
Tabla 68: Tabla de Pre y Pro Test de producción rechazada y número de fallas de máquinas.	102
Tabla 69: Prueba de normalidad de horas de fallas de máquinas.	102
Tabla 70: Prueba de Wilconxon de horas de fallas de máquinas.....	103
Tabla 71: Prueba de Wilconxon de horas de fallas de máquinas.....	103
Tabla 72: Prueba de normalidad de kilogramos rechazados.....	104
Tabla 73: Prueba T de la producción rechazada.	105
Tabla 74: Correlación de producción rechazada.....	105
Tabla 75: Prueba de muestras relacionadas de la producción rechazada.....	105
Tabla 76: Prueba de normalidad de productividad.	106
Tabla 77: Prueba T de productividad.....	106
Tabla 78: Correlación de la productividad.	107
Tabla 79: Prueba de muestras relacionadas de productividad.	107
Tabla 80: Resumen de resultados.	107
Tabla 81: Análisis de costos de mano de obra de mantenimiento.	108
Tabla 82: Resumen de costos de terceros del área de mantenimiento.....	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Diagrama de Ishikawa de la baja productividad.	14
Figura 02: Diagrama de Pareto de la baja productividad de hielo.....	15
Figura 03: Antecedentes de la manufactura esbelta.....	28
Figura 04: Objetivos y herramientas de Lean Manufacturing.	29
Figura 05: Los seis pilares del TPM y cómo combatir las 6 grandes pérdidas en los equipos.	32
Figura 06: Etapas de las 5´S.	33
Figura 07: Problemas de la productividad.	37
Figura 08: Principios de reducción de costos.	40
Figura 09: Cubos de hielo.	51
Figura 10: Diagrama de bloques del proceso de fabricación de cubos de hielo.	52
Figura 11: DOP del proceso de fabricación de cubos de hielo por caída.	55
Figura 12: Diagrama de Actividades del proceso de fabricación de cubos de hielo por caída.	56
Figura 13: Diagrama de Flujo del Proceso de fabricación de cubos de hielo.....	57
Figura 14: Producción planificada y producción real de la empresa de estudio.....	58
Figura 15: Producción planificada y producción real del área de producción 1 (Bin 1)	59
Figura 16: Producción planificada y producción real del área de producción 2 (Bin 2).	59
Figura 17: Capacidad de máquina de hielo.....	60
Figura 18: Valorización del Sistema Westinghouse	65
Figura 19: Tabla de Suplemento de Westinghouse	67
Figura 20: Producción rechazada de área de producción1 (Bin 1) y área de producción2 (Bin 2)	72
Figura 21: Diagrama de Pareto de fallas de máquinas.....	73
Figura 22: Tarjeta Roja 5´S	85
Figura 23: Stocka innecesaria de otra área	85
Figura 24: Flechas de sentidos de fluidos en máquinas.....	93
Figura 25: Visores de llaves de paso en máquinas	93
Figura 26: Visores de aceite en máquinas	94
Figura 27: Registro de mantenimiento autónomo.....	95

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enfocó en la metodología Lean Manufacturing, tuvo como objetivo principal la implementación de las herramientas Lean para lograr mejorar la productividad en el proceso de fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos.

El tipo de investigación fue aplicada de nivel explicativo, porque explica la utilización de herramientas Lean para resolver los problemas reales de la empresa dedicada a la fabricación de cubos de hielos y agua de mesa.

Tuvo un diseño experimental en su variante cuasi experimental, ya que se evaluó el impacto de las herramientas antes y después de la implementación. Para conocer cuáles son los problemas que están afectando a la organización se aplicó herramientas de ingeniería como el diagrama de causa y efecto, el diagrama de Pareto y el análisis de los cinco porqués, para determinar qué perjudicaba a la productividad.

La población fue el área de producción de la empresa de estudio las cuales cuentan con dos líneas de fabricación, agua de mesa y hielo en cubos. La muestra fue el área de producción 2, de la línea de fabricación de cubos de hielo debido a que aporta la mayor capacidad de producción, además de fabricar el producto estrella.

La investigación se enfocó en tres factores directamente en la productividad: Tiempo de ciclo de producción donde logró reducir el tiempo en 19.23%; los kilogramos rechazados donde se pudo reducir en 93.81 % y las horas de fallas de máquinas que se redujo en 85.04% con el fin de aumentar la productividad.

Concluyendo, que la implementación de Lean Manufacturing a través de las herramientas, 5'S y Mantenimiento Autónomo, incrementó la productividad en 42.11%, objetivo de esta tesis de investigación.

Palabras Claves: Lean Manufacturing, productividad, tiempo de ciclo, producción rechazada, hora de fallas de máquinas.

ABSTRACT

The present research work focused on the Lean Manufacturing methodology; its main objective was the implementation of Lean tools to achieve improved productivity in the ice cube manufacturing process in a food company.

The type of research was applied at an explanatory level, because it explains the use of Lean tools to solve the real problems of the company dedicated to the manufacture of ice cubes and table water. It had an experimental design in its quasi-experimental variant since the impact of the tools was evaluated before and after implementation.

To find out what problems are affecting the organization, engineering tools such as the cause and effect diagram, the Pareto diagram and the analysis of the five whys were applied to determine what was detrimental to productivity.

The population was the production area of the study company which has two manufacturing lines, table water and ice cubes. The sample was the production area 2, of the ice cube manufacturing line because it provides the highest production capacity, in addition to manufacturing the star product.

The research focused on three factors directly in productivity: Production cycle time where it managed to reduce time by 19.23%; the rejected kilograms where it could be reduced by 93.81% and the hours of machine failures that was reduced by 85.04% in order to increase productivity.

Concluding that the implementation of Lean Manufacturing through the tools, 5'S and Autonomous Maintenance, increased productivity by 42.11%, the objective of this research thesis.

Keywords: Lean Manufacturing, productivity, cycle time, rejected production, machine failure time.

INTRODUCCIÓN

En la presente investigación se desarrolla un plan de mejora de productividad en la fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos, aplicando las herramientas de la metodología Lean Manufacturing, que se define como un método de organización de trabajo que se centra en la mejora continua y optimización del sistema de producción relacionados a los recursos, como los recursos principales son: personas, materiales y máquinas, el Lean Manufacturing trata de eliminar los despilfarros relacionados a estos.

Se hace uso de las herramientas Lean, ya que la empresa de estudio presenta problemas en su productividad impactado por la baja producción y los altos costos de mano de obra, no logrando cumplir con lo programado, lo que resulta desfavorable, ya que ocasiona pérdidas y quejas con sus clientes además de presentar altos costos de mano de obra, ocasionado por las horas extras no planificadas, cabe resaltar que la empresa de estudio en los últimos años ha logrado posicionarse en el mercado, con la venta de hielo, por lo tanto, aplicar mejoras será lo ideal para reducir sus problemas y seguir mejorando con la finalidad de satisfacer las necesidades de sus clientes a tiempo.

Por ello, el objetivo principal de la investigación es implementar las herramientas de Lean Manufacturing, buscando mejorar su productividad con el propósito de producir lo planeado utilizando los recursos necesarios, enfocándose en sus principales problemas, los cuales fueron tres.

Se estudia el proceso de fabricación de cubos de hielo, debido a que es el producto estrella de la empresa de estudio, siendo el que mayor venta aporta y su optimización implicaría un aumento en los ingresos de la empresa.

En el Capítulo I, se presenta el planteamiento del problema, el cual se identifica los problemas, se describe y se aborda el problema general, y los problemas específicos de la investigación con sus respectivos objetivos y delimitaciones. Además, se describen las justificaciones e importancia del por qué realizar el estudio.

En el Capítulo II, se desarrolla el marco teórico en donde se investiga tesis relacionadas con las variables de estudio, luego se describe en qué consiste la metodología Lean Manufacturing y las herramientas que la conforman, además las teorías relacionadas con las variables, por otro lado, se identifican los términos básicos utilizados en la investigación, que son definidos teóricamente.

En el Capítulo III, se plantean las hipótesis, el cual aborda la hipótesis general y las hipótesis específicas, además se definen las variables de estudios y su operacionalización mediante una matriz.

En el Capítulo IV, se desarrolla el tipo y nivel de la investigación, el diseño de la investigación, la población y la muestra de estudio, además las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos y las técnicas para el procesamiento y análisis de los resultados.

En el Capítulo V, se describe el diagnóstico y situación actual de la empresa de estudio, se presenta la descripción de todo el proceso de fabricación de cubos de hielo, además se presenta un Pre Test y Post Test de cada problema de la investigación y la descripción de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing, evaluando los resultados mediante el análisis respectivo con el estadístico IBM SPSS 27.

Finalmente, se presenta las conclusiones y recomendaciones, concluyendo que al implementar las herramientas de Lean Manufacturing:

Se reduce el desorden y la falta de limpieza; para reducir los tiempos de búsqueda lo cual permite realizar las actividades a tiempo, por lo tanto, se reduce el tiempo de ciclo.

Se reduce la producción rechazada mediante la implementación de un sistema de inocuidad.

Se reduce las horas de fallas de máquinas mediante la implementación de un sistema de prevención de deterioros.

Y lo más importante, la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing mejora la productividad del proceso de fabricación de cubos de hielo.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos

1.1.1 Descripción del problema

En la actualidad el sector empresarial es cada vez más exigente y competitivo, por lo que las empresas deben utilizar todas aquellas herramientas industriales que estén en su poder para crear estrategias o implementar nuevos proyectos para seguir mejorando y poder posicionarse en el mercado, ganando el reconocimiento y la fidelidad de sus clientes.

La empresa a tratar se dedica a la producción de hielo y agua de mesa, su producto principal son los hielos en cubo, por lo que el tema de investigación se enfocó en su proceso de fabricación.

La producción de hielo ha ido aumento durante los últimos años, debido al notable crecimiento de las ventas de bebidas en restaurantes, supermercados, grifos, bares, discotecas, entre otros. Ante esta situación cambiante, la empresa de estudio trata sus problemas de producción invirtiendo en maquinaria, para lograr producir lo máximo, dejando de lado analizar qué factores están afectando a su capacidad lo cual conlleva a no producir lo esperado.

Se buscó mejorar la productividad debido a la necesidad constante de aumentar su producción y reducir sus costos de mano de obra, utilizando las herramientas de Lean Manufacturing, para ello se hizo un análisis de causas que generaban la baja productividad.

Mediante la entrevista realizada al jefe de producción, se evidenció las principales causas que afectan el proceso fabricación de cubos de hielo.

Estas causas se plasmaron en el diagrama Causa- Efecto, ver Figura 01.

a. En la parte de mano de obra, se evidenció que hay demoras en la manipulación del producto y sobrecarga laboral causada por las horas extras de trabajo. Además, falta de personal para atender las máquinas y equipos de hielo, ya que solo cuentan con una persona capacitada para realizar dicha actividad.

b. En la parte de métodos, se evidenció que hay falta de estandarización e instructivos de los procesos para la fabricación de cubos de hielo.

c. En la parte de maquinaria, se evidenció que hay paradas no programadas por las fallas en las máquinas además grandes cantidades de kilogramos de hielo rechazados aparentemente en buen estado.

d. En la parte de materiales, se evidenció que hay una mala ubicación y falta de codificación además retrasos de materias primas para la elaboración del hielo.

e. En la parte de medición, se evidenció que hay falta de inspección durante el proceso, ya que se asignaban supervisores por turno pero inspeccionaban mal el trabajo de los operarios de producción, cumpliendo otras funciones no relacionadas a su área afectando directamente a la producción.

f. En la parte de medio ambiente, se evidenció que hay mucha humedad en el área de trabajo.

El diagrama se realizó con la implementación de la técnica gráfica conocida como Ishikawa donde se grafican las seis ramas principales del análisis como causas del problema analizado. Para determinar los problemas más frecuentes de la baja productividad se realizó el Diagrama de Pareto con los datos obtenidos en los reportes de producción. Se ordenaron todas las causas explicadas por el jefe de producción y según la frecuencia de ocurrencia se calculó los porcentajes acumulados para poder esquematizar el diagrama, ver Tabla 01.

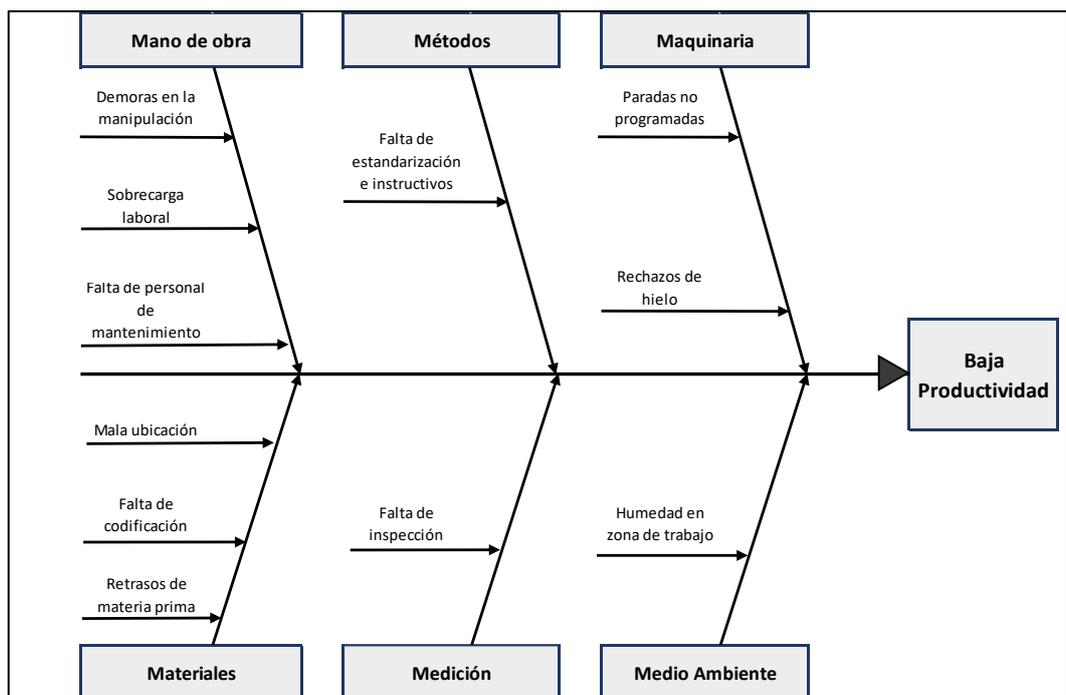


Figura 01: Diagrama de Ishikawa de la baja productividad.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 01: Lista de causas de la baja productividad.

N°	Causas	Rubro	Frecuencia	Acumulado	%	% Acumulado
Causa 1	Demoras en la manipulación	Mano de obra	32	32	29.36%	29.36%
Causa 2	Paradas no programadas	Maquinaria	29	61	26.61%	55.96%
Causa 3	Rechazos de hielo	Maquinaria	18	79	16.51%	72.48%
Causa 4	Falta de inspección durante el proceso	Medición	8	87	7.34%	79.82%
Causa 5	Sobrecarga laboral	Mano de obra	7	94	6.42%	86.24%
Causa 6	Falta de personal de mantenimiento	Mano de obra	5	99	4.59%	90.83%
Causa 7	Mala ubicación	Material	5	104	4.59%	95.41%
Causa 8	Retraso de materia prima	Material	2	106	1.83%	97.25%
Causa 9	Falta de codificación	Material	1	107	0.92%	98.17%
Causa 10	Falta de estandarización e instructivos.	Método	1	108	0.92%	99.08%
Causa 11	Humedad en la zona de trabajo	Medio Ambiente	1	109	0.92%	100.00%
TOTAL			109		100%	

Fuente: Elaboración propia

Se realizó un diagrama de Pareto para identificar las consecuencias principales que es un 80% que proviene del 20% de las causas, ver Figura 02.

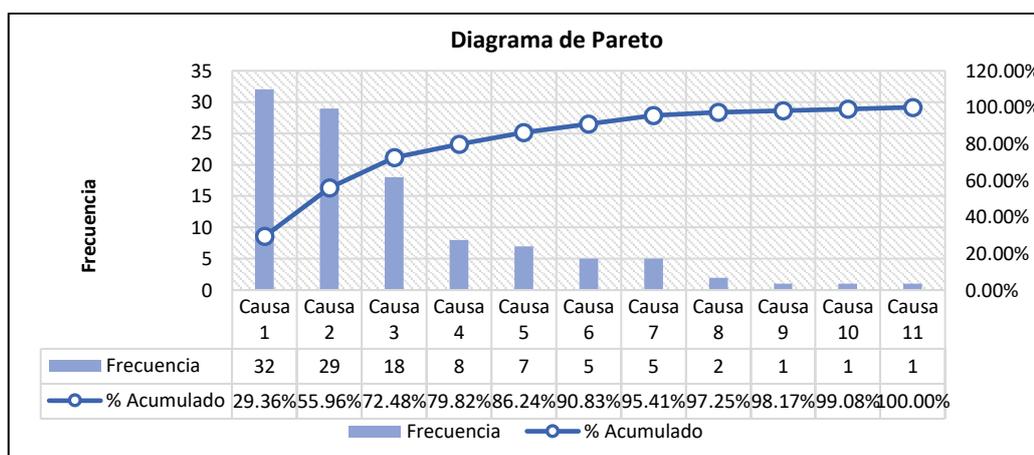


Figura 02: Diagrama de Pareto de la baja productividad de hielo.
Fuente: Elaboración propia.

Dado el gráfico de Pareto, se identifica las causas principales que originan el 80% de las consecuencias:

- ✓ Demoras en la manipulación.
- ✓ Paradas no programadas.
- ✓ Rechazos de hielo.
- ✓ Falta de inspección durante el proceso.

Por ello, se analizó estas causas y se utilizó el método de los 5 porqués para determinar qué lo ocasionaba, ver Tabla 02.

Después de analizar las causas, se determinó que la causa 1: Demoras en la manipulación, es provocada por la falta de orden y desorganización, lo cual provoca que el tiempo de ciclo sea mayor a lo esperado.

El tiempo de ciclo actual de la empresa de estudio, es de 26 minutos, lo cual evidencia que el personal no llega a producir en el tiempo promedio mínimo de 20 minutos, que es el tiempo promedio por cada de máquina, ver Tabla 03.

Por otro lado, la causa 2 y 3: Paradas no programadas y rechazos de hielo, es provocada por la falta de cumplimiento de actividades del mantenimiento de máquinas ocasionadas por la falta de personal.

Los kilogramos rechazados son originados por el área de calidad con el objetivo de mantener la inocuidad en el producto. En la Tabla 04, se evidencia los kilogramos rechazados por cada área de producción y el % de rechazo que representa de su producción.

El tiempo de fallas de máquinas son originados por las paradas de máquinas. En la Tabla 05, se evidencia el tiempo de paradas de todas las máquinas de hielo de la empresa de estudio, lo cual evidencia que la máquina 7, tiene mayor tiempo paradas, perjudicando a la fabricación de cubos de hielo, dado que es la máquina principal.

Finalmente, la causa 4: Falta de inspección durante el proceso, es provocada por la falta de supervisión durante el proceso ya que el supervisor tienes muchas funciones no relacionadas a su área, debido a los diversos problemas que se les presenta día a día.

Tabla 02: Análisis de los cinco Por qué de la baja productividad de hielo.

Causa 1: Demoras en la manipulación
¿Por qué? Porque los operarios realizan sus actividades a su manera
¿Por qué? Porque hay desorden en el área
¿Por qué? Porque está desorganizado el proceso
¿Por qué? Porque no hay procedimientos actualizados
¿Por qué? Porque rota mucho el personal encargado de realizar los procedimientos
Causa 2: Paradas no programadas
¿Por qué? Porque hay fallas de máquinas.
¿Por qué? Porque no cumplen todas las actividades del mantenimiento preventivo
¿Por qué? Porque les falta tiempo
¿Por qué? Porque hay poco personal de mantenimiento
Causa 3: Rechazos de hielo
¿Por qué? Porque lo realizan por precaución
¿Por qué? Porque puede haber peligros físicos, químicos, o biológicos en el hielo
¿Por qué? Porque no lavan las máquinas de hielo
¿Por qué? Porque no cumplen el cronograma de limpieza de máquinas.
¿Por qué? Porque hay poco personal de mantenimiento
Causa 4: Falta de inspección durante el proceso
¿Por qué? Porque el supervisor no inspecciona su proceso.
¿Por qué? Porque tiene muchas funciones.
¿Por qué? Porque realiza otras actividades no involucradas a sus funciones.
¿Por qué? Porque se presentan varios problemas que tienen que resolverlo.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 03: Tiempo de ciclo de producción de hielo

Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)
Operación	15	24
Traslado	1	1
Almacenamiento	3	1
TOTAL	20	26

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 04: Kilogramos de producción rechazada

Mes	Bin1: Producción Rechazada (Kg)	Bin 2: Producción Rechazada (Kg)	% Rech. Bin 1	% Rech. Bin 2
Enero	808	10473	0.37%	1.98%
Febrero	828.5	11340	0.33%	2.22%
Marzo	1014	8850	0.43%	1.83%
Abril	168.1	7803	0.19%	1.78%
Mayo	319.2	7595	0.35%	1.93%
Junio	175.2	6380	0.61%	1.87%
Julio	173.7	7319.6	0.54%	1.71%
Agosto	0	6310	0.00%	1.73%
Setiembre	185.8	5313	0.33%	1.64%
Octubre	193.7	7922.8	0.26%	2.14%
Noviembre	330.4	8322	0.17%	1.71%
Diciembre	312.2	8310	0.11%	1.60%
Total	4508.8	95938.4	0.28%	1.85%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 05: Tiempo de fallas de máquinas de hielo

Mes	Máquina 1 (Horas)	Máquina 3 (Horas)	Máquina 4 (Horas)	Máquina 7 (Horas)
Enero	0	0	0	26
Febrero	0.5	0	0	23.23
Marzo	0	0.4	0	5.9
Abril	0	0	0	10.3
Mayo	0.45	0	0	5.9
Junio	0.5	0	0	11.95
Julio	2	0	0	14.25
Agosto	0	0	0	7.3
Setiembre	1	0	0	3
Octubre	0.3	0	0	2.5
Noviembre	0	0	0	4
Diciembre	0	0	3	4.3
TOTAL	4.75	0.4	3	118.63

Fuente: Elaboración propia.

1.1.2 Formulación del problema general y específicos

1.1.2.1 Problema general

¿En qué medida la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing mejorará la productividad del proceso de fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos?

1.1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cómo reducir el tiempo de ciclo del proceso de fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos?
- b) ¿Cómo reducir los kilogramos rechazados durante el proceso de fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos?
- c) ¿Cómo reducir las horas de fallas de máquinas del proceso de fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos?

1.2 Objetivo general y específico

1.2.1 Objetivo General

Implementar las herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad del proceso de fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos.

1.2.2 Objetivo Especifico

- a) Eliminar el desorden y desorganización del proceso de fabricación de cubos de hielo para reducir el tiempo de ciclo en una empresa de alimentos.
- b) Implementar un sistema de inocuidad de máquinas del proceso de fabricación de cubos de hielo para reducir los kilogramos rechazados en una empresa de alimentos.
- c) Implementar un sistema de prevención de deterioros para reducir las horas de fallas de máquinas de fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos.

1.3 Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática

1.3.1 Delimitación temporal

El periodo comprendido de la investigación se llevó dentro de los meses de enero 2019 – diciembre 2019.

1.3.2 Delimitación espacial

La investigación se llevó a cabo en la línea de fabricación de cubos de hielos en una planta de fabricación de hielos y agua de mesa, el cual está ubicada en el distrito de Chorrillos perteneciente a la provincia de Lima -Perú.

1.3.3 Delimitación temática

El proyecto se enmarca en la mejora a través de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing mediante la metodología 5 s y uno de los pilares del mantenimiento productivo total, el mantenimiento autónomo.

1.4 Justificación e importancia

1.4.1 Justificación

1.4.1.1 Justificación teórica

“En investigación hay una justificación teórica cuando el propósito de estudio es generar reflexión debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente”. (Bernal, 2010, pág. 106)

La presente investigación se justificó teóricamente ya que contribuyó al conocimiento teórico de la metodología Lean Manufacturing, mediante el

uso de sus herramientas para mejorar la productividad, impactando el tiempo de ciclo, los kilogramos rechazados y las horas de fallas de máquinas.

1.4.1.2 Justificación práctica

“Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo”. (Bernal, 2010, pág. 106)

La presente investigación se justificó prácticamente, porque existió la necesidad de mejorar la productividad de la empresa de estudio, por ello se estableció estrategias que permitió la solución a la baja productividad impactando el tiempo de ciclo, la producción rechazada y el tiempo de paradas de máquinas mediante la utilización de herramientas de Lean Manufacturing para lograr solucionarlo.

1.4.1.3 Justificación social

“La relevancia social debe responder a una serie de preguntas que en resumen determinen el alcance o proyección social que tiene la investigación”. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 40)

La investigación se justificó socialmente, ya que al incrementar la productividad mejora la capacidad de producción, por lo que los trabajadores no tuvieron que hacer sobretiempos, ya que a largo plazo esto puede ocasionar diversos problemas físicos.

1.4.1.4 Justificación económica

Es fundamental que los propósitos de la empresa o sus gestores profesionales definan de manera clara y previa que objetivos y metas se tienen que alcanzar, por lo que se refiere a la mejora del nivel de beneficios de la posición competitiva o la valoración de las acciones de la empresa en el mercado de valores. (Bernal, 2010, pág. 106)

La investigación se justificó económicamente, ya que la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, incrementó la productividad mejorando la producción y generando un impacto positivo en la reducción de costos de mano de obra.

1.4.1.5 Justificación metodológica

“En investigación científica, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable”. (Bernal, 2010, pág. 107)

La investigación se justificó metodológicamente, porque nos permitió aplicar las herramientas de Lean Manufacturing logrando mejorar la productividad en una empresa pequeña de alimentos, demostrando la validez y confiabilidad, para poder ser utilizados en los demás procesos de la empresa y más aún en otras empresas con el mismo problema.

1.4.1.6 Justificación legal

La investigación se justificó legalmente, ya que al implementar las herramientas de Lean Manufacturing se mejoró la productividad impactando a la reducción de costos de mano de obra, logrando cumplir con sus obligaciones legales, dejando la informalidad al adquirir mano de obra de imprevisto por días.

1.4.1.7 Justificación ecológica

La investigación se justificó ecológicamente ya que al implementar las herramientas de Lean Manufacturing se mejoró la productividad impactando a la disminución de fallas de máquinas, cabe resaltar que estas máquinas utilizan como refrigerante gases muy contaminantes que provoca daños al medio ambiente.

1.4.2 Importancia

“Toda investigación está orientada a la resolución de problemas; por consiguiente, es necesario justificar, o mostrar, los motivos que merecen la investigación. Asimismo, se debe determinar su cubrimiento o

dimensión para conocer su viabilidad”. (Bernal, 2010, pág. 106)

La necesidad de buscar alternativas para ser más competitivos mediante la innovación y/o mejoras continuas para ajustarse a lo que el cliente quiere, aplica a todas las empresas, sin importar el tamaño de esta, esto nos llevó a analizar las herramientas de la metodología Lean Manufacturing,

La importancia de la presente investigación se basó en la necesidad de mejorar la productividad de la empresa de estudio, ya que presentaba problemas en su productividad, ocasionado por la baja producción planificada y los altos costos de mano de obra, originada por la misma.

Por ello, se hizo necesario implementar las herramientas de Lean Manufacturing en el proceso de fabricación de cubos de hielo, en consecuencia, de mejorar la productividad, identificando, reduciendo y/o eliminando las diferentes causas que lo afectan, abarcando maquinarias y mano de obra para que el flujo de producción sea continuo y vaya de la mano con las necesidades de crecimiento de la empresa.

Al identificar las causas del problema, se buscó reducir el tiempo de ciclo del proceso de fabricación, mejorando las condiciones de trabajo, implementando la metodología 5 S. Por otro lado, se buscó reducir el tiempo de paradas originadas por las fallas de máquinas, además los rechazos de hielo implementando uno de los pilares del Mantenimiento Productivo Total, es decir el mantenimiento autónomo.

Como consecuencia, implementando la metodología 5S y mantenimiento autónomo se buscó reducir las actividades del supervisor de producción, ya que se involucró exclusivamente a la producción, permitiendo reducir los costos de mano de obra.

“Es conveniente resaltar que, con carácter general, el Lean Manufacturing prioriza la saturación del trabajador antes que la saturación de máquinas y equipos.” (Madariaga, 2013, pág. 31)

El resolver las necesidades de mejora, permitió aumentar la productividad y como consecuencia el aumento de la rentabilidad, esto último permitió mejorar los beneficios de los empleados extendiéndose a sus familias. Además, alcanzar las metas de crecimiento para sobrevivir en el mercado satisfaciendo las necesidades

del cliente dándoles la seguridad para cumplir con la cantidad de los productos ofrecidos.

El uso de herramientas de Lean permitió a la empresa de estudio cubrir la demanda del mercado y competir con las demás empresas del mismo rubro. Por otro lado, el aporte de trabajo ayudó al dueño de la empresa de estudio a tomar decisiones y criterios para la toma de decisiones frente a situaciones de baja productividad, ya que para enfrentar sus problemas buscaban otras alternativas costosas, como la adquisición de nuevas maquinarias o adquisición de más mano de obra, dejando de lado analizar otros métodos de ingeniería que puedan solucionar los problemas que afectaban a su baja productividad.

Con este estudio se pretendió difundir el conocimiento de la metodología Lean y su aplicación en una pequeña empresa en el sector de alimentos, estudio que sirve como guía de ayuda para otras pequeñas empresas con el mismo problema.

Finalmente, con este trabajo de investigación, se solucionó un problema real de la empresa, aplicando las herramientas de Lean Manufacturing, logrando aumentar la productividad, impactado en el tiempo de ciclo, los kilogramos rechazados y las horas de fallas de máquinas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio de investigación

2.1.1 Antecedentes Nacionales

Tesis: Implementación de un plan de mejora para optimizar la productividad en una empresa fabricante de piezas de fibra de vidrio.

El objetivo de dicha investigación fue implementar un plan de mejora para mejorar la productividad en la empresa Fibras Alfa EIRL. El tipo de investigación fue aplicada de nivel explicativo y diseño cuasiexperimental. La población de estudio fueron las líneas del área de producción: línea de fabricación de guardafangos, línea de fabricación de tapas laterales, línea de fabricación de bandejas y línea de fabricación de máscaras de monto carro. La muestra fue la línea de producción con mayor pedido mensual, es decir la línea de producción de fabricación de máscaras de monto carro. Se utilizaron herramientas como el estudio de tiempos, distribución de planta y 5s con el objetivo de optimizar los procesos que se involucran en la mencionada producción. Concluyendo que utilizando las herramientas Lean Manufacturing se logró obtener mejoras en la productividad: Tiempo estándar de producción donde se logró reducir el tiempo en 14.4%, costos de producción donde se pudo reducir en costo de mano de obra 12.87% y el espacio ocupado por objetos innecesarios en planta que se redujo en 39.64% con el fin de ampliar la línea de producción. (Angulo & Medrano, 2019)

Tesis: Implementación de herramientas Lean para mejorar la gestión de inventarios de existencias en una empresa minera.

El objetivo de dicha investigación fue determinar cómo la implementación de las herramientas Lean permite mejorar la gestión de inventarios de existencias de los almacenes de una empresa minera. El tipo de investigación fue aplicada de nivel explicativo y diseño experimental en su variante cuasi - experimental. La población de estudio comprendió los tres almacenes principales de la empresa con las 69 clases de ítems. La muestra seleccionada para el estudio fue no probabilística: para el sistema Kanban fue 3 clases de ítems y para los eventos Kaizen fue 21 clases de ítems. Se empleó una recolección de datos mediante la información obtenida en tres periodos: Periodo I: periodo Pre Test, Periodo II:

periodo de implementación y Periodo III: periodo Pos Test, donde se recolectaron datos Pre y Post Test para cada una de las variables. Las técnicas que se usó en la investigación fueron: revisión de base de datos, análisis de contenido, lista de verificación, registro de información en el sistema y los datos obtenidos Pre y Post Test. Se concluye que utilizando las herramientas Lean se redujo el tiempo de toma de inventarios de 124 días a 96 días, se mejoró el abastecimiento de pedido por periodo de 63% hasta un 97% y se mejoró la exactitud del inventario hasta un 99%. (Cobeñas, 2018)

Tesis: Aplicación de herramientas de productividad y mejora en el proceso de ensamblaje de mangueras hidráulicas en la empresa CONTIX S.A.

El objetivo de dicha investigación fue aplicar herramientas de productividad para mejorar el proceso de ensamblaje de mangueras hidráulicas. El tipo de investigación fue aplicada de nivel descriptivo y explicativo con diseño cuasi - experimental ya que se realizó un estudio de campo. La población de estudio fue el área de ingeniería (área de producción) de la empresa Contix S.A y se determinó como muestra el taller de ensamblaje. Se utilizó técnicas y herramientas de ingeniería como diagrama de actividades, diagrama de flujos, diagramas de recorrido, metodología de estudios de tiempos, metodología 5S, mejora continua y programas de mantenimiento autónomo. Concluyendo que utilizando herramientas de productividad se logró mejorar el tiempo de entrega de productos ensamblados y tener una distribución de planta ordenada que permitió una mayor fluidez de los operarios y del producto. Como resultado de la investigación se obtuvo el incremento de la productividad en un 52%, logrando reducir el tiempo de entrega del producto por lo tanto aumentar la satisfacción del cliente. (Ayala, Ramirez, & Ulco, 2015)

Tesis: Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramienta de manufactura esbelta.

El objetivo de dicha investigación fue analizar la situación de la empresa de estudio y proponer la implementación de herramientas de manufactura con la finalidad de mejorar la calidad de sus productos, reducir el tiempo de entrega y responder de manera rápida las necesidades cambiantes del cliente y así mejorar

su competitividad en el mercado y mejorar la satisfacción del cliente. El trabajo de investigación empieza con una breve descripción de la empresa de estudio, los productos que ofrecen, los procesos necesarios para la elaboración de fideos y los principales indicadores del área de producción y mantenimiento. Luego de identificar los principales procesos productivos, se procedió a priorizar las herramientas de manufactura: 5S y mantenimiento autónomo.

Se concluye que implementando las herramientas de manufactura esbelta como la manufactura 5S y uno de los pilares más importantes del TPM, el mantenimiento autónomo, se logró atacar y eliminar los principales desperdicios identificados en el mapa de flujo de valor de maneras sistemática, además fue fundamental para atacar los problemas de recolección confiable que permita calcular indicadores en función PQCDMS (Precio, Calidad, Costo, Entrega, Seguridad y Moral). Los resultados de la implementación fueron factibles de realizar en la línea de fideos largos P35 con un VAN FCE de S/ 141505.05 > 0 y un TIR de 34.13% > COK. (Ramos, 2012)

2.1.2 Antecedentes Internacionales

Tesis: Propuesta para el mejoramiento de la calidad aplicando las 5S en el área de producción en la empresa GUMOMETAL.

El objetivo de dicha investigación fue proponer una propuesta para el mejoramiento de la productividad aplicando la metodología 5S en el proceso de producción de la empresa Gunometal S.A. El tipo de investigación fue descriptivo, ya que la investigación se basa en un diagnóstico que describe las causas de los problemas, a través de los informes existentes de producción, productos no conformes, retrasos, etc. La investigación utilizó instrumentos cuantitativos como el Check List y los registros documentales. Se empleó una recolección de datos mediante la utilización de formatos y la observación directa, la información producida fue procesada y analizada en base de herramientas estadísticas mediante el Excel. Se concluye que al adoptar un programa de 5S generó cambios profundos dentro de los procesos y la organización para la mejora continua, evidenciando la falta de orden y limpieza que propiciaban un ambiente de trabajo no seguro además que las causas de productos no conformes se debían al problema en el flujo de trabajo por falta de procedimientos, instructivos o responsabilidades del trabajador no documentadas. (Castillo, 2018)

Tesis: Implementación del pilar “mantenimiento autónomo” en el centro de proceso vibrado de la empresa Finart S.A.S.

El objetivo de dicha investigación fue implementar el pilar Mantenimiento Autónomo, en el centro de proceso vibrado que contribuya a mejorar la eficiencia y al buen estado de las máquinas de vibrado. La población de estudio fue los equipos más críticos es decir los más importantes dentro de la cadena productiva de la compañía que corresponden a el proceso de vibrado: tipo OTEC (2 máquinas), tipo NICEM (4 máquinas), tipo Galvano (4 máquinas) y tipo chinas (4 máquinas). La muestra de estudio fue las máquinas chinas ya que presentan más fallas al momento de operar debido a la falta de limpieza, inspección, lubricación y sobrecarga de trabajo. Se empleó una recolección de datos mediante la utilización de reportes de fallas por máquinas del área de mantenimiento. Se concluye que mediante la implementación de mantenimiento autónomo se logra cumplir el objetivo de mejora en el desempeño de los equipos, esto se evidencia claramente en los comportamientos del indicador de MTTR y MTBF del área de mantenimiento. Como resultado de la investigación se obtuvo el aumento de disponibilidad de las máquinas de un 71 % a un 80% en el mes de abril. (Vargas C. , 2016).

2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio

2.2.1 Historia de Lean Manufacturing

El concepto de Lean manufacturing tiene su origen a partir del año 1990, cabe resaltar que no es una metodología especialmente nueva ya que surgió de "*Toyota Production System*", pero Toyota no lo descubrió, solamente supo coordinar, unir y trabajar ciertas metodologías y técnicas de una manera disciplinada, con el objetivo de disminuir los desperdicios dentro de su proceso productivo. También, basándose en el trabajo duro y el esfuerzo de la mejora continua diariamente, logro crear el sistema de producción Toyota, que es lo que hace grande a esta empresa, este sistema de producción Toyota ha sido influenciado y ha sido el sistema que cambió el mundo en raíz de Eli Whitney, Henry Ford, Frederick Taylor y otros estudiosos, ver Figura 03.

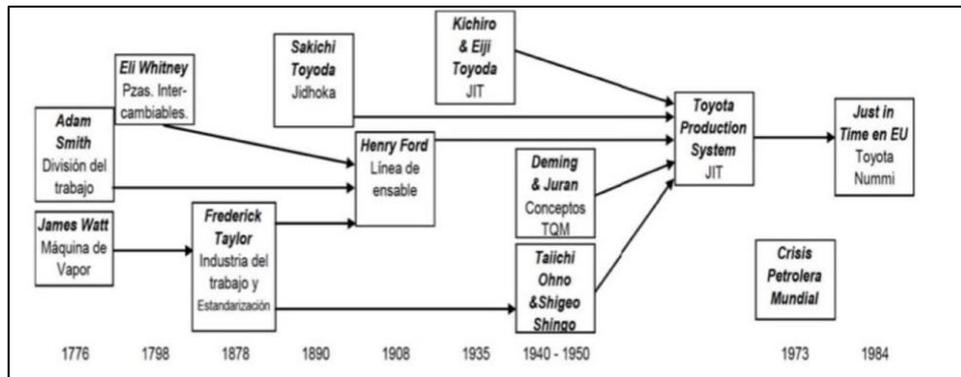


Figura 03: Antecedentes de la manufactura esbelta.

Fuente: (Socconini L. , 2019)

A partir del año 1910, Henry Ford y Charles E. Sorensen, originan la primera estrategia global de fabricación, tomando todos los elementos de un sistema de fabricación: las personas, las máquinas, las herramientas y los productos en un sistema continuo, para la fabricación del famoso modelo T de automóviles.

Al finalizar la segunda guerra mundial en el año 1945 los industriales japoneses estudiaron los métodos de producción de los Estados Unidos de América, prestando mayor atención a las prácticas productivas de Ford y el Control Estadístico de Procesos desarrollado por el Dr. W. A. Shewart y su equipo en Bell Telephone Laboratories. Además, pusieron en práctica las enseñanzas de W. Edwards Deming, Joseph Moses Juran, Kaoru Ishikawa y Philip B Crosby entre otros.

En Toyota, Taiichii Ohno y Shigeo Shingo, ambos ingenieros de la empresa, comenzaron a incorporar las técnicas de producción de Henry Ford con otro enfoque, designándolo como "Toyota Production System". El desarrollo de estos nuevos conceptos de producción se desarrolló entre los años 1949 y 1975, donde, se reconoció la gran importancia de los inventarios, la motivación de los empleados, la variedad de productos, la configuración de las máquinas y el cambio herramientas en pocos minutos. Los sistemas desarrollados y adoptados por cada empresa se basan en el "Toyota Production System" y se conocen como Manufactura de Clase Mundial, buscando gestionar su sistema productivo más eficiente, a través de eliminar todo aquello que consideraba desperdicio. (Ramos, 2012)

2.2.2 Lean Manufacturing

Es una metodología que se enfoca en la eliminación de cualquier tipo de pérdidas. Es eliminar lo inútil con el objetivo de aumentar la productividad y la capacidad de la empresa para competir con éxito en el mercado. (Vargas, Muratalla, & Jiménez, 2016)

Lean Manufacturing es una metodología que se desarrolló en Japón cuyo objetivo es la eliminación de los desperdicios mediante la utilización de herramientas como TPM, 5S, SMED, Kanban, Kaisen, heijunka, jidoka, entre otros. Los pilares fundamentales de Lean Manufacturing son la mejora continua, la eliminación de los desperdicios, el control total de la calidad, el aprovechamiento potencial total de toda la cadena de valor y la participación de los operarios, ver Figura 04.



Figura 04: Objetivos y herramientas de Lean Manufacturing.
Fuente: (MayuGo, 2019).

Lean Manufacturing, en castellano producción ajustada, es la mejora de un sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro toda acción que no aporta valor al producto. (Rajadell & Sánchez, 2010)

Hay varias interpretaciones, o formas de entender dicha filosofía. Una de ellas la que podemos considerar la mejor con diferencia por recoger la esencia de la filosofía de forma simple y precisa y porque su autor es Taichi Ohno, considerando el padre de la filosofía Lean. “El objetivo es incrementar la eficacia de la producción eliminando los desperdicios de

forma consistente e implacable. Esto, y el respeto a las personas, de la misma importancia, configuran la base de un sistema Lean”.

En función al sector empresarial, las empresas sufren una clase de problemas u otros, pero no irán desencaminados si deciden que los siguientes no suelen estar presentes en todas ellas:

- Altos costes de operación.
- Beneficios reducidos o negativos.
- Pérdida de cuota de mercado o de ingresos.
- Quejas de nuestros clientes sobre la calidad de los productos que entregamos y presión para mejorarla.
- Problemas en el cumplimiento de las entregas.
- Trabajadores desmotivados.
- Fuerte presión a la baja en los precios.
- Las empresas necesitan tener la capacidad de adaptarse al entorno y seguir teniendo cada vez más beneficios mientras aportan más valor a sus clientes y a la sociedad.

Desde el paradigma de la producción en masa, a veces también llamado Taylorismo o Fordismo, se ha intentado una y otra vez hallar una solución a la cuestión planteada, pero todas las opciones ofrecidas siempre han fallado en el mismo punto: la sostenibilidad a largo plazo. Mientras que la filosofía Lean es capaz de resolver la ecuación de la forma más eficiente posible. (Buzón, 2019, págs. 9-11)

2.2.3 Herramientas de Lean Manufacturing

Existen muchas herramientas de la metodología Lean, las más importantes para nuestra investigación son las siguientes:

- **Mantenimiento productivo total**

Es una de las herramientas Lean que permitirá asegurar la vida útil de los equipos mejorando su fiabilidad y mantenibilidad.

Se entiende como uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficacia total, logrando como resultado tener equipos e instalaciones productivas más eficaces.

El mantenimiento productivo total incorpora una serie de nuevos conceptos utilizados de mantenimiento, entre los cuales está el mantenimiento

autónomo el cual es ejecutado por todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios de planta. (Lefcovich, 2009)

Está conformado por cinco principios fundamentales:

1. Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.
2. Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. De tal forma se trata de llegar a la Eficacia Global.
3. Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se condigan los objetivos,
4. Implementación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
5. Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección. (Lefcovich, 2009, págs. 7-8)

Los pilares del TPM se muestran en la Figura 05 y tienen como objetivo combatir las seis grandes pérdidas en los equipos logrando mejorar los resultados productivos a través de los ceros defectos, cero averías y cero accidentes.

Uno de los pilares más importantes y fundamentales del TPM es el mantenimiento autónomo según Suzuki (1995), que mejora los resultados empresariales y crea lugares de trabajo agradable y productivo, logrando fomentar el trabajo en equipo.



Figura 05: Los seis pilares del TPM y cómo combatir las 6 grandes pérdidas en los equipos. Fuente: (Socconini L. , 2019)

Es el corazón del mantenimiento productivo total, para este paso es básico tener implementadas las 5S en el área, ya que el orden y la limpieza son la base del mantenimiento autónomo. Para implementar el mantenimiento autónomo, el equipo debe reunir información relevante tanto de los manuales de las máquinas como de la experiencia y el conocimiento de operadores, ingenieros, técnicos, etc., para establecer un programa diario que considere las siguientes actividades:

- Lubricación.
 - Limpieza del equipo.
 - Revisiones de sus niveles, parámetros, etc.
 - Ajustes menores. (Socconini L. , 2019, pág. 163)
- **Las 5 ´S**
Es una de las herramientas de Lean que logra hacer mejoras en la productividad mediante la estandarización de métodos de orden y limpieza y constan de cinco etapas que se muestran en la Figura 06.

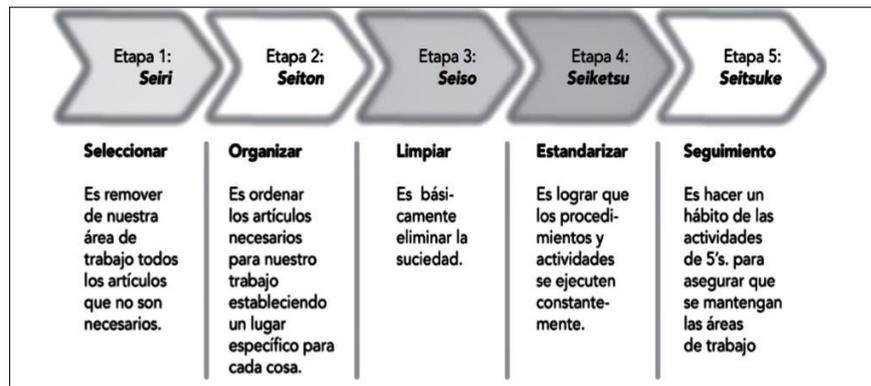


Figura 06: Etapas de las 5'S.
Fuente: (Socconini L. , 2019)

Se dice que si una empresa no ha funcionado la implementación de las 5 S cualquier otro sistema de mejora de los procesos está destinado a fracasar. Esto se debe a que no se requiere tecnología ni conocimientos espaciales para implementarlas, solo disciplina y autocontrol por parte de cada uno de los miembros de la organización.

Este autocontrol organizacional adquirido en estas cinco etapas, será el cimiento de sistemas más complejos, de mayor tecnología y mayor inversión.

Un programa de 5s se construye mediante el desarrollo de las siguientes etapas:

- **Seiri (seleccionar):**
Consiste en retirar de nuestro lugar de trabajo todos los artículos que no son necesarios.
- **Seiton (organizar):**
Consiste en ordenar los artículos que necesitamos para nuestro trabajo, estableciendo un lugar específico para cada cosa, de manera que se facilite su identificación, localización, disposición y vuelta al mismo lugar después de usarla.
- **Seiso (limpiar):**
Consiste básicamente en eliminar la suciedad y evitar ensuciar, siempre con la idea en mente que, al limpiar, también estamos inspeccionando lo que limpiamos.
- **Seiketsu(estandarizar):**
Consiste en lograr que los procedimientos, prácticas y actividades logrados

en las tres primeras etapas se ejecuten consistentemente y de manera regular para seguir la selección, la organización y la limpieza se mantengan en las áreas de trabajo.

- **Shitsuke (seguimiento):**

Consiste en convertir un hábito las actividades de las 5 S, manteniendo correctamente los procesos generados mediante el compromiso de todos, así como participando en los eventos Kaizen que resultan de las necesidades de mejora en el lugar de trabajo.

¿Para qué se implementan las 5S?

Un programa de 5 S ayuda a mejorar la limpieza, la organización y el uso de nuestras áreas de trabajo.

Con esto conseguimos:

- Un mejor aprovechamiento de nuestros recursos y en especial de nuestro tiempo.
- Hacer visibles y evidentes anomalías y problemas.
- Un ambiente de trabajo más seguro y agradable.
- Incrementar la capacidad de producción y con una mejor calidad.
- Tener un lugar presentable para nuestros clientes. (Socconini L. , 2019, págs. 131-133)

- **Control visual**

Es una de las herramientas de Lean que se puede utilizar para comunicar mediante señales una situación.

El control visual es una información que se puede utilizar para identificar, instruir o indicar que existe una condición normal o anormal y que se puede requerir alguna acción

Andon es un elemento del principio Jidhoka que, mediante ingeniosos mecanismos, detecta cuando ocurre un error y entonces, con una señal generalmente visual, avisa al operador que da generado un problema.

Andon es una señal que incorpora elementos visuales, auditivos y de texto que sirven para notificar problemas de calidad o paros por ciertos motivos.

Proporciona información en tiempo real y retroalimentación del estado de un proceso.

El concepto de Andon es medir procesos y no personas. La comunicación visual genera actitudes hacia las responsabilidades, no contra los individuos
¿Para qué se implementa Andon?

Los elementos de señal Andon se utilizan básicamente para:

- Mejorar la calidad.
- Reducir el costo.
- Mejorar el tiempo de respuesta.
- Mejorar la comunicación.
- Entender inmediatamente los problemas.

Cuando utilizamos control visual, debemos preguntarnos:

- ¿Qué es necesario monitorear?
- ¿Dónde están los puntos de monitoreo?
- ¿Cómo se indican las anomalías?
- ¿Con qué frecuencia se puede revisar?
- ¿Qué acción se deberá tomar? (Socconini L. , 2019, págs. 143-145)

2.2.4 Los Siete Desperdicios

- **Transporte**

Cualquier movimiento innecesario de un producto o material, incluyendo el del proveedor. El transporte innecesario genera excesivo manipuleo, uso inadecuado de equipos, exceso de recorridos de materiales, lo cual genera pérdidas de horas de trabajo, energía, espacio y de material durante el transporte ejecutado. También incluye el movimiento innecesario del personal e información.

- **Inventario**

Es el stock acumulado por el sistema de producción y su movimiento dentro de la planta. La acumulación de un producto o material en cualquier parte del proceso es un inventario de “Stock”. El inventario genera re-trabajos, tiempos de espera, transporte y fallas, conduciendo pérdidas de material causados por deterioro, robo, condiciones inadecuadas y vandalismo además conduce a pérdidas monetarias por capital sin uso.

- **Movimiento**

Es todo movimiento innecesario o ineficiente de personas o equipamiento que no añade al valor al producto. Este incluye a los métodos de trabajo poco

efectivo, uso inadecuado de equipos, falta de estudios de trabajo.

- **Tiempo de espera**

Es el tiempo de espera, durante la realización del proceso productivo, en el que no se añade valor. Tiempos muertos por falta de coordinación, mala programación de producción, cuellos de botella, falta de materiales, líneas mal balanceadas.

- **Sobreproducción**

Es producir más de lo requerido o producir algo antes de que sea necesario, lo cual genera horas de trabajo, desperdicios de materiales, horas de trabajo o uso de equipo.

- **Procesamiento**

Es realizar trabajo innecesario que no es parte normal del proceso, éstas son las verificaciones innecesarias, inspecciones, firmas innecesarias que son ocasionadas por la mala planeación, control y programación de la producción o por falta de tecnología.

- **Producción de productos defectuosos**

Es cuando el producto final no cumple con los requisitos de calidad que podría a generar re-trabajos. (Intedya, 2014)

Los requisitos para la eliminación del desperdicio son:

- Tener un fuerte liderazgo.
- Tener la convicción de que hay que apoyar la capacitación continua.
- Contar con un equipo de gerentes adecuados a la realidad actual.
- Tener una visión clara del futuro de la organización.
- Contar con una administración participativa.
- Tener planes y estrategias bien definidas.
- Difundir las estrategias entre todo el personal.
- Tomar conciencia de cuáles son los desperdicios que afectan a la empresa.
- Convencer plenamente a todo el personal sobre la importancia de eliminar sistemáticamente desperdicios. (Socconini L. , 2019, págs. 30-31)

2.2.5 Productividad

La productividad se define como la proporción existente entre aquellos resultados que se obtienen (productos o servicios) y los recursos utilizados para obtenerla. (Camargo, 2005)

Existen tres tipos de productividad:

- Productividad laboral.

Conocida también como productividad por hora trabajada, tiene que ver con el aumento o la disminución del rendimiento en pro de la obtención del producto final.

- Productividad total de los factores (PTF).

Aumente o disminución del rendimiento a la variación de uno o varios de los factores que intervienen en la producción, como lo son el trabajo, capital o los conocimientos. Está asociada a la tecnología y la eficiencia técnica en relación a las variaciones interanuales o al ritmo de crecimiento de la empresa.

- Productividad marginal.

También llamado “producto marginal” del insumo, se trata de la variación experimentada en la producción de un bien, cuando se incrementa uno solo de los factores que intervienen en su producción, mientras el resto permanece constante. (Raffino, 2020)

Las tres limitantes de la productividad:

La productividad es afectada por varios problemas que limitan sus resultados, estos limitantes se han clasificado según los ingenieros japoneses como las 3 “Mu”, ver Figura 07.



Figura 07: Problemas de la productividad.

Fuente: (Soconini L. , 2019)

- Muri o sobrecarga

Disminuye la productividad de las actividades empresariales y de las personas cuando hay una carga de trabajo que sobrepasa su capacidad.

- Mura o variabilidad

Es la falta de uniformidad de las entradas de los procesos como los materiales, los métodos, las especificaciones, el entrenamiento, las habilidades y las

condiciones de la maquinaria. La falta de uniformidad de los procesos genera productos o servicios no uniformes, es decir variables.

▪ Muda o desperdicio

Son los siete desperdicios que afectan negativamente la productividad, uno de los objetivos de Lean Manufacturing es conocer, detectar y eliminar sistemáticamente los desperdicios ya que disminuyen la capacidad de la empresa. (Socconini L. , 2019)

2.2.6 Inocuidad de alimentos

La inocuidad de los alimentos se define como un conjunto de condiciones y medidas necesarias en toda la cadena alimentaria para asegurar que el alimento una vez ingerido no cause ningún daño a la salud del consumidor.

Esto dependerá de una gestión integrada entre personas, zonas de procesamiento, servicios, análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP), análisis de peligros y controles preventivos basados en el riesgo (HARPC), buenas prácticas de manufactura (BPM), buenas prácticas de higiene (BPH) y equipos.

En cuanto a equipos se hace referencia a todos los equipos que conforman el proceso de fabricación del alimento, según estudios realizados por la Universidad de Buenos Aires (Facultad de Agronomía), en el año 2012, el 29% de los problemas relacionados con la calidad e inocuidad de los alimentos son causados por cuerpos extraños derivados de los equipos de las líneas de fabricación.

Los equipos deben cumplir sus funciones lógicas, pero además debe proporcionar seguridad y protección al producto de contaminaciones físicas, químicas y microbiológicas, por lo que el diseño y fabricación de los equipos deben ser desarrollados bajo filosofías de inocuidad.

- Los elementos y las piezas de los equipos deben ser de fácil de remoción para que el mantenimiento sea rápido, fácil y efectivo.
- Las juntas soldadas entre los elementos del equipo deben estar limpias, lisas y sin poros o filtraciones.
- Las superficies que tienen contacto con el alimento deben ser pulidas, evitar rugosidades o dobleces que impidan su adecuada limpieza e impedir la acumulación de contaminantes además deben soportar agentes de limpieza y desinfección como químicos.

- Se debe de disponer espacios para la limpieza y desinfección de los elementos de los equipos y así evitar su extravío en planta y que afecte la inocuidad del alimento en la línea de producción.
- Los materiales de los equipos deben ser de grado alimenticio, de preferencia de acero inoxidable, con la dureza adecuada para el tipo de desempeño.
- Los equipos deben contar con instrucciones para su mantenimiento rutinario, además se deben desarrollar capacitaciones a los operarios, definir las concentraciones de soluciones para su limpieza y desinfección, los tipos de lubricantes, entre otros.
- El diseño de los equipos debe de ser herméticos, para evitar el ingreso de plagas o polvos, aguas y además deben de estar aisladas para evitar choques eléctricos.
- Las advertencias y riegos de los equipos deben de ser identificados en lo equipos durante su operación, tales como eléctricos, mecánicos o de comprensión. (IA, 2018)

2.2.7 Producción rechazada

Es producir productos o servicios defectuosos, los cuales provocan grandes pérdidas de recursos, es decir todo aquello que ha sido utilizado para su fabricación. Los recursos utilizados son: el tiempo de máquina y las personas utilizadas en un trabajo que no generó ningún valor al cliente. Es algo similar a lo que ocurre cuando se quema un pastel al hornearlo: se desperdician ingrediente, gas y el trabajo de los cocineros, todo acaba en la basura, incluidos el tiempo y dinero invertido. (Socconini L. , 2019)

Las causas de los defectos de producción son:

- Procesos ineficientes.
- Variación excesiva en el proceso de producción.
- Incapacidad de las empresas proveedoras.
- Falta de control del proceso
- Falta de control de los errores del personal
- Decisiones administrativas inadecuadas.
- Capacidad inadecuada.

- Equipo y herramientas inadecuadas.
- Distribución inadecuada de la planta o manejo excesivo de los materiales.
- Altos niveles de inventario.
- Malas condiciones ambientales.
- Falta de cultura de calidad.
- Falta de liderazgo en el tema de calidad.
- Desconocimiento de las causas de los problemas. (Socconini L. , 2019, págs. 36-37)

2.2.8 Reducción de costos

La prioridad de la alta dirección es reducir los costos, pero se sabe que es más fácil decirlo que hacerlo. El proceso tradicional de reducción de costos delimita a despedir personal y reducir gastos que supuestamente no cumplen o desempeñan una función.

En el sistema tradicional para fijar el precio normalmente se parte del costo y se le agrega un margen de beneficio deseado. Cuando el costo aumenta, el precio también y se mantiene el margen de beneficio, ver Figura 08.

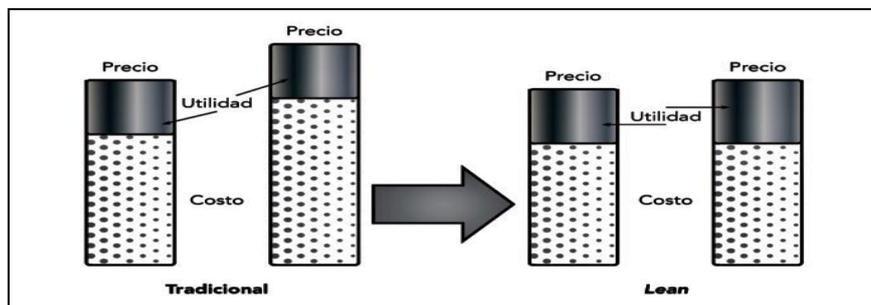


Figura 08: Principios de reducción de costos.
Fuente: (Socconini L. , 2019)

En el caso de la manufactura de Clase Mundial, el mercado es el que fija los precios, y en vez de aumentar, disminuyen. Por ello diseñar un gran programa de reducción de costos permite mejorar los beneficios sin subir los precios, la única manera de mantener una empresa competitiva es tener un control detallado de los costos y esforzarnos continuamente por reducirlos, o al menos no permitir que aumente. (Socconini L. , 2019)

2.2.9 Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo es un parámetro que se determina por el tiempo de cada proceso, ya sea ejecutado manualmente o por una máquina. Este tiempo se define en función a una serie de parámetros y de él dependerá varios factores relacionados a la productividad y a la gestión de producción.

El tiempo de ciclo es aquel donde se aporta un valor al producto o al servicio, es decir el tiempo de transformación de la materia prima a un producto acabado para cada proceso, mientras más rápido sea, se tendrá mayor cantidad de productos es decir aumentará la producción.

Nos servirá de referencia para establecer el objetivo de la productividad y al desarrollo de indicadores para la mejora continua. Si se estima que el tiempo de ciclo se mantiene se podrá analizar los resultados, desechando o aprobando mejoras con relación a la reducción de despilfarros o bien mejoras productivas inherentes al propio ciclo del proceso.

Las ventajas más resaltantes al determinar correctamente el tiempo de ciclo son:

- Control de la productividad adecuada.
- Establecimiento de indicadores y objetivos.
- Adecuada gestión de la producción, tiempos de paro y tamaño de los stocks.
- Capacidad de máquina mantenida en el tiempo y suficiente.
- Equilibrado de la producción. (Álvarez, 2014)

2.2.10 Fallas de máquinas

El fallo, desde el punto de vista mecánico, es la falta o deficiencia de algo, de tal modo que su respuesta no es que la se esperaba. Esta definición en la práctica es muy amplia como para poder atribuirle diferentes significados, dependiendo del objeto que constituya, en cada momento y circunstancia.

El fallo de máquinas, según su modo de aparición y desarrollo, puede ser:

- Fallo progresivo: Se origina en consecuencia del deterioro o pérdida progresiva de las características propias de algún componente del sistema.
- Fallo repentino: Se origina cuando la evolución del fallo no puede ser detectada de ninguna forma, es decir ocurre de forma inesperada.

Según la dimensión del fallo o su efecto sobre el proceso, puede ser:

- Parcial: Son aquellos casos en los que la aparición del fallo no supone la parada del equipo o el proceso afectado, aunque si afecta a las características

funcionales del proceso

- Total: Son aquellos que provoca la parada inmediata del sistema afectado. Es sin lugar a duda el tipo de falla que deben evitarse. (Gómez de León, 1998)

2.2.11 Deterioro de máquinas

Se denomina deterioro natural a aquellos que se dan cuando el equipo se utiliza adecuadamente y ciertas partes o componentes friccionan entre sí, ocasionando progresivamente un deterioro físico. Por otro lado, se denomina deterioro acelerado a aquellos que se da antes de lo que sería natural en el funcionamiento del equipo. Generalmente se origina no practicando adecuadamente algunas limpiezas e inspecciones. (Sacristán, 2002)

2.3 Definición de términos básicos

- Eliminación del desorden y desorganización

Eliminar la manera incorrecta de disponer las cosas en un espacio de trabajo y organizar las actividades del proceso de fabricación de cubos de hielo.

- Sistema de prevención de deterioros

Conjunto de medidas en las que se pone en práctica inspecciones a las máquinas para prevenir deterioros.

- Sistema de inocuidad

Conjunto de medidas necesarias en máquinas de hielo para asegurar que el alimento una vez ingerido no cause ningún daño a la salud del consumidor.

- Tiempo observado

Cuando los operarios realizan las operaciones se observa un tiempo que llega hacer el tiempo real, para poder tomar el tiempo se usa un cronómetro y se toma tantas veces sea para poder obtener un tiempo observado medio.

- Tiempo normal.

El tiempo normal depende de la valorización que se da al rendimiento de un operario, por lo que el tiempo normal puede aumentar o disminuir.

- Tiempo Estándar

Llamado también TIEMPO TIPO, es el tiempo que requiere un operario para realizar una actividad o elaborar un producto bajo ciertas condiciones (un operario calificado y que trabaje a un ritmo normal).

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

La implementación de las herramientas de Lean Manufacturing mejorará la productividad del proceso de fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos.

3.1.2 Hipótesis específicas

- a) Mediante la eliminación del desorden y desorganización del proceso de fabricación de cubos de hielo se reduce el tiempo de ciclo en una empresa de alimentos.
- b) Mediante el sistema de inocuidad de máquinas del proceso de fabricación de cubos de hielo se reduce los kilogramos rechazados en una empresa de alimentos.
- c) Mediante el sistema de prevención de deterioros del proceso de fabricación de cubos de hielo se reduce las horas de fallas de máquinas en una empresa de alimentos.

3.2 Variables

3.2.1 Definición conceptual de las variables

- ✓ Herramientas Lean Manufacturing.

Es una metodología que se enfoca en la eliminación de cualquier tipo de perdidas, temporal, material, eficiencia o procesos. Es eliminar lo inútil con el objetivo de aumentar la productividad y la capacidad de la empresa para competir con éxito en el mercado. (Vargas, Muratalla, & Jiménez, 2016)

- ✓ Productividad

La productividad se define como la proporción existente entre aquellos resultados que se obtienen (productos o servicios) y los recursos utilizados para obtenerla. (Camargo, 2005)

- a) Variable independiente General (X): Herramientas Lean Manufacturing

Específicas:

- ✓ X1: Eliminación del desorden y desorganización.
- ✓ X2: Sistema de Inocuidad.

- ✓ X3: Sistema de Prevención de deterioros.
- b) Variable dependiente General (Y): Productividad
- Específicas:
 - ✓ Tiempo de ciclo.
 - ✓ Kilogramos rechazados.
 - ✓ Horas de fallas de máquinas.

3.2.2 Operacionalización de las variables

La operacionalización de las variables consiste en la relación que hay entre las variables independientes y dependientes con su respectivo indicador.

Es un proceso metodológico que consiste en descomponer deductivamente las variables que componen el problema de investigación, partiendo desde lo más general a lo más específico, ver Anexo 02.

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo y nivel

Por el tipo de investigación es aplicada ya que se observó y analizó los puntos débiles del proceso de fabricación de cubos de hielo y se buscó resolver los problemas para incrementar la productividad.

El nivel fue explicativo, porque explica la utilización de herramientas Lean para resolver los problemas reales de la empresa de estudio.

4.2 Diseño de investigación

La investigación tuvo un diseño experimental en su variante cuasi experimental, ya que se evaluó el impacto de las herramientas Lean Manufacturing antes y después de la implementación.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

La población fue el área de producción de la empresa de estudio ubicada en el departamento de Lima, distrito de Chorrillos las cuales cuentan con dos líneas de fabricación, agua de mesa y cubos de hielo, entre los periodos del año 2018 y 2019.

4.3.2 Muestra

La presente investigación tiene como muestra al área de producción 2 de la línea de fabricación de cubos de hielo, debido a que tiene la mayor capacidad de producción y su optimización implicaría un aumento en los ingresos de la empresa, cabe resaltar que es una muestra no probabilística ya que fue obtenida en función a nuestro criterio y por conveniencia ya que tenemos accesibilidad a esta.

En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador. Aquí el procedimiento no es mecánico ni se basa en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o de un grupo de

investigadores y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 176)

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1 Tipos de técnicas e instrumentos

4.4.1.1 Técnicas

Las técnicas de recolección de datos utilizadas en la investigación fueron:

- Toma de tiempos, contiene la observación de 33 muestras mediante la desviación estándar para poder determinar el tiempo de ciclo promedio.
- Entrevistas, contiene las respuestas del jefe de producción, ver Anexo 03.
- Lista de chequeo, contiene los datos antes y después de la implementación.

4.4.1.2 Instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos utilizados en la investigación fueron:

- Guía de entrevista, realizada al jefe de producción, utilizado para evidenciar las principales causas que afectan la fabricación de hielo.
- Lista de chequeo para la implementación del antes y después de las metodologías.

4.4.2 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

Para determinar la validez de contenido se someterá los cuestionarios al juicio de tres expertos procediéndose a acomodar las preguntas según sus recomendaciones, ver Anexo 04.

Jueces: Ing. César Rivera Lynch, Ing. José Antonio Velásquez Costa. e Ing. Gino Ballero Nuñez.

4.4.3 Procedimientos para la recolección de datos

Los procedimientos para la recolección de datos utilizados en la investigación se realizaron para cada una de las variables independientes. Se recolectaron los datos para medir la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing

mediante la lista de chequeo antes y después de la implementación, los detalles se observan en la Tabla 06 y Tabla 07.

- Periodo I: Lista de chequeo antes de implementación de herramientas.
- Periodo II: Periodo de implementación.
- Periodo III: Lista de chequeo después de implementación de herramientas.

En el primer periodo se recolectaron los datos de la situación actual, posteriormente se implementaron las herramientas y finalmente se recolectaron los datos ya una vez implementada las herramientas para realizar una prueba de la hipótesis utilizando los indicadores de acuerdo con la matriz de consistencia para cada variable independiente.

Además, se utilizó una guía de entrevista para evidenciar la situación de la empresa antes de la implementación, ver Tabla 08.

Tabla 06: Lista de chequeo Metodología 5 S.

LISTA DE CHEQUEO: METODOLOGÍA 5 S					
PUNTUACIÓN		AUDITOR	FECHA	FECHA	
No hay cumplimiento	0				
Un 30% de cumplimiento	1				
Cumple al 65 %	2				
Un 95% de cumplimiento	3				
SS	ITEM A EVALUAR	CRITERIO DE EVALUACIÓN	Puntuación	Puntuación	Observaciones
S E P A R A R	Materiales .	¿Existen materiales innecesarios?			
	Máquinas y equipos.	¿Todos los equipos están regularme en uso?			
	Herramientas.	¿Todos los utensilios están regularmente en uso?			
	Control visual.	¿Todo lo que es innecesario en el área de trabajo, se puede distinguir a simple vista?			
O R D E N A R	Codificación de áreas de producción.	¿Existen codificaciones para identificar cada área de producción?			
	Codificación en materiales	¿Existen codificaciones en los materiales identificados para su fácil acceso?			
	Localización de materiales.	¿Se puede localizar cualquier material rápidamente?			
	Líneas de señalización.	¿Están las áreas señalizadas mediante líneas en los pisos?			
L I M P I A R	Pisos.	¿Los pisos están limpios, secos, libres y sin basura?			
	Equipos y utensilios.	¿Se mantienen los equipos y utensilios limpios?			
	Limpieza y chequeo.	¿Se verifica la limpieza?			
	Responsabilidad de limpieza.	¿Existe rotación o sistema de turnos para la limpieza?			
	Instructivos de limpieza.	¿Existen instructivos de limpieza y desinfección?			
E S T A N D A R I Z A R	Capacitaciones 5 S	¿Existen capacitaciones al personal para ejecutar adecuadamente sus actividades?			
	Evidencia de estandarización	¿Existen instructivos de como mantener las tres primeras S?			
	Evidencias de uso correcto de implementos y uniforme.	¿Todo el personal usan uniforme y elementos adecuados para el área de trabajo?			
	Evidencias de compromiso de la alta gerencia y los demás involucrados.	¿Se verifica el nivel de involucramiento y compromiso de la alta dirección y el resto de los colaboradores?			
A U T O D I S C I P L I N A	Auditorías	¿ Se realizan auditorías para hacer un seguimiento?			
	Interacción entre compañeros.	¿Hay un ambiente laboral agradable?			
	Horario de entrada, comidas, reuniones, eventos, etc.	¿Hacen todos esfuerzos por ser puntuales?			
	Equipos/ Materiales de producción.	¿Regularmente dejan los materiales en sus respectivos lugares?			
	Comer, beber, fumar.	¿Está prohibido realizarlas en el área de producción?			
Puntuación			0	0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 07: Lista de chequeo Mantenimiento Autónomo.

LISTA DE CHEQUEO: MANTENIMIENTO AUTÓNOMO					
PUNTUACIÓN		AUDITOR	FECHA	FECHA	
No hay cumplimiento	0				
Un 30% de cumplimiento	1				
Cumple al 65 %	2				
Un 95% de cumplimiento	3				
SS	ITEM A EVALUAR	CRITERIO DE EVALUACIÓN	Puntuación	Puntuación	Observaciones
S E P A R A R	Materiales.	¿Existen materiales innecesarios?			
	Máquinas y equipos.	¿Todas las máquinas y equipos están regularme en uso?			
	Herramientas.	¿Todos las herramientas están regularmente en uso?			
	Control visual.	¿Todo lo que es innecesario en el área de trabajo, se puede distinguir a simple vista?			
O R D E N A R	Codificación de máquinas	¿Existen codificaciones para identificar las máquinas?			
	Localización de herramientas y materiales.	¿Se puede localizar cualquier herramienta y material rápidamente?			
	Lineas de señalización.	¿Están las áreas señalizadas mediante líneas en los pisos?			
	Herramientas.	¿Las herramientas están organizadas de modo que facilite su localización y retorno?			
L I M P I A R	Pisos.	¿Los pisos están limpios, sin polvo y aceites ?			
	Máquinas, equipos y herramientas.	¿Los equipos y herramientas se encuentran sin polvo, grasa y ningún otro tipo de suciedad?			
	Limpieza y chequeo.	¿Se verifica la limpieza y los niveles de parámetros de máquinas que generen suciedad (aceite y refrigerante)?			
	Responsabilidad de limpieza.	¿Hay rotación o sistema de turnos para la limpieza ?			
	Procedimientos de limpieza.	¿Existen instructivos de lavado de máquinas?			
C O N T R O L	Máquinas.	¿Existen i procedimientos en las máquinas para ejecutar su funcionamiento (encendido y apagado) ?			
	Instrumentos.	¿Se delimitan los rangos de funcionamiento en los instrumentos (indicadores de presión, amperaje y temperatura)?			
	Visores de aceite y refrigerante.	¿Existen visores para definir el nivel mínimo y máximo de aceite y refrigerante?			
	Llaves de paso.	¿Se identifican el estado de llaves de paso por colores?			
	Tuberías y conductos.	¿Se identifican mediante colores y flechas, el tipo de fluido y sentido de flujo en tuberías y conducciones?			
A U T O D I S C I P L I N A	Regulaciones y normas.	¿Todas las regulaciones y normas son estrictamente observadas?			
	Iteracción entre compañeros.	¿Hay un ambiente laboral agradable?			
	Controles	¿Regularmente existen controles para determinar para determinar las inspecciones?			
	Comer, beber, fumar.	¿Está prohibido realizarlas en el área de trabajo ?			
Puntuación					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 08: Guía de entrevista.

GUÍA DE ENTREVISTA

Entrevista: Implementación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el proceso de fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos.

Fecha: _____ Hora de inicio: _____
 Hora de término: _____
 Lugar: _____ Entrevistado: _____
 Firma: _____

A continuación, pedimos que repones una breve entrevista, por favor se lo más sincero/a posible en tus respuestas. Marca con una X y/o completa tus respuestas.

1 ¿Considera usted, que en los últimos años la metodología de producción que aplica ha dado buenos resultados? Valore su desempeño.

100%	Siempre	
80%	Casi siempre	
40%	Alguna veces	
0%	Nunca	

2 ¿Cuántas kilogramos de hielo pueden producir en un día? ¿Cada cuánto tiempo se programa la producción?

3 ¿Considera usted, que la empresa presenta dificultades para llegar a la producción planificada?

100%	Siempre	
80%	Casi siempre	
40%	Alguna veces	
0%	Nunca	

¿Por qué?

4 ¿Con qué frecuencia realiza capacitaciones al personal para mejorar su rendimiento?

100%	Siempre	
80%	Casi siempre	
40%	Alguna veces	
0%	Nunca	

7 ¿Alguna vez ha recibido devoluciones de mercadería por parte de sus clientes?

100%	Siempre	
80%	Casi siempre	
40%	Alguna veces	
0%	Nunca	

¿Por qué?

8 ¿Las tareas y funciones de cada operario está claramente definida y conocida por cada integrante?

100%	Siempre	
80%	Casi siempre	
40%	Alguna veces	
0%	Nunca	

¿Por qué?

9 ¿La empresa presenta dificultades durante el proceso de fabricación?

100%	Siempre	
80%	Casi siempre	
40%	Alguna veces	
0%	Nunca	

¿Por qué?

10 ¿Diseña un control previo para evitar el retraso en la producción ?

100%	Siempre	
80%	Casi siempre	
40%	Alguna veces	
0%	Nunca	

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Las técnicas de procesamiento y análisis de datos utilizados en la investigación se dividieron en tres periodos, para cada una de las variables independientes.

4.6 Recolección de datos

Se realizó el análisis e interpretación de los resultados obtenidos del análisis del Pre-Test para cada hipótesis planteada. Los resultados se presentaron en tablas y figuras, posteriormente se ejecutó un estudio estadístico con el fin de interpretarlos, conceptuarlos y realizar la categorización respectivamente. Finalmente se obtuvo una base de evidencias para aceptar o rechazar la hipótesis a través de la prueba del T-Student y Wilcoxon en el software SPSS 27.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Diagnóstico y situación actual

5.1.1 Antecedentes de la empresa de estudio

La empresa de estudio es una empresa peruana, que pertenece a la industria de alimentos, cuenta con una planta de producción propia con 22 años en el mercado dedicada a la fabricación y comercialización de hielos y agua de mesa.

Inició sus operaciones dedicándose a la fabricación de hielos en presentación de bolsas de 3 kg para atender las necesidades del mercado, con los años ha ido creciendo, logrando ampliar sus presentaciones, convirtiéndose actualmente en una de las empresas pioneras productoras de hielos en Lima, ver Figura 09.



Figura 09: Cubos de hielo.
Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Clasificación de clientes de la empresa

La clasificación de clientes que tiene la empresa, ver Tabla 09.

Tabla 09: Clasificación de clientes de empresas de estudio.

Tipo de cliente	Descripción del cliente
Mercado mayorista	Empresas comercializadoras de hielo a minoristas.
Mercado minorista	Empresas comercializadoras de hielo a clientes finales.
Industrial	Empresas de manufactura que utilizan el hielo como insumo para la fabricación de sus productos.

Fuente: Elaboración propia

5.1.3 Competencia de la empresa

La principal competencia de la empresa de estudio es la empresa Glacial.

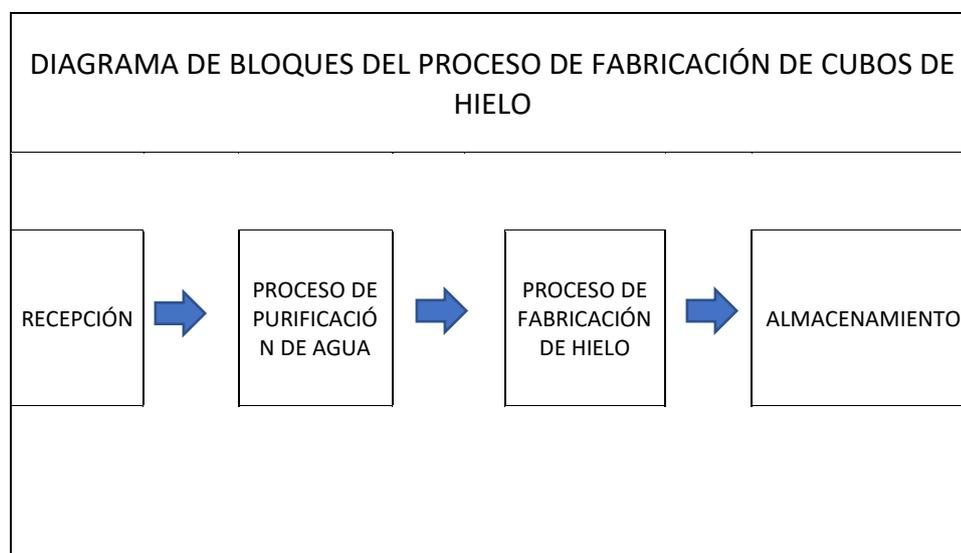
Glacial, fue fundada el 9 de julio del 2013, esta empresa buscó distinguirse de sus competidores fabricando y empaquetando el hielo en cubos buscando la comodidad de sus clientes, por lo que las bolsas constan de un asa para facilitar su traslado. La empresa ofrece tres tipos de hielo: hielo pequeño para uso en licuadora, hielo cubo normal para uso cotidiano y hielo cocktail especial para cocktelería y cartas de trago. Actualmente tiene como clientes a Tottus, Vivanda, Plaza Vea, y grifos como Listo. Gracias a su capacidad productiva y el de nuevos productos impulsaron su crecimiento de 200% por año desde que empezó. (El comercio)

5.2 Estudio del proceso de fabricación de cubos de hielo

5.2.1 Descripción del proceso de fabricación de hielo

El proceso de fabricación de cubos de hielo está a cargo del área de producción, se analizó el proceso a través del diagrama de bloques, cabe resaltar que el diagrama y descripciones se realizó bajo explicaciones del jefe de planta de la empresa de estudio y lo observado en las visitas, ver Figura 10.

Figura 10: Diagrama de bloques del proceso de fabricación de cubos de hielo.



Fuente: Elaboración propia.

1.Recepción de materia prima:

El proceso inicia con el abastecimiento de agua potable (agua de red o de pozo) el cual se almacena en cisternas de 15 m^3 y 25 m^3 .

2. Proceso de purificación de agua:

Es el primer proceso para la fabricación de los cubos de hielo y consta de las siguientes etapas:

- **Filtración (Filtro multimedia):**
En esta operación se realiza la primera filtración de macropartículas de sedimento como arenillas, arcilla, polvillo, óxidos, materia orgánica y otras partículas, garantizando un agua de baja turbidez y el buen funcionamiento de los posteriores filtros.
- **Filtración 2 (Filtro carbón activado):**
Esta operación está diseñada para adsorber los componentes gaseosos del agua, malos olores, sabores, incluyendo el cloro, la finalidad de este proceso es proteger las membranas de ósmosis inversa.
- **Ablandamiento (Filtro de intercambio iónico):**
Es una operación de intercambio iónico, es decir, substituye o intercambia minerales duros como calcio, magnesio, sílice, etc.
- **Radiación 1 (Lámpara de emisión UV):**
Esta operación permitirá reducir la carga microbiana.
- **Filtración 3 (Filtros de microfiltración):**
Esta operación permitirá controlar las posibles contaminaciones físicas de micropartículas.
- **Filtración 4 (Filtros de ósmosis inversa):**
Esta operación permite forzar el paso del agua de una membrana semipermeable con el fin separar y quitar en un 95 – 99 % los sólidos disueltos totales (TDS), Bacterias y virus otros contaminantes.
- **Mezclado (Blending) :**
Llave de paso regulable con flujómetro e indicador de los STD, mezcla el agua pre y post ósmosis.
- **Almacenamiento:**

El agua purificada es almacenada en tanques para su posterior proceso de fabricación de cubos de hielo.

3. Fabricación de cubos de hielo:

Después del proceso de purificación del agua y su almacenado empieza el proceso de fabricación de los cubos de hielo para ello tiene que seguir las siguientes operaciones:

- Radiación 2 (Lámpara de emisión UV):
Esta operación permitirá reducir la carga microbiana.
- Filtración 5 (Filtro de microfiltración):
Esta operación permitirá controlar las posibles contaminaciones físicas del agua purificada.
- Congelación (Máquinas de hielo):
Las máquinas de hielo congelan el agua purificada en tubos de hielo.
- Cortado (Máquinas de hielo):
Al terminar el proceso de congelación (por presión o por tiempo), la máquina libera aire caliente para soltar los tubos de hielo, la cortadora se activa y corta los tubos que caen por gravedad.
- Recepción:
Los cubos de hielo caen por una tolva hacia el Bin de envasado.
- Envasado:
El operario pisa el pedal lo que genera que el tornillo sinfín mueva el hielo hacia la boquilla de envasado del Bin y pueda caer en la bolsa que el mismo operario coloca.
- Pesado:
El operario pesa la bolsa con hielo mediante una balanza, estas bolsas deben tener el peso indicado según cada presentación con ± 20 g.
- Precintado:
El operario cierra la bolsa manualmente con un precinto maleable de un color que depende de la presentación.
- Empaquetado:
Las bolsas precintadas se agrupan en bolsas de empaque (empaque secundario).

- Almacenamiento:

Los paquetes de hielo son almacenados en cámaras de congelación a -14°C por un día como mínimo y luego son despachadas.

5.2.2 Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de cubos de hielo.

En la Figura 11, se detalla el diagrama de operaciones del proceso de fabricación de cubos de hielo, cuyo tiempo de ciclo es de 26 minutos por caída.

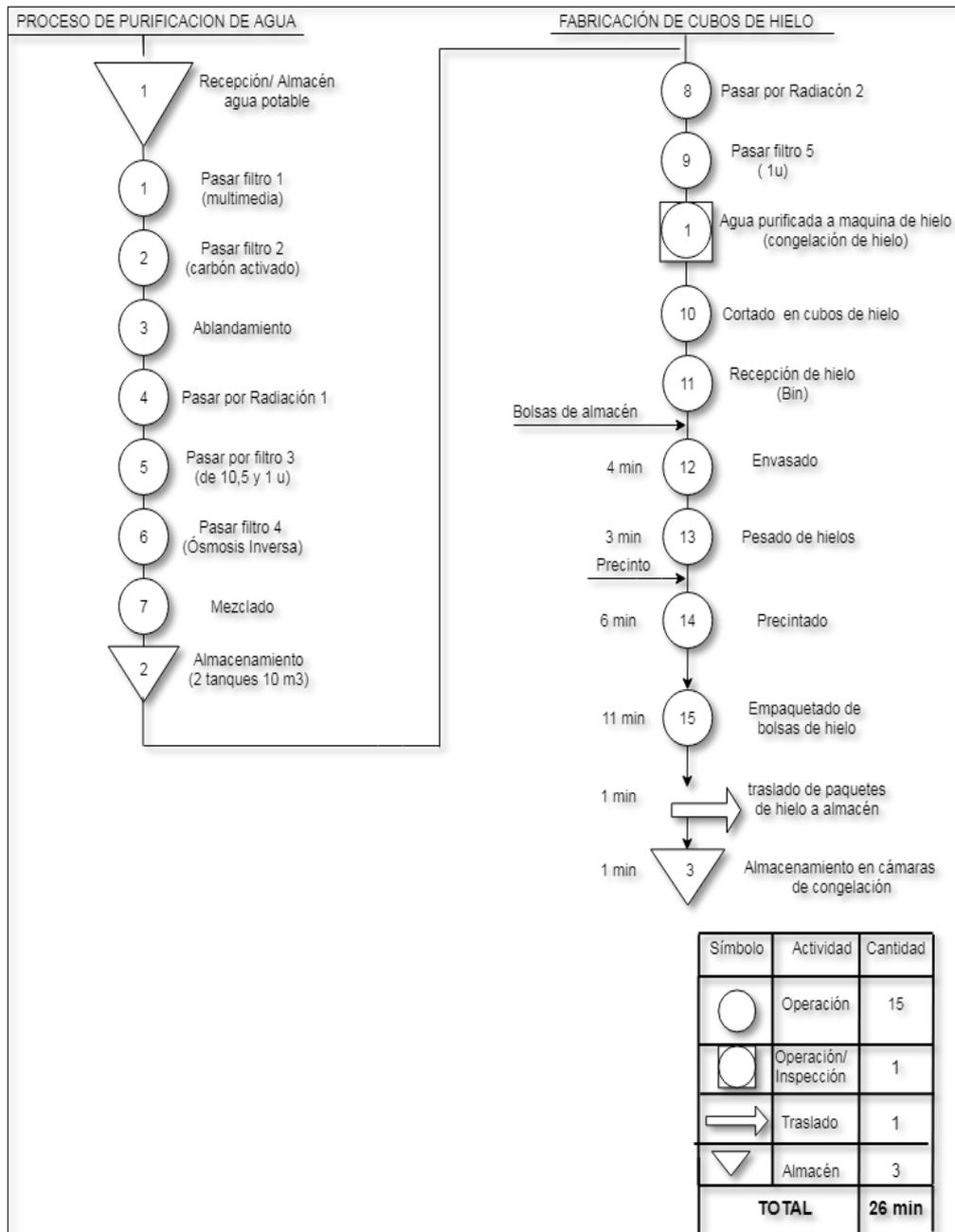


Figura 11: DOP del proceso de fabricación de cubos de hielo por caída.
Fuente: Elaboración Propia

5.2.3 Diagrama de actividades del proceso de fabricación de cubos de hielo

En la Figura 12, se detalla el diagrama de actividades del proceso de fabricación de cubos de hielo, cuyo tiempo de ciclo es de 26 minutos por caída con un recorrido de 13 metros.

PROCESO DE FABRICACIÓN DE CUBOS DE HIELO										
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE CUBOS DE HIELOS EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS				RESUMEN						
ACTIVIDAD		PRODUCCIÓN DE CUBOS DE HIELO		ACTIVIDAD						
				OPERACIÓN	○	15				
				TRANSPORTE	➔	1				
				DEMORA	⏸	1				
MÉTODO	ACTUAL			INSPECCIÓN/ OPERACIÓN	◻	1				
FECHA	21/09/2020			ALMACEN	▽	3				
OPERARIOS				TIEMPO			26 min			
ANALISTA				DISTANCIA (m)			13 m			
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES				○	◻	⏸	➔	▽	Tiempo	Distancia
Almacén de agua potable de 15 m3 y 25m3										
Recepción de agua potable										
Pasar por filtro 1 (multimedia)										
Pasar por filtro 2 (carbón activado)										
Ablandamiento de agua										
Pasar por Radiación 1										
Pasar por filtro 3 de 10.5 y 1 u)										
Pasar pro filtro 4 (ósmosis inversa)										
Mezclado										
Almacenamiento de agua purificada en tanques de 10 m3										
Pasar por Radiación 2										
Pasar filtro 5 (1u)										
Agua purificada pasa a maquinas donde se congela el hielo										
Cortado el hielo en cubos										
Espera de cubos de hielo										
Recepción de cubos de hielo en el Bin										
Envasar los cubos de hielo en bolsas									4 min	0.5 m
Pesar la bolsa de hielo									3 min	
Colocar el precinto , sellar y empaquetar									17 min	0.5 m
Trasladar los paquetes de bolsa de hielo									1 min	12 m
Almacén de producto terminado									1 min	

Figura 12: Diagrama de Actividades del proceso de fabricación de cubos de hielo por caída.
Fuente: Elaboración Propia

5.2.4 Diagrama de flujo

En la Figura 13, se observa el diagrama de flujo del Proceso de fabricación de cubos de hielo.

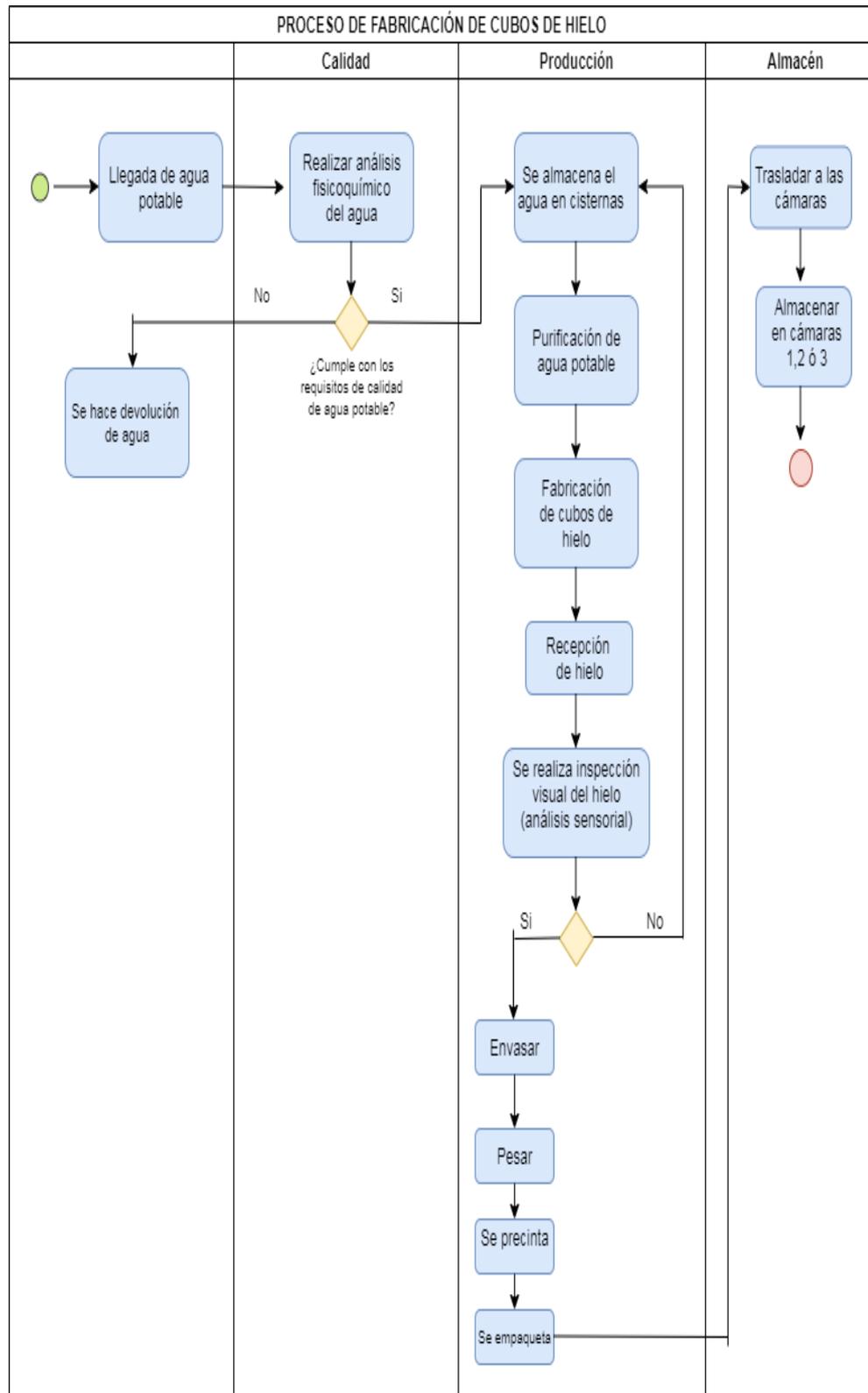


Figura 13: Diagrama de Flujo del Proceso de fabricación de cubos de hielo.
Fuente: Elaboración Propia

5.2.5 Producción

El producto estrella de la empresa de estudio son los hielos en cubo, debido a que es un producto estacional, el plan de producción varía de acuerdo con las temporadas y a los feriados en el año, siendo la temporada de verano la que requiere mayor producción en el año como se observa en la Tabla 10.

En la Figura 14 se observa que, durante el año 2018, no se llegó a producir todo lo planeado.

Tabla 10: Producción planificada y real de máquinas de hielo.

2018						
Mes	Bin 2 (máquina 7)		Bin 1 (máquina 1,3 y 4)		Producción Planificada (Kg)	Producción Real (Kg)
	Producción Planificada (Kg)	Producción Real (Kg)	Producción Planificada (Kg)	Producción Real (Kg)		
Enero	613800	519649.5	225020	219156.5	838820	738806
Febrero	567768	498374	249000	246990	816768	745364
Marzo	540072	475030	237000	234240	777072	709270
Abril	477756	430713	88498	87435	566254	518148
Mayo	431200	385890	91033	89982	522233	475872
Junio	366210	334588.5	28886	28518	395096	363106.5
Julio	470076	420440	32825	31732	502901	452172
Agosto	505872	358620	51694	49983	557566	408603
Setiembre	491940	318860	56521	55609	548461	374469
Octubre	534358	362980	74015	73285	608373	436265
Noviembre	609030	477280	195000	194550	804030	671830
Diciembre	629331	511120	283800	283350	913131	794470

Fuente: Elaboración propia.

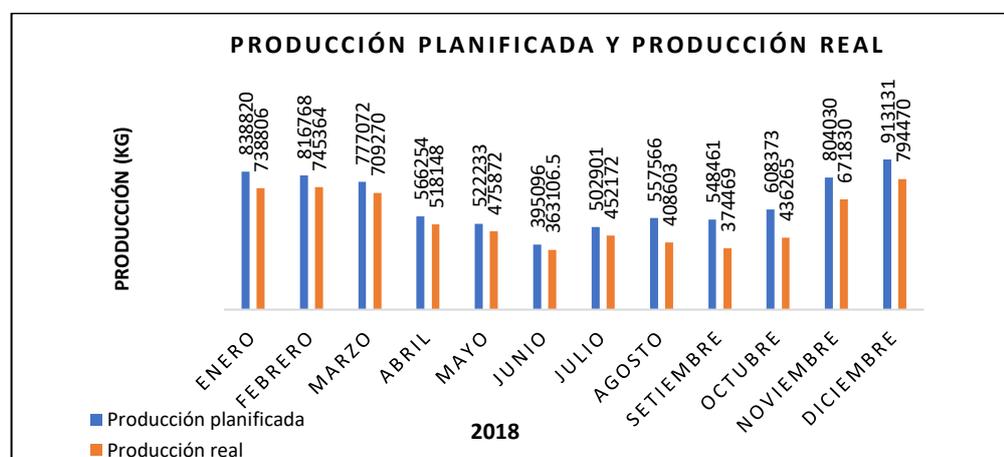


Figura 14: Producción planificada y producción real de la empresa de estudio.
Fuente: Elaboración propia

Existen dos áreas de producción de cubos hielo, área de producción 1 y área de producción 2

Cada área tiene asignado diferentes máquinas de hielo, el área de producción 2 cuenta con la máquina principal y el área de producción 1 cuenta con las máquinas más pequeñas.

Como se observa en la Figura 15 y Figura 16 el área de producción 2 es la que no llega a la producción planificada.

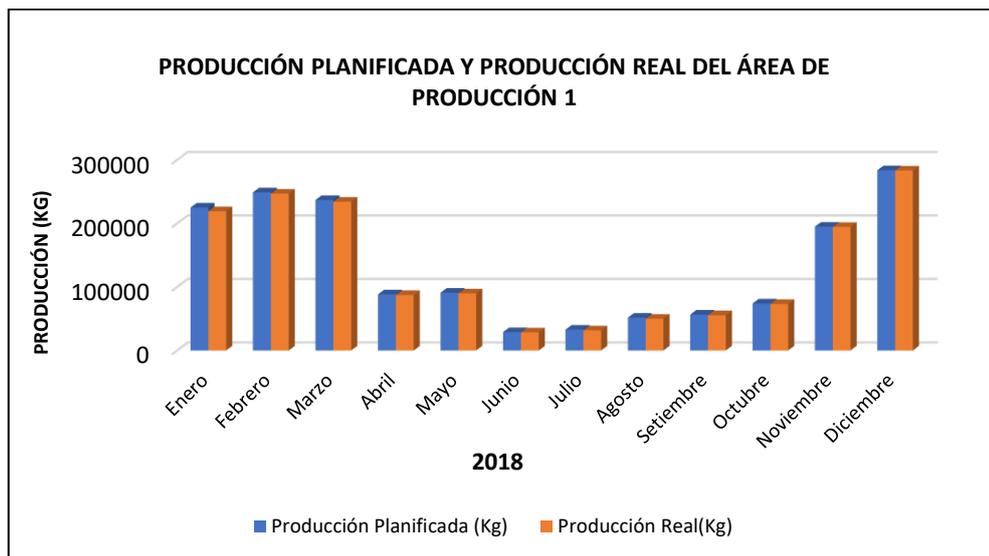


Figura 15: Producción planificada y producción real del área de producción 1 (Bin 1)
Fuente: Elaboración propia

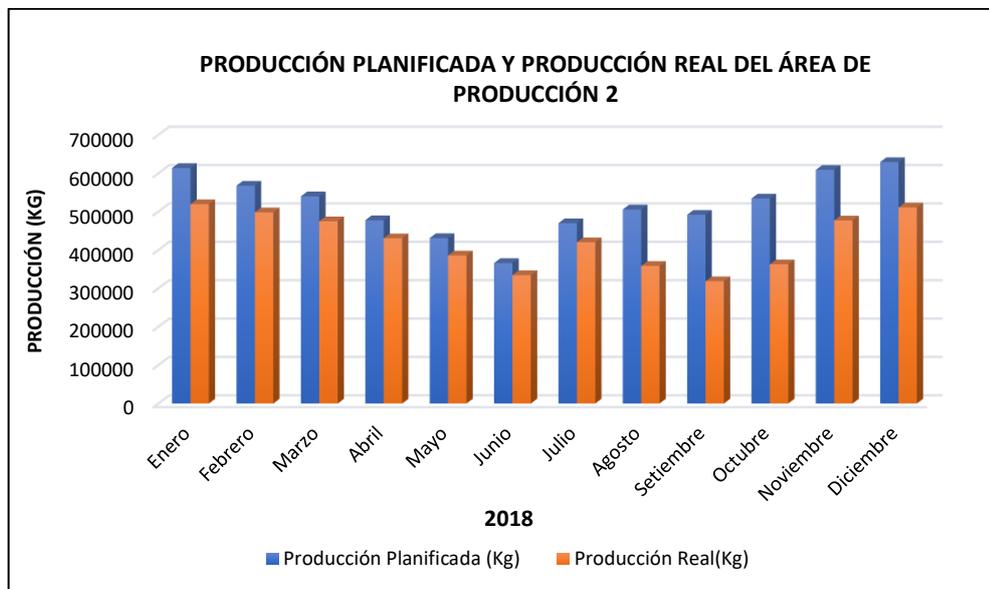


Figura 16: Producción planificada y producción real del área de producción 2 (Bin 2).
Fuente: Elaboración propia.

5.2.6 Capacidad de máquinas

Las máquinas de hielo varían su capacidad de acuerdo a las temporadas del año, debido a que el proceso de congelación y descongelación depende de la temperatura ambiente, mensualmente el personal de mantenimiento fija los tiempos de congelación y descongelación mediante un temporizador en las máquinas.

Como se observa, en la Tabla 11, en los meses de verano las máquinas tienen mayor capacidad. La capacidad de las máquinas también depende de sus tamaños, actualmente la empresa de estudio cuenta con 4 máquinas, siendo la máquina 7 la de mayor capacidad produciendo 7000 kilogramos en 8 horas de trabajo en el mejor mes, ver Figura 17.

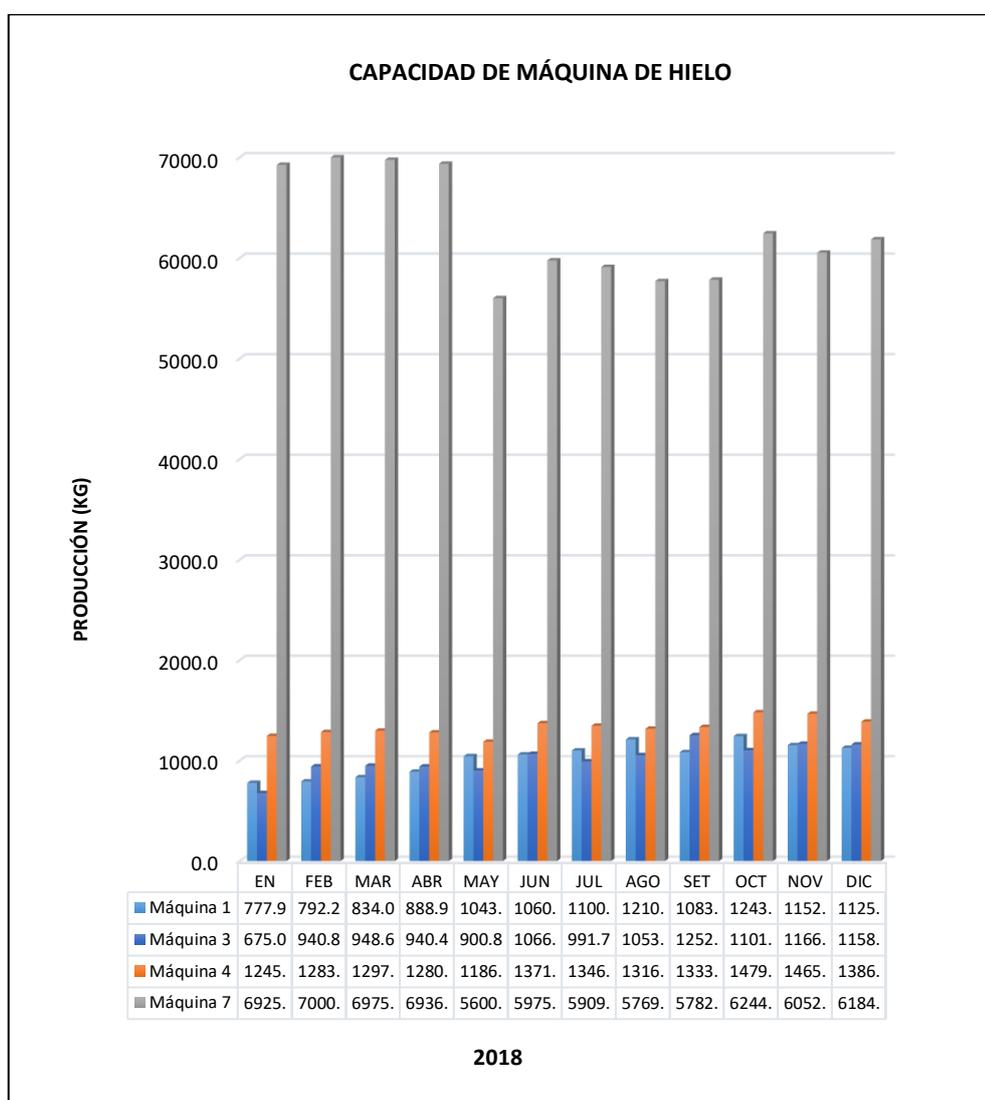


Figura 17: Capacidad de máquina de hielo.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Capacidad de máquina de hielo.

N° MÁQUINA												
1	EN	FEB	MA R	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Tiempo de congelamiento (minutos)	25.4	25.1	24.2	23	20.2	20	19.5	18	21.3	21.3	16.2	16.2
Tiempo de descongelamiento (minutos)	3.6	3.8	4	4	3.5	4	4.5	4.2	4.4	3.8	3.5	3.5
Tiempo de ciclo (minutos)	29	28.9	28.2	27	23.7	24	24	22.2	25.7	25.1	19.7	19.7
Kg/ caída	47	47.7	49	50	51.5	53	55	56	58	65	47.3	46.2
kg/hora	97.2	99.0	104.3	111.1	130.4	132.5	137.5	151.4	135.4	155.4	144.1	140.7
Kg/turno	777.9	792.2	834.0	888.9	1043.0	1060.0	1100.0	1210.8	1083.3	1243.0	1152.5	1125.7
3												
Tiempo de congelamiento (minutos)	28	21.3	21	20	20	20	20	19.5	19	22.3	16.5	16.3
Tiempo de descongelamiento (minutos)	3.5	3.7	4.3	4.5	3.5	3.5	4.2	4.2	4	4.5	3.5	3.5
Tiempo de ciclo (minutos)	31.5	25	25.3	24.5	23.5	23.5	24.2	23.7	23	26.8	20	19.8
Kg/ caída	44.3	49	50	48	44.1	52.2	50	52	60	61.5	48.6	47.8
kg/hora	84.4	117.6	118.6	117.6	112.6	133.3	124.0	131.6	156.5	137.7	145.8	144.8
Kg/turno	675.0	940.8	948.6	940.4	900.8	1066.2	991.7	1053.2	1252.2	1101.5	1166.4	1158.8
4												
Tiempo de congelamiento (minutos)	23.3	22.5	22	21	21.7	20.3	20.3	20.3	20.2	17.6	18.5	17.3
Tiempo de descongelamiento (minutos)	3.8	3.3	3.9	4	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
Tiempo de ciclo (minutos)	27.1	25.8	25.9	25	25.9	24.5	24.5	24.5	24.4	21.8	22.7	21.5
Kg/ caída	70.3	69	70	70.1	64	70	68.7	67.2	67.8	67.2	69.3	62.1
kg/hora	155.6	160.5	162.2	160.0	148.3	171.4	168.2	164.6	166.7	185.0	183.2	173.3
Kg/turno	1245.2	1283.7	1297.3	1280.0	1186.1	1371.4	1346.0	1316.6	1333.8	1479.6	1465.4	1386.4
7												
Tiempo de congelamiento (minutos)	18	17.5	16	15	17.5	17	17	17.5	17.5	17.5	18.5	18
Tiempo de descongelamiento (minutos)	4	4.1	4.3	5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Tiempo de ciclo (minutos)	22	21.6	20.3	20	21	20.5	20.5	21	21	21	22	21.5
Kg/ caída	317.4	315	295	289	245	255.2	252.4	252.4	253	273.2	277.4	277
kg/hora	865.6	875.0	871.9	867.0	700.0	746.9	738.7	721.1	722.9	780.6	756.5	773.0
Kg/turno	6925.1	7000.0	6975.4	6936.0	5600.0	5975.4	5909.9	5769.1	5782.9	6244.6	6052.4	6184.2

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Diagnóstico actual

5.3.1 Tiempo de ciclo

Se analizó el tiempo de ciclo mediante el estudio de tiempos, se observó cada tipo de actividad (operación, inspección, traslado y almacenamiento) y se obtuvo el tiempo total del proceso de fabricación de cubos de hielo por caída, ver Tabla 12.

Tabla 12: Resumen de las operaciones y tiempos del DAP.

Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)
Operación	15	24
Traslado	1	1
Almacenamiento	3	1
TOTAL	20	26

Fuente: Elaboración propia.

El tiempo del proceso de fabricación de cubos de hielo por cada ciclo o caída es de 26 minutos, cabe resaltar que 1 caída equivale a 183 bolsas de 1.5 kg en promedio.

El horario de trabajo es de 8 horas diarias por turno y en un día hay 3 turnos (mañana, tarde y noche), por lo tanto, la cantidad producida en un día es la siguiente:

$$\frac{183 \text{ bolsas de } 1.5 \text{ Kg}}{1 \text{ caída}} \times \frac{1 \text{ caída}}{26 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min.}}{1 \text{ hora}} \times \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ jornada}} \times \frac{3 \text{ jornadas}}{1 \text{ día}}$$
$$= 10135 \text{ bolsas de } 1.5 \text{ Kg/día}$$

Es decir 15202.5 Kg al día, siendo la capacidad promedio de las maquinas 18838 Kg por día, ver Tabla 13.

Tabla 13: Justificación de la capacidad de la máquina.

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Kg/Turno	6925.1	7000	6975.4	6936	5600	5975.4	5909.9	5769.1	5782.9	6244.6	6052.4	6184.2
Kg/Día	20775.3	21000	20926.2	20808	16800	17926	17729.7	17307.3	17348.7	18733.8	18157.2	18552.6

Fuente: Elaboración propia.

Tenemos como objetivo reducir el tiempo del proceso de fabricación de cubos de hielo para así aumentar la cantidad de bolsas de hielo al día, ya que el tiempo

actual de ciclo es de 26 minutos y el menor tiempo de ciclo de la maquina 7 es de 20 min, ver Tabla 14.

Tabla 14: Justificación de tiempo promedio de ciclo.

Tiempo de ciclo (minutos)	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
		22	21.6	20.3	20	21	20.5	20.5	21	21	21	22

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo para el Tiempo Estándar:

Para la obtención de datos de este estudio se realizó la toma de tiempos de las operaciones que observamos en el proceso de fabricación. Se tomó 4 muestras por cada operación, siendo el tiempo medio o tiempo observado del promedio de las muestras de cada operación.

Para este análisis se aplicó el método repetitivo, que se realizó tomando el tiempo desde cero para cada actividad, los cuales fueron tomados en el área de producción, ver Tabla 15.

Tabla 15: Estudio Inicial de Toma de Tiempos Observados.

OPERACIONES	OBSERVACIONES										Tiempo Real Promedio (min)
	1	2	3	4	6	7	8	9	10		
Envasado	4.45	5.02	5.06	6.28							5.20
Pesado de hielo	3.52	3.38	3.25	2.57							3.18
Precintado	6.4	6.02	6.44	6.33							6.30
Empaquetad	12.37	12.45	12.28	12.36							12.37
Traslado de paquetes	1.15	1.22	0.57	1.34							1.07
Almacenad	1.08	1.4	1.42	1.31							1.30

Fuente: Elaboración propia.

Para poder hallar el número de observaciones requeridas realizamos el cálculo del tiempo normal, ver Tabla 16.

Tabla 16: Tabla de nivel de confianza.

Niveles de confianza	
Z	Nivel de confianza (%)
1.00	68.00
1.64	90.00
1.96	95.00
2.00	95.45
3.00	99.73

$$N' = \left[\frac{Z * S}{(\% \text{ de error})(\bar{x})} \right]^2$$

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 17, se determina el tiempo estándar de las observaciones realizadas.

Tabla 17: Cálculo de la Desviación Estándar.

	Envasado	Pesado	Precintado	Empaquetado	Traslado	Almacenado
	4.45	3.52	6.4	12.37	1.15	1.08
	5.02	3.38	6.02	12.45	1.22	1.4
	5.06	3.25	6.44	12.28	0.57	1.42
	6.28	2.57	6.33	12.36	1.34	1.31
Desviación Estándar	0.77	0.42	0.19	0.07	0.34	0.16

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- N'= Numero de observaciones requeridas.
- Z= Número de desviaciones estándares para el nivel de confianza deseado (distribución normal).
- S= Desviación estándar de la muestra
- \bar{x} = Valor medio de las "N" observaciones preliminares tomadas.

Entonces según datos tenemos:

- Valor medio de las observaciones iniciales: 5.20
- Desviación estándar de la muestra: 0.77
- Porcentaje de error: 5%
- Nivel de confianza deseado: 95%

Hallamos N:

$$N' = \left(\frac{1.96 \times 0.77}{0.05 \times 5.20} \right)^2 = 32.69 \text{ número de observaciones.}$$

Pasamos a realizar las 33 observaciones requeridas para nuestra toma de tiempos del proceso de fabricación de cubos de hielo, ver Tabla 18.

Tabla 18: Estudio Final de Toma de tiempos observados.

OPERACIONES	OBSERVACIONES																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Envasado	4.45	5.02	5.06	6.28	4.57	4.33	3.86	5.54	4.63	3.4	4.02	3.95	4.52	3.86	4.55	3.32	3.08	3.27	3.01	3.16	3.25	3.06	3.38	3.62	4.23	3.08	3.33	3.41	3.09	3.07	3.39	3.24	3.86
Pesado de hielo	3.52	3.38	3.25	2.57	3.23	2.85	3.02	3.41	2.58	3.18	3.26	3.52	2.98	3.28	3.56	3.70	3.06	3.15	3.27	2.88	2.62	3.18	3.24	2.40	3.19	3.30	3.35	3.24	3.51	3.08	3.14	2.79	3.05
Precintado	6.4	6.02	6.64	6.33	5.82	5.62	5.58	5.49	5.59	5.35	5.50	5.32	6.29	5.80	5.98	5.28	5.33	4.54	5.29	5.86	5.37	5.19	5.42	5.83	5.31	5.42	5.33	6.08	4.14	5.07	5.82	6.64	5.46
Empaquetado	12.4	12.5	12.3	12.4	10.5	11.9	9.82	11.9	11.6	11.4	11.56	11.24	11.63	11.59	11.87	11.06	11.33	10.46	8.99	11.92	11.05	10.92	10.57	11.38	11.41	11.25	11.08	11.10	11.30	10.66	9.89	10.36	11.51
Traslado de paquetes	1.15	1.22	0.87	1.34	1.08	1.45	1.2	0.98	1.5	1.03	1.26	1.13	1.52	0.88	1.69	1.15	1.28	1.15	0.86	1.57	1.48	1.58	1.09	1.21	1.08	1.25	1.22	1.11	1.24	1.39	1.05	0.88	1.20
Almacenado	1.08	1.4	1.42	1.31	1.23	1.07	1.11	0.95	1.1	1	1.85	1.63	1.15	1.48	1.59	0.99	1.71	1.54	1.62	0.82	1.20	1.18	1.27	1.55	1.63	1.15	1.27	1.22	1.05	1.42	1.44	1.17	1.23

Fuente: Elaboración propia

Para determinar el tiempo normal se asignó a cada operación de acuerdo a la tabla de valorización del sistema Westinghouse, ver Figura 18.

SISTEMA WESTINGHOUSE					
<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+0.15	A1	Extrema	+0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Extrema	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Buena	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable	-0.08	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente	-0.12	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente	-0.17	F2	Deficiente
<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelentes	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buenas	+0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
-0.03	E	Aceptables	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Deficientes	-0.04	F	Deficiente

Figura 18: Valorización del Sistema Westinghouse

Fuente: Estudio de Ingeniería de Métodos

Hallamos la valorización de acuerdo con la Figura 19, obteniendo los resultados que se muestran en la Tabla 19.

Tabla 19: Resultados de la Valorización según la tabla de Westinghouse.

Habilidad	D	0	
Esfuerzo	D	0.02	
Condiciones	E	-0.03	
Consistencia	D	0.01	
TOTAL		0	1

Fuente: Elaboración propia

Realizando el estudio de tiempo mostramos la valorización por cada operación y hallamos su tiempo normal (Tiempo promedio por la valorización), ver Tabla 20.

$$TN = T.prom \times Valorización$$

Tabla 20: Resultado del Tiempo Normal.

OPERACIONES	Tiempo Real Promedio (min)	Calificación o Valoración	Tiempo Normal (min)
Envasado	3.84	1.00	3.84
Pesado de hielo	3.09	1.00	3.09
Precintado	5.52	1.00	5.52
Empaquetad	11.15	1.00	11.15
Traslado de paquetes	1.17	1.00	1.17
Almacenado	1.25	1.00	1.25
Tiempo normal total =			26.01

Fuente: Elaboración propia

Pasamos a hallar el tiempo estándar identificando primero los suplementos según la OIT en cada operación del proceso de fabricación de cubos de hielo.

Los suplementos se clasifican en:

- Suplementos constantes, ver Tabla 21.
- Suplementos variables:
 - ✓ Valoración en la actividad de envasado, ver Tabla 22.
 - ✓ Valoración en la actividad de pesado, ver Tabla 23.
 - ✓ Valoración en la actividad de precintado, ver Tabla 24.
 - ✓ Valoración en la actividad de empaquetado, ver Tabla 25.

- ✓ Valoración en la actividad de traslado de paquetes, ver Tabla 26.
- ✓ Valoración en la actividad de almacenado, ver Tabla 27.

Suplementos constantes para un Hombre:

Tabla 21: Suplementos constantes según la tabla de Westinghouse.

Suplementos por necesidades básicas	5
Suplementos por fatiga	4

Fuente: Elaboración propia

Suplementos variables para un Hombre:

En base a la tabla de Westinghouse se muestra cada tabla para cada operación con los valores seleccionados, ver Figura 19. El total del valor será el porcentaje a sumar al tiempo normal.

SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	e) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de Kata (milicalorías/cm ² /segundo)		
SUPLEMENTOS VARIABLES					
a) Trabajo de Pie			16		0
Trabajo de pie	2	4	14		0
			12		0
			10		3
b) Postura anormal			8		10
Ligeramente incómoda	0	1	6		21
Incómoda (inclinado)	2	3	5		31
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	4		45
			3		64
			2		100
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)			f) Tensión visual		
Peso levantado por kilogramo			Trabajos de cierta precisión	0	0
2.5	0	1	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
5	1	2	Trabajos de gran precisión	5	5
7.5	2	3	g) Ruido		
10	3	4	Continuo	0	0
12.5	4	6	Intermitente y fuerte	2	2
15	5	8	Intermitente y muy fuerte	5	5
17.5	7	10	Estridente y muy fuerte	7	7
20	9	13	h) Tensión mental		
22.5	11	16	Proceso algo complejo	1	1
25	13	20 (máx.)	Proceso complejo o atención dividida	4	4
30	17	-	Proceso muy complejo	8	8
33.5	22	-	i) Monotonía mental		
			Trabajo algo monótono	0	0
d) Iluminación			Trabajo bastante monótono	1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo muy monótono	4	4
Bastante por debajo	2	2	j) Monotonía física		
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Figura 19: Tabla de Suplemento de Westinghouse

Fuente: Ingeniería de Métodos II, Universidad Ricardo Palma

Operación 1

Tabla 22: Valoración en la actividad de envasado.

Envasado	
Concepto	Valoración
Suplemento por trabajar de pie	2
Incomoda	0
Peso (1.5Kg)	0
Ligeramente por debajo de la potencia	0
Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	2
Monotonía	0
Trabajo aburrido	0
Total	4

Fuente: Elaboración propia

Operación 2

Tabla 23: Valoración en la actividad de pesado.

Pesado de Hielo	
Concepto	Valoración
Suplemento por trabajar de pie	2
Ligeramente incomoda	0
Peso (1.5Kg)	0
Ligeramente por debajo de la potencia	0
Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	2
Monotonía	0
Trabajo aburrido	0
Total	4

Fuente: Elaboración propia

Operación 3

Tabla 24: Valoración en la actividad de precintado.

Precintado	
Concepto	Valoración
Suplemento por trabajar de pie	2
Ligeramente incomoda	2
Peso (1.5Kg)	0
Ligeramente por debajo de la potencia	0
Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	2
Monotonía	0
Trabajo aburrido	0
Total	6

Fuente: Elaboración propia

Operación 4

Tabla 25: Valoración en la actividad de empaquetado.

Empaquetado	
Concepto	Valoración
Suplemento por trabajar de pie	2
Ligeramente incomoda	2
Peso (1.5Kg)	0
Ligeramente por debajo de la potencia	0
Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	2
Monotonía	0
Trabajo aburrido	0
Total	6

Fuente: Elaboración propia

Operación 5

Tabla 26: Valoración en la actividad de traslado de paquetes.

Traslado de paquetes	
Concepto	Valoración
Suplemento por trabajar de pie	2
Incomoda (inclinado)	2
Peso (30Kg)	17
Ligeramente por debajo de la potencia	0
Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	2
Monotonía	0
Trabajo aburrido	0
Total	23

Fuente: Elaboración propia

Operación 6

Tabla 27: Valoración en la actividad de almacenado.

Almacenado	
Concepto	Valoración
Suplemento por trabajar de pie	2
Incomoda (inclinado)	2
Peso (30Kg)	17
Ligeramente por debajo de la potencia	0
Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	2
Monotonía	0
Trabajo aburrido	0
Total	23

Fuente: Elaboración propia

El suplemento total, es la suma de los suplementos constantes más los suplementos variables que analizamos en cada operación, ver Tabla 28.

$$ST = S. \text{ const} + S. \text{ var}$$

Tabla 28: Resultado del Suplemento Total.

Nº	Operaciones	Suplemento constante	Suplemento variable	Suplemento total
1	Envasado	9	4	13
2	Pesado de Hielo	9	4	13
3	Precintado	9	6	15
4	Empaquetado	9	6	15
5	Traslado de paquetes	9	23	32
6	Almacenado	9	23	32

Fuente: Elaboración propia

Por último, hallamos el tiempo estándar:

$$TS = TN \times ST$$

En la presente tabla se muestra el tiempo estándar de cada operación (que es la multiplicación del tiempo normal por el suplemento total), también el tiempo promedio, valorización, tiempo normal y suplementos, ver Tabla 29.

Tabla 29: Resultado del Tiempo Estándar.

Nº	Operaciones	Observaciones				
		Tiempo Promedio (minutos)	Calificación o Valoración	Tiempo Normal (min)	Suplemento %	Tiempo Estándar (min)
1	Envasado	3.84	1	3.84	1.13	4.34
2	Pesado de hielo	3.09	1	3.09	1.13	3.49
3	Precintado	5.52	1	5.52	1.15	6.35
4	Empaquetado	11.15	1	11.15	1.15	12.82
5	Traslado de paquetes	1.17	1	1.17	1.32	1.54
6	Almacenado	1.25	1	1.25	1.32	1.65
Tiempo Estándar (ST)						30.19 min/caída

Fuente: Elaboración propia

Según el resultado del tiempo estándar obtenemos que el tiempo de ciclo de la fabricación de cubos de hielo es de 30.19 min/caída.

El objetivo es reducir el tiempo de ciclo, que se realizará con la finalidad de evitar cualquier problema que afecte a la cantidad de producción del hielo por día, por lo cual se implementará el método de las 5'S.

En la Tabla 30, se observa el tiempo estándar actual y el tiempo estándar después de la implementación del método de las 5'S.

Tabla 30: Pre Test y Post Test de la reducción del tiempo en el área de producción.

Operación	Pre -Test		Post-Test	
	Tiempo Normal	Tiempo Estándar	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
	(min)	(min)	(min)	(min)
Envasado	3.84	4.34	3.22	3.58
Pesado de Hielo	3.09	3.49	2.16	2.4
Precintado	5.52	6.35	4.2	4.66
Empaquetado	11.15	12.82	9.17	10.17
Traslado de paquetes	1.17	1.54	1.19	1.38
Almacenado	1.25	1.65	1.27	1.47
TOTAL	26.01	30.19	21.22	23.67

Fuente: Elaboración propia

5.3.2 Kilogramos rechazados

Se analizó la producción rechazada, en kilogramos, de las dos áreas de producción de hielo, en donde se observa que el área de producción dos rechaza más kilogramos de hielo con un total de 95939 kilogramos rechazados al año, que representa el 1.85% de su producción, siendo el mes de febrero y octubre los meses con mayor rechazo, ver Tabla 31.

Tabla 31: Producción rechazada del área de Producción 1 y área de Producción 2.

Mes	2018						% Rech. A1 (Kg)	% Rech. A2 (Kg)
	Área 1			Área 2				
	Producción Real (Kg)	Producción Rechazada (Kg)	Producción sin rechazo (Kg)	Producción Real (Kg)	Producción Rechazada (Kg)	Producción sin rechazo (Kg)		
Enero	219156.5	808	219964.5	519649.5	10473	530122.5	0.37%	1.98%
Febrero	246990	828.5	247818.5	498374	11340	509714	0.33%	2.22%
Marzo	234240	1014	235254	475030	8850	483880	0.43%	1.83%
Abril	87435	168.1	87603.1	430713	7803	438516	0.19%	1.78%
Mayo	89982	319.2	90301.2	385890	7595	393485	0.35%	1.93%
Junio	28518	175.2	28693.2	334588.5	6380	340968.5	0.61%	1.87%
Julio	31732	173.7	31905.7	420440	7319.6	427759.6	0.54%	1.71%
Agosto	49983	0	49983	358620	6310	364930	0.00%	1.73%
Setiembre	55609	185.8	55794.8	318860	5313	324173	0.33%	1.64%
Octubre	73285	193.7	73478.7	362980	7922.8	370902.8	0.26%	2.14%
Noviembre	194550	330.4	194880.4	477280	8322	485602	0.17%	1.71%
Diciembre	283350	312.2	283662.2	511120	8310	519430	0.11%	1.60%
Total	1594830.5	4508.8	1599339.3	5093545	95938.4	5189483.4	0.28%	1.85%

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 20, se observa el rechazo por mes de las dos áreas de producción.

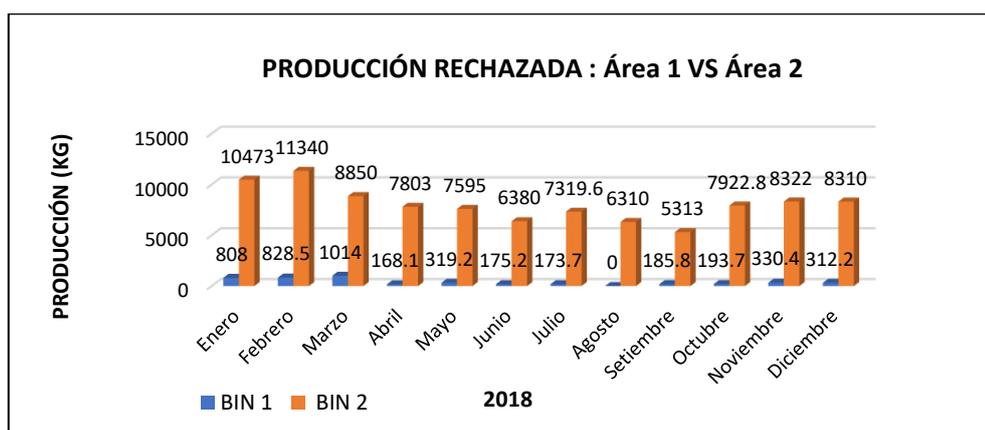


Figura 20: Producción rechazada de área de producción1 (Bin 1) y área de producción2 (Bin 2)
Fuente: Elaboración propia.

Debido al análisis que se realizó se optó por disminuir la producción rechazada del área de producción 2, es decir la máquina 7.

Se disminuirá la producción rechazada mediante la limpieza y verificación de las máquinas, ya que, al realizar el análisis de los 5 porqués, ver Tabla 2, se identificó que la producción rechazada es ocasionada por la falta de cumplimiento del cronograma de limpieza originada por la falta de personal, por lo tanto, se elaborará un programa de mantenimiento con la finalidad de evitar cualquier problema que afecte a la calidad e inocuidad del hielo.

En la Tabla 32, se observa la producción rechazada actual y la producción rechazada después de la implementación del programa de mantenimiento autónomo.

Tabla 32: Pre Test y Post Test de la producción rechazada del área de Producción 2.

Mes	Pre -Test (2018)				Post-Test (2019)			
	Producción Rechazada (Kg)	Producción Real (Kg)	Producción sin rechazo (Kg)	% Rech.	Producción Rechazada (Kg)	Producción Real (Kg)	Producción sin rechazo (Kg)	% Rech.
Enero	10473	519649.5	530123	1.98%	634	526881	527515	0.12%
Febrero	11340	498374	509714	2.22%	630	552573	553203	0.11%
Marzo	8850	475030	483880	1.83%	295	532228	532523	0.06%
Abril	7803	430713	438516	1.78%	289	476502	476791	0.06%
Mayo	7595	385890	393485	1.93%	490	429603	430093	0.11%
Junio	6380	334588.5	340969	1.87%	507	288600	289107	0.18%
Julio	7319.6	420440	427760	1.71%	757	445656	446413	0.17%
Agosto	6310	358620	364930	1.73%	252	383574	383826	0.07%
Setiembre	5313	318860	324173	1.64%	506	337260	337766	0.15%
Octubre	7922.8	362980	370903	2.14%	273	394556	394829	0.07%
Noviembre	8322	477280	485602	1.71%	949	530144	531093	0.18%
Diciembre	8310	511120	519430	1.60%	554	607617	608171	0.09%
Total	95939	5093545	5189484	1.85%	6137	5505194	5511331	0.11%

Fuente: Elaboración propia.

5.3.3 Horas de fallas de máquinas

Para determinar los problemas más frecuentes de las máquinas de producción se realizó el Diagrama de Pareto con los datos obtenidos del reporte de mantenimiento. Se ordenaron todas las causas observadas y según la frecuencia de ocurrencia se calcularon los porcentajes acumulados, ver Tabla 33, para poder esquematizar el diagrama observada que se muestra en la Figura 21.

Tabla 33: Lista de causas de problemas de máquinas.

N°	Causas	Frecuencia	Acumulado	%	% Acumulado
Causa 1	No hay caídas de hielo	10	10	28.57%	28.57%
Causa 2	Hielo blanco	4	14	11.43%	40.00%
Causa 3	Baja presión de compresor	4	18	11.43%	51.43%
Causa 4	Suciedad en sistema de tanque de agua	3	21	8.57%	60.00%
Causa 5	Mal apagado y encendido de máquinas	3	24	8.57%	68.57%
Causa 6	Bajo nivel de aceite en el compresor	2	26	5.71%	74.29%
Causa 7	Atasco de hielo en cortadora	2	28	5.71%	80.00%
Causa 8	Falla del evaporador	1	29	2.86%	82.86%
Causa 9	Falla de torre de enfriamiento	1	30	2.86%	85.71%
Causa 10	Cadena de tornillo descolocado	1	31	2.86%	88.57%
Causa 11	Ósmosis inoperativa	1	32	2.86%	91.43%
Causa 12	Falla de cortadora	1	33	2.86%	94.29%
Causa 13	Agua dura	1	34	2.86%	97.14%
Causa 14	Falla de indicador digital de temperatura	1	35	2.86%	100.00%
TOTAL		35		100%	

Fuente: Elaboración propia.

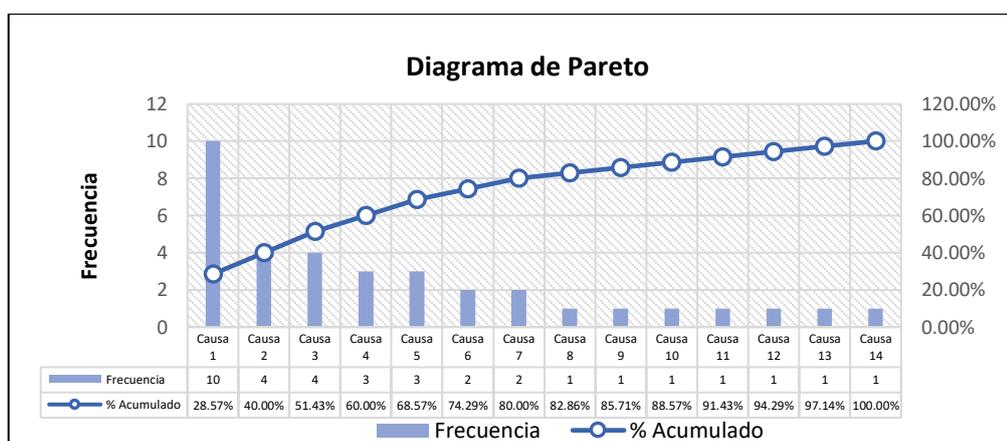


Figura 21: Diagrama de Pareto de fallas de máquinas.

Fuente: Elaboración propia.

Después de analizar las causas principales, se utilizó el método de los 5 porqués, para determinar qué lo ocasionaba, ver Tabla 34.

Tabla 34: Análisis de los cinco Por qué de las horas de fallas de máquinas.

Causa 1: No hubo caída de hielo	
¿Por qué?	Porque no hay agua en el tanque de máquina.
¿Por qué?	Porque la llave de paso se dejó cerrada.
¿Por qué?	Porque no se dieron cuenta.
¿Por qué?	Porque no identifican cuando una llave está abierta o cerrada.
¿Por qué?	Porque no hay visores.
Causa 2: Hielo blanco	
¿Por qué?	Porque hay agua fría en el tanque de agua de máquina.
¿Por qué?	Porque no se abrió la llave de retorno de agua de máquina.
¿Por qué?	Porque se olvidaron.
¿Por qué?	Porque no cuentan con un programa de actividades de chequeo de máquinas.
Causa 3: Baja presión de compresor	
¿Por qué?	Porque no se verificó la presión de compresor de máquina antes de encenderlo.
¿Por qué?	Porque no sabían.
¿Por qué?	Porque no hay un procedimiento de encendido y apagado de máquinas.
¿Por qué?	Porque no hay quien lo realice.
¿Por qué?	Porque el único capacitado, encargado de mantenimiento, no tiene tiempo.
Causa 4: Suciedad en el sistema del tanque de agua	
¿Por qué?	Porque no hay una limpieza de máquinas.
¿Por qué?	Porque no hay quien lo realice.
¿Por qué?	Porque solo hay una persona capacitada de mantenimiento de máquinas.
¿Por qué?	Porque hay poco personal de mantenimiento.
Causa 5: Mal apagado y encendido de máquina	
¿Por qué?	Porque lo hicieron mal.
¿Por qué?	Porque los operarios lo ejecutaron.
¿Por qué?	Porque el personal de mantenimiento faltó.
Causa 6: Baja nivel de aceite en compresor	
¿Por qué?	No se verificó la presión de compresor de máquina antes de encenderlo.
¿Por qué?	Porque se olvidaron.
¿Por qué?	Porque no cuentan con un programa de actividades de chequeo de máquinas.
Causa 7: Atasco de hielo en cortadora	
¿Por qué?	Porque hay mucho tiempo de congelamiento de máquinas
¿Por qué?	Porque no se verificó la presión del equipo.
¿Por qué?	Porque lo realizó un supervisor de producción
¿Por qué?	Porque faltó el encargado de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 35, se observa el número de fallas por mes durante todo el año 2018, debido a que la máquina 1, 3 y 4 no son utilizadas en todos los meses, se evidencia que no han presentado muchas fallas. La máquina 7 es la máquina que tiene mayor

capacidad y la más antigua de la empresa de estudio, debido a que necesita estar operativa todos los días del año se observa que presenta mayor número de fallas. Además, se determinó en la Tabla 36, el tiempo de fallas de máquinas, para reducirlas.

Tabla 35: Número de fallas de máquinas.

2018				
Mes	Máquina 1 (N° de fallas)	Máquina 3 (N° de fallas)	Máquina 4 (N° de fallas)	Máquina 7 (N° de fallas)
Enero	0	0	0	2
Febrero	1	0	0	3
Marzo	0	0	0	2
Abril	0	0	0	3
Mayo	1	1	0	3
Junio	1	0	0	4
Julio	1	0	0	3
Agosto	0	0	0	2
Setiembre	1	0	0	1
Octubre	1	0	0	1
Noviembre	0	0	0	1
Diciembre	0	0	2	1
TOTAL	6	1	2	26

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36: Tiempo de fallas de máquinas.

2018				
Mes	Máquina 1 (Horas)	Máquina 3 (Horas)	Máquina 4 (Horas)	Máquina 7 (Horas)
Enero	0	0	0	26
Febrero	0.5	0	0	23.23
Marzo	0	0	0	5.9
Abril	0	0	0	10.3
Mayo	0.45	0.4	0	5.9
Junio	0.5	0	0	11.95
Julio	2	0	0	14.25
Agosto	0	0	0	7.3
Setiembre	1	0	0	3
Octubre	0.3	0	0	2.5
Noviembre	0	0	0	4
Diciembre	0	0	3	4.3
TOTAL	4.75	0.4	3	118.63

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 37, se detalla los motivos de las fallas de las máquinas durante el año 2018.

Tabla 37: Motivos de fallas de máquinas.

Máquina 7		
Motivo	N° de falla/año	Horas/año
No hubo caída de hielo	9	29.45
Hielo blanco	4	15.75
Suciedad en sistema de tanque de agua	3	13.95
Mal apagado y encendido de máquinas	3	11.3
Atasco de hielo en cortadora	2	18.98
Bajo nivel de aceite en compresor	2	5.75
Baja presión de compresor	2	4.45
Cadena de tornillo descolocado	1	19
TOTAL	26	118.63

Máquina 1		
Motivo	N° de falla/año	Horas/año
Baja presión de compresor	2	0.45
No hubo caída de hielo	4	4.3
TOTAL	6	4.75

Máquina 3		
Motivo	N° de falla/año	Horas/año
Baja presión de compresor	1	0.4
TOTAL	1	0.4

Máquina 4		
Motivo	N° de falla/año	Horas/año
Falla en cortadora	2	3
TOTAL	2	3

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que la máquina 7 es la que presenta mayor tiempo de fallas, se disminuyó mediante su revisión antes, durante y después del proceso de fabricación de cubos de hielo, con la finalidad de evitar cualquier problema en el funcionamiento de esta, por lo cual se elaborará un programa de mantenimiento autónomo con la finalidad de reducirlas.

En la Tabla 38, se observa el tiempo de fallas actual y el tiempo de fallas después de la implementación del programa de mantenimiento autónomo.

Tabla 38: Pre Test y Post Test de tiempo de fallas de máquina 7.

Mes	Pre -Test	Post-Test
	Máquina 7 Horas	Máquina 7 Horas
Enero	26	5
Febrero	23.23	7
Marzo	5.9	1.3
Abril	10.3	0
Mayo	5.9	1.45
Junio	11.95	0
Julio	14.25	0
Agosto	7.3	0
Setiembre	3	2
Octubre	2.5	1
Noviembre	4	0
Diciembre	4.3	0
Total	118.63	17.75

Fuente: Elaboración propia.

5.3.4 Productividad

5.3.4.1 Tiempo de ciclo

Para determinar la productividad con respecto al factor de tiempo de ciclo, se hallará el tiempo antes y después de la implementación, ver Tabla 39 y Tabla 40, que se realizó de acuerdo al estudio de tiempo realizado, ver Tabla 41.

Tabla 39: Costo de mano de obra por caída Pre Test.

Costo de MO Pre Test	
<u>Operario</u>	<u>Supervisor</u>
S/ 5.625/Día-----60min	S/ 6.67/Día-----60 min
X-----26 min	X-----26 min
X= S/ 2.44/ Caída	X= S/.2.89/Caída
4 opera= S/.9.75/Caída	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> en 26 min se gasta en MO= S/. 12.64 </div>	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40: Costo de mano de obra por caída Post Test.

Costo de MO Post Test	
<u>Operario</u>	<u>Supervisor</u>
S/ 5.625/Día-----60 min	S/ 6.67/Día-----60 min
X-----21 min	X-----21 min
X= S/ 1.97/ Caída	X= S/.2.34/Caída
3 op= S/.5.91/Caída	
en 21 min se gasta en MO= S/. 8.25	

Fuente:

Elaboración propia.

Tabla 41: Costo de mano de obra por caída.

Nº	Operaciones	Pres Test (2018)		Costo de mano de obra por caída (5 trabajadores)	Post Test (2019)		Costo de mano de obra por caída (4 trabajadores)
		Tiempo Real Promedio (min)	Tiempo Estándar (min)		Tiempo Real Promedio (min)	Tiempo Estándar (min)	
1	Envasado	3.84	4.34		3.22	3.58	
2	Pesado de hielo	3.09	3.49		2.16	2.40	
3	Precintado	5.52	6.35	S/.12.64 EN 26 MIN TRABAJADOS	4.20	4.66	S/.10.2 SOLES EN 21 MIN TRABAJADOS
4	Empaquetado	11.15	12.82		9.17	10.17	
5	Traslado de paquetes	1.17	1.54		1.19	1.38	
6	Almacenado	1.25	1.65		1.27	1.47	
Total		26.01	30.19		21.21	23.66	

Fuente: Elaboración propia.

Se determinó la cantidad de operarios que trabajan durante el proceso, para saber el costo mensual de mano de obra, ver Tabla 42.

Se observa que, en el año 2018, se cuenta con 4 operarios y 1 supervisor, mientras que, en el año 2019, se cuenta con 3 operarios y 1 supervisor, esto se da ya que al implementar las herramientas Lean disminuyó las actividades

del supervisor, logrando formar parte de los operarios cumpliendo la función de producir además de inspeccionar todo el proceso de fabricación in situ.

Tabla 42: Cantidad de operarios y sueldos mensuales.

	2018		2019	
	N° de trabajadores	Sueldo mensual (Soles)	N° de trabajadores	Sueldo mensual (Soles)
1 TURNO = SUELDO DE 8 TRAB.	4 operarios	5400	3 operarios	4050
	1 supervisor	1600	1 supervisor	1600
	TOTAL	7000		5650
3 TURNOS = SUELDO DE 15 TRAB	12 operarios	16200	9 operarios	12150
	3 supervisor	4800	3 supervisor	4800
	TOTAL	21000		16950

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se determinó la productividad por día antes y después de la implementación de herramienta de Lean Manufacturing

Antes:

$$\frac{183 \text{ bolsas de } 1.5 \text{ Kg}}{1 \text{ caída}} \times \frac{1 \text{ caída}}{26 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min.}}{1 \text{ hora}} \times \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ jornada}} \times \frac{3 \text{ jornadas}}{1 \text{ día}} = 10135 \text{ bolsas de } 1.5 \text{ Kg/día}$$

, es decir 15202.5 kg/ día = 456075 kg/ mes en promedio.

Después:

$$\frac{183 \text{ bolsas de } 1.5 \text{ Kg}}{1 \text{ caída}} \times \frac{1 \text{ caída}}{21 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min.}}{1 \text{ hora}} \times \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ jornada}} \times \frac{3 \text{ jornadas}}{1 \text{ día}} = 12549 \text{ bolsas de } 1.5 \text{ Kg/día}$$

, es decir 18823.5 kg/día = 564705 Kg/mes en promedio.

Por lo tanto,

$$\frac{15202.5 \text{ Kg}}{\text{S/. } 700.00} \quad \text{En una producción de } 15022.5 \text{ Kg}$$

por día el costo de mano de obra es de S/.700

18823.5 Kg	En una producción de 18823.5 Kg
S/. 565.71	por día el costo de mano de obra es
	de S/.565.71

Es decir, antes de la implementación se tuvo una productividad de 21.71 Kg/ S/. y después 33.27 Kg/ S/. por día.

5.3.4.2 Kilogramos rechazados

Para determinar la productividad con respecto al factor de la producción rechazada, se determinó las horas no utilizadas de mano de obra durante la ejecución del rechazo, ya que estas se tendrán que recuperar para llegar a la producción planificada con sobre horas de trabajo, ver Tabla 43.

Tabla 43:Costo de mano de obra por rechazo.

Mes	Pre -Test (2018)			Post-Test (2019)		
	Producción Rechazada (Kg)	Horas no utilizadas (Horas)	Costo de mano de obra por rechazo (Soles)	Producción Rechazada (Kg)	Horas no utilizadas (Horas)	Costo de mano de obra por rechazo (Soles)
Enero	10473	12.10	352.9	634	0.73	17.24
Febrero	11340	12.96	378.0	630	0.72	16.95
Marzo	8850	10.15	296.0	295	0.34	7.96
Abril	7803	1.13	32.8	289	0.04	0.98
Mayo	7595	1.36	39.6	490	0.09	2.06
Junio	6380	1.07	31.1	507.4	0.08	2.00
Julio	7319.6	1.24	36.1	757.2	0.13	3.02
Agosto	6310	1.09	31.9	252.4	0.04	1.03
Setiembre	5313	0.92	26.8	506	0.09	2.06
Octubre	7922.8	1.27	37.0	273.2	0.04	1.03
Noviembre	8322	1.38	40.1	949	0.16	3.69
Diciembre	8310	1.34	39.2	554	0.09	2.11
Total	95939	46	1342	6137	3	60

Fuente: Elaboración propia.

5.3.4.3 Horas de fallas de máquinas

Para determinar la productividad con respecto al factor de horas de fallas de máquinas, se determinó las horas perdidas de mano de obra durante el paro, ya que estas se tendrán que recuperar para llegar a la producción planificada, ver Tabla 44.

Tabla 44: Costo de mano de obra por hora parada.

Mes	Pre -Test	Costo de mano de obra por hora parada (Soles)	Post-Test	Costo de mano de obra por hora parada (Soles)
	Máquina 7 Horas		Máquina 7 Horas	
Enero	26	758.3	5	117.71
Febrero	23.23	677.5	7	164.79
Marzo	5.9	172.1	1.3	30.6
Abril	10.3	300.4	0	0
Mayo	5.9	172.1	1.45	34.14
Junio	11.95	348.5	0	0
Julio	14.25	415.6	0	0
Agosto	7.3	212.9	0	0
Setiembre	3	87.5	2	47.08
Octubre	2.5	72.9	1	23.54
Noviembre	4	116.7	0	0
Diciembre	4.3	125.4	0	0
Total	118.63	3460	17.75	417.9

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se determinó la productividad de los factores analizados en los tres problemas específicos de la investigación.

En la Tabla 45 se observa la productividad Pre-Test y en la Tabla 46 la productividad Post-Test, donde observa notablemente el incremento.

Tabla 45: Productividad Pre-Test.

Mes	Pre-Test (2018)				
	Costo de mano de obra por tiempo de ciclo (Soles)	Costo de mano de obra por rechazo (Soles)	Costo de mano de obra por hora parada (Soles)	Producción Real (Kg)	Productividad (Kg/soles)
Enero	21000	352.89	758.33	519649.5	23.50
Febrero	21000	378.00	677.54	498374	22.60
Marzo	21000	296.04	172.08	475030	22.13
Abril	21000	32.81	300.42	430713	20.19
Mayo	21000	39.56	172.08	385890	18.19
Junio	21000	31.14	348.54	334588.5	15.65
Julio	21000	36.12	415.63	420440	19.60
Agosto	21000	31.90	212.92	358620	16.88
Setiembre	21000	26.80	87.50	318860	15.10
Octubre	21000	37.01	72.92	362980	17.19
Noviembre	21000	40.10	116.67	477280	22.56
Diciembre	21000	39.19	125.42	511120	24.15
Total	252000	1341.57	1342	5093545	19.81

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46: Productividad Post-Test.

Mes	Post-Test (2019)				
	Costo de mano de obra por tiempo de ciclo (Soles)	Costo de mano de obra por rechazo (Soles)	Costo de mano de obra por hora parada (Soles)	Producción Real (Kg)	Productividad (Kg/s)
Enero	16950	17.24	117.7	526881	30.84
Febrero	16950	16.95	164.8	552573	32.25
Marzo	16950	7.96	30.6	532228	31.33
Abril	16950	0.98	0.0	476502	28.11
Mayo	16950	2.06	34.1	429603	25.29
Junio	16950	2.00	0.0	288600	17.02
Julio	16950	3.02	0.0	445656	26.29
Agosto	16950	1.03	0.0	383574	22.63
Setiembre	16950	2.06	47.1	337260	19.84
Octubre	16950	1.03	23.5	394556	23.24
Noviembre	16950	3.69	0.0	530144	31.27
Diciembre	16950	2.11	0.0	607617	35.84
Total	203400	60.13	417.86	5505194	27

Fuente: Elaboración propia.

5.3.5 Implementación

- Metodología 5 S:

Periodo I: Lista de chequeo antes de la implementación de la metodología 5'S

Se realizó una auditoría mediante una lista de chequeo, ver Tabla 47, donde puede observarse las preguntas que se evaluaron en cada una de ellas, obteniendo el puntaje total de 35 de 66 puntos, según cronograma de implementación, ver Anexo 05.

Tabla 47: Lista de chequeo 5 S antes de la implementación.

LISTA DE CHEQUEO: METODOLOGÍA 5 S					
PUNTUACIÓN		AUDITOR	FECHA	FECHA	
No hay cumplimiento	0	1) Karolay Cuadros Amao	14/01/2019	12/07/2019	
Un 30% de cumplimiento	1				
Cumple al 65 %	2	2) Lizeth Salinas Loayza			
Un 95% de cumplimiento	3				
5S	ITEM A EVALUAR	CRITERIO DE EVALUACIÓN	Puntuación	Puntuación	Observaciones
S E P A R A R	Materiales .	¿Existen materiales innecesarios?	1		Se encontraron casacas, mochilas, cajas de herramientas, entre otros.
	Máquinas y equipos.	¿Todos los equipos están regularme en uso?	2		Se encontraron equipos de otras áreas com refrigerante, motor, stocka, entre otros.
	Herramientas.	¿Todos los utensilios están regularmente en uso?	3		
	Control visual.	¿Todo lo que es innecesario en el área de trabajo, se puede distinguir a simple vista?	1		No hay tarjetas rojas
O R D E N A R	Codificación de áreas de producción.	¿Existen codificaciones para identificar cada área de producción?	3		
	Codificación en materiales	¿Existen codificaciones en los materiales identificados para su fácil acceso?	0		No existen
	Localización de materiales.	¿Se puede localizar cualquier material rápidamente?	0		No se puede
	Líneas de señalización.	¿Están las áreas señalizadas mediante líneas en los pisos?	3		
L I M P I A R	Pisos.	¿Los pisos están limpios, secos, libres y sin basura?	2		Piso excesivamente mojado
	Equipos y utensilios.	¿Se mantienen los equipos y utensilios limpios?	2		Se encontró utensilios sucios
	Limpieza y chequeo.	¿Se verifica la limpieza?	1		No existe un control de limpieza
	Responsabilidad de limpieza.	¿Existe rotación o sistema de turnos para la limpieza?	1		No existe un control de limpieza
	Instructivos de limpieza.	¿Existen instructivos de limpieza y desinfección?	0		No existen
E S T A N D A R I Z A R	Capacitaciones 5 S	¿Existen capacitaciones al personal para ejecutar adecuadamente sus actividades?	1		Sólo hay capacitaciones de temas inocuidad
	Evidencia de estandarización	¿Existen instructivos de como mantener las tres primeras S?	0		Existen procedimientos desactualizados, falta instructivos
	Evidencias de uso correcto de implementos y uniforme.	¿Todo el personal usan uniforme y elementos adecuados para el área de trabajo?	3		
	Evidencias de compromiso de la alta gerencia y los demás involucrados.	¿Se verifica el nivel de involucramiento y compromiso de la alta dirección y el resto de los colaboradores?	3		
A U T O D I S C I P L I N A	Auditorías	¿ Se realizan auditorías para hacer un seguimiento?	0		No se realiza
	Iteracción entre compañeros.	¿Hay un ambiente laboral agradable?	3		
	Horario de entrada, comidas, reuniones, eventos, etc.	¿Hacen todos esfuerzos por ser puntuales?	2		Se observo tardanzas del personal
	Equipos/ Materiales de producción.	¿Regularmente dejan los materiales en sus respectivos lugares?	1		Se observó que utilizan equipos de otras áreas
	Comer, beber, fumar.	¿Está prohibido realizarlas en el área de producción?	3		
Puntuación			35	0	

Fuente: Elaboración propia.

Periodo II: Periodo de implementación.

1. Se capacitó a los operarios y supervisores acerca de la metodología de las 5´S.
2. Para el orden y la limpieza del área de producción, se explicó previamente a todos los integrantes la metodología 5´S y sus beneficios.
3. Se realizó una evaluación inicial sobre la metodología 5´S para ver cuánto habían entendido los operarios en la capacitación, ver Anexo 06.
4. Se hizo una lista del personal del área de producción, ver Tabla 48 y se realizó el instructivo de limpieza y desinfección del área de producción, ver Anexo 07.

Tabla 48: Lista de personal del área de producción de hielo.

LISTA DE PERSONAL DEL ÁREA

Nº	Personal	Cargo
1	Marcelo Rioja	Operario
2	Kelvis Guerrero Pérez	Operario
3	Marco Castillo	Operario
4	Pablo Torrelles	Operario
5	Sergio Quispe	Operario
9	Linger Amasifen	Operario
7	Cristhian Estrada	Operario

Fuente: Elaboración propia.

5. Después de la capacitación y la evaluación se pasó a identificar las 5´s:

- **SEIRI - SEPARAR.**

Nos enfocamos en evaluar y analizar el área de trabajo donde se observan elementos innecesarios que tendrán que ser retiradas.

Identificamos elementos que no agregan valor al proceso, el área debería estar despejado y tener al alcance solo los elementos necesarios, ya que no permite realizar las actividades de manera fluida, una vez realizada la separación, retiramos todo lo innecesario, ver Anexo 17.

A) Se identificó los materiales y/o elementos innecesarios del área mediante tarjetas rojas, ver Figura 22.

TARJETA ROJA 5'S	
Fecha: _____	
Área: _____	
Item: _____	
Cantidad: _____	
ACCIÓN SUGERIDA	
Agrupar en espacio separado	<input type="checkbox"/>
Eliminar	<input type="checkbox"/>
Reubicar	<input type="checkbox"/>
Reciclar	<input type="checkbox"/>
Comentario: _____	

Figura 22: Tarjeta Roja 5'S

Fuente: Elaboración propia.

B) Se recogió todo desperdicio como papeles, bolsas, guantes que se encuentran en el área.

C) Se informó a los operarios mantener el área libre.

D) Se etiquetó las Stockas para que tengan mayor facilidad de desplazar los paquetes de hielo hacia el almacén y no estén agarrando de otras áreas, el cual generaba demoras en el almacenamiento, ya que el personal de producción se dedicaba a buscarlas, ver Figura 23.



Figura 23: Stocka innecesaria de otra área

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el estudio se observaron que las bolsas de hielo se situaban en una caretila, no estando al alcance cercano de los operarios, además las casacas térmicas no tenían un lugar asignado precisamente para uniformes, ya que se situaban en el piso, ocasionando que cada vez que ingresen a una cámara de congelación, para almacenar los paquetes de hielo, y requieran de estas, se demoren en identificarlas, además se encontró refrigerantes altamente peligrosos dentro del área de producción, impidiendo el paso y poniendo en riesgo la vida de los trabajadores, y cajas de herramientas que correspondían al área de mantenimiento.

Aquellos elementos innecesarios fueron identificados y se procedió a retirarlas.

- **SEITON - ORDENAR:**

Luego de realizar la primera S, pasamos a ordenar lo que clasificamos, esto nos permitió tener un mejor alcance de los materiales y mayor facilidad para que los operarios puedan ubicarlos y así fomentar un ambiente ordenado.

Se reordenó el área de trabajo con una mejor ubicación para cada elemento con su respectiva etiqueta para ser identificados con facilidad.

Con el objetivo de realizar un trabajo fluido, sin perder el tiempo que puede ser utilizado solamente al proceso de envasado de cubos de hielo.

- **SEISO - LIMPIEZA:**

Nuestro objetivo principal es tener un ambiente libre y limpio, para que el operario no tenga dificultades a la hora de realizar sus actividades, para esto se realizó un instructivo de limpieza, ver Anexo 07 y un programa general de limpieza, ver Anexo 18, que se colocó en la pizarra del área.

Con esta parte del trabajo buscamos obtener mejoras para que los elementos del área tengan una mejor conservación y los operarios tengan un ambiente limpio donde puedan trabajar.

Para esto indicamos que en el área de trabajo se encuentre un equipo de 4 personas y ellos mantengan su lugar de trabajo limpio, evidenciamos que ellos mismos a veces dejaban sus cosas dentro del área de trabajo, como casacas y mochilas, además dejaban sus utensilios y equipos sucios, además de tener siempre el piso demasiado mojado provocando algún accidente y/o la

aparición de insectos.

Tareas a realizar:

- ✓ Desinfectar y limpiar el piso y las parihuelas del área de trabajo con detergente y cloro.
- ✓ Dejar limpio el sumidero sin residuo de precintos ni papeles.
- ✓ Los utensilios de limpieza no pueden estar en el piso se debe colocar en los colgadores asignados, para cada área se asignó un color de utensilios para evitar confusiones y pérdidas.
- ✓ Lavar y desinfectar la mesa de trabajo, la pala y los cucharones.

Limpiar, de esta manera ayuda a mantener nuestro equipos y elementos en buen estado, reducir los accidentes y mejorar el aspecto del área.

- **SEIKETSU – ESTANDARIZAR**

El objetivo principal es lograr que todas las actividades y procedimientos se realicen de manera correcta y que la implementación se mantenga constante en el área de trabajo.

Para la estandarización se buscó hacer un seguimiento a los trabajadores haciéndoles acordar que mantengan el orden y la limpieza del área de trabajo, usar su uniforme e implementos completos (ropa adecuada para el ambiente frío, protección auditiva, mascarillas, botas, gorro quirúrgico desechable) siempre y de manera correcta, realizando el cumplimiento de sus horarios de trabajo (rotativos) y el horario de refrigerio para que tengan un mejor desenvolvimiento y mantengan el ritmo a la hora de trabajar.

Para ello:

- ✓ Se identificó cada elemento con su respectiva etiqueta y en su respectivo sitio.
- ✓ Se realizó un instructivo sobre el envasado de hielo, ver Anexo 08.
- ✓ Se realizó un instructivo sobre la codificación de bolsas y clasificación de jabas, ver Anexo 09.
- ✓ Se ordenó los elementos para que tengan un mejor alcance de las cosas como bolsas, precinto y balanza con su respectiva etiqueta.
- ✓ Se cambió la mesa de trabajo para que los operarios no tengan incomodidad y cree una mala postura a la hora de realizar el embolsado y empaquetado de hielo.

- SHITSUKE – DISCIPLINA

Una vez estandarizado los procedimientos se buscó mantenerlos, crear un hábito de las actividades de las 5'S y que la metodología se cumpla.

Para que esto se cumpla y se mantenga es importante manejar auditorías, charlas de capacitación donde se vean los siguientes puntos:

1. Conservar los estándares establecidos para poder tener un área de trabajo limpio y ordenado.
2. Siempre mantener el respeto hacia los demás y entender la importancia de las normas de la empresa.
3. Promover el hábito de que cada operario deba cumplir con las normas.
4. Asignar tareas u oficios que deben cumplir los operarios con el fin de mantener su área de trabajo limpio y ordenado.
5. Realizar un seguimiento.
6. Una vez implementado las 5 S en el área de trabajo, se preparó un control que deberá llenar y firmar el supervisor de las actividades, ver Anexo 10.

Periodo III: Lista de chequeo después de la implementación de la metodología 5'S.

Se realizó la auditoría después de la implementación de las 5'S mediante una lista de chequeo, en la Tabla 49 se puede apreciar las preguntas que se evaluaron en cada una de ellas. El puntaje total obtenido es de 66 de 66 puntos, y se realizó según cronograma de proyecto, ver Anexo 05.

Tabla 49: Lista de chequeo 5S después de la implementación.

LISTA DE CHEQUEO: METODOLOGÍA 5 S					
PUNTUACIÓN		AUDITOR	FECHA	FECHA	
No hay cumplimiento	0	1) Karolay Cuadros Amao 2) Lizeth Salinas Loayza	14/01/2019	12/07/2019	
Un 30% de cumplimiento	1				
Cumple al 65 %	2				
Un 95% de cumplimiento	3				
5S	ITEM A EVALUAR	CRITERIO DE EVALUACIÓN	Puntuación	Puntuación	Observaciones
S E P A R A R	Materiales .	¿Existen materiales innecesarios?	1	3	
	Máquinas y equipos.	¿Todos los equipos están regularme en uso?	2	3	
	Herramientas.	¿Todos los utensilios están regularmente en uso?	3	3	
	Control visual.	¿Todo lo que es innecesario en el área de trabajo, se puede distinguir a simple vista?	1	3	
O R D E N A R	Codificación de áreas de producción.	¿Existen codificaciones para identificar cada área de producción?	3	3	
	Codificación en materiales	¿Existen codificaciones en los materiales identificados para su fácil acceso?	0	3	
	Localización de materiales.	¿Se puede localizar cualquier material rápidamente?	0	3	
	Lineas de señalización.	¿Están las áreas señalizadas mediante lineas en los pisos?	3	3	
L I M P I A R	Pisos.	¿Los pisos están limpios, secos, libres y sin basura?	2	3	
	Equipos y utensilios.	¿Se mantienen los equipos y utensilios limpios?	2	3	
	Limpieza y chequeo.	¿Se verifica la limpieza?	1	3	
	Responsabilidad de limpieza.	¿Existe rotación o sistema de turnos para la limpieza?	1	3	
	Instructivos de limpieza.	¿Existen instructivos de limpieza y desinfección?	0	3	
E S T A N D A R I Z A R	Capacitaciones 5 S	¿Existen capacitaciones al personal para ejecutar adecuadamente sus actividades?	1	3	
	Evidencia de estandarización	¿Existen instructivos de como mantener las tres primeras S?	0	3	
	Evidencias de uso correcto de implementos y uniforme.	¿Todo el personal usan uniforme y elementos adecuados para el área de trabajo?	3	3	
	Evidencias de compromiso de la alta gerencia y los demás involucrados.	¿Se verifica el nivel de involucramiento y compromiso de la alta dirección y el resto de los colaboradores?	3	3	
A U T O D I S C I P I N A	Auditorías	¿ Se realizan auditorías para hacer un seguimiento?	0	3	
	Iteracción entre compañeros.	¿Hay un ambiente laboral agradable?	3	3	
	Horario de entrada, comidas, reuniones, eventos, etc.	¿Hacen todos esfuerzos por ser puntuales?	2	3	
	Equipos/ Materiales de producción.	¿Regularmente dejan los materiales en sus respectivos lugares?	1	3	
	Comer, beber, fumar.	¿Está prohibido realizarlas en el área de producción?	3	3	
		Puntuación	35	66	

Fuente: Elaboración propia.

- **Mantenimiento Autónomo:**

Periodo I: Lista de chequeo antes de implementación de mantenimiento autónomo.

Se realizó la auditoría mediante una lista de chequeo, en la Tabla 50 se puede apreciar las preguntas que se evaluaron en cada una de ellas. El puntaje total obtenido es de 26 de 66 puntos, y se realizó según cronograma de proyecto, ver Anexo 11.

Tabla 50: Lista de chequeo Mantenimiento Autónomo antes de la implementación.

LISTA DE CHEQUEO: MANTENIMIENTO AUTÓNOMO					
PUNTUACIÓN		AUDITOR	FECHA	FECHA	
No hay cumplimiento	0	1) Karolay Cuadros Amao	14/01/2019	12/07/2019	
Un 30% de cumplimiento	1				
Cumple al 65 %	2	2) Lizeth Salinas Loayza			
Un 95% de cumplimiento	3				
5S	ITEM A EVALUAR	CRITERIO DE EVALUACIÓN	Puntuación	Puntuación	Observaciones
S E P A R A R	Materiales.	¿Existen materiales innecesarios?	1		Se encontraron materiales de otras áreas
	Máquinas y equipos.	¿Todas las máquinas y equipos están regularme en uso?	2		Se encontró 2 bombas inoperativas
	Herramientas.	¿Todos las herramientas están regularmente en uso?	3		
	Control visual.	¿Todo lo que es innecesario en el área de trabajo, se puede distinguir a simple vista?	1		No hay tarjetas rojas
O R D E N A R	Codificación de máquinas	¿Existen codificaciones para identificar las máquinas?	3		
	Localización de herramientas y materiales.	¿Se puede localizar cualquier herramienta y material rápidamente?	0		No se puede por el desorden
	Lineas de señalización.	¿Están las áreas señalizadas mediante líneas en los pisos?	3		
	Herramientas.	¿Las herramientas están organizadas de modo que facilite su localización y retorno?	0		No están definidos los lugares para cada herramienta,
L I M P I A R	Pisos.	¿Los pisos están limpios, sin polvo y aceites ?	2		Pisos con aceite
	Máquinas, equipos y herramientas.	¿Los equipos y herramientas se encuentran sin polvo, grasa y ningún otro tipo de suciedad?	1		Equipos sucios
	Limpieza y chequeo.	¿Se verifica la limpieza y los niveles de parámetros de máquinas que generen suciedad (aceite y refrigerante)?	0		No se verifica
	Responsabilidad de limpieza.	¿Hay rotación o sistema de turnos para la limpieza ?	0		No existe
	Procedimientos de limpieza.	¿Existen instructivos de lavado de máquinas?	0		No existe
C O N T R O L	Máquinas.	¿Existen procedimientos en las máquinas para ejecutar su funcionamiento (encendido y apagado) ?	0		No existen
	Instrumentos.	¿Se delimitan los rangos de funcionamiento en los instrumentos (indicadores de presión, amperaje y temperatura)?	2		Falta control
	Visores de aceite y refrigerante.	¿Existen visores para definir el nivel mínimo y máximo de aceite y refrigerante?	0		No existe
	Llaves de paso.	¿Se identifican el estado de llaves de paso por colores?	0		No existen
	Tuberías y conductos.	¿Se identifican mediante colores y flechas, el tipo de fluido y sentido de flujo en tuberías y conducciones?	0		No existe
A U T O D I S C I P L I N A	Regulaciones y normas.	¿Todas las regulaciones y normas son estrictamente observadas?	3		
	Interacción entre compañeros.	¿Hay un ambiente laboral agradable?	2		Se observó tardanzas del personal
	Controles	¿Regularmente existen controles para determinar para determinar las inspecciones?	0		No existe
	Comer, beber, fumar.	¿Está prohibido realizarlas en el área de trabajo ?	3		
Puntuación			26	0	

Fuente: Elaboración propia

Periodo II: Periodo de implementación.

1. Se seleccionó un equipo productivo.
2. Se nombró un equipo de personas compuesto por el líder del equipo, operarios, un responsable de producción, técnicos de mantenimiento, el cual serán el equipo guía, ver Tabla 51.

Tabla 51: Equipo de mantenimiento autónomo.

Equipo	Nombre	Cargo
Líder	Wilmer León	Jefe de mantenimiento
Operarios	Pablo Torrelles	Operario de producción
Operarios	Sergio Quispe	Operario de producción
Operarios	Linger Amasifen	Operario de producción
Operarios	Cristhian Estrada	Operario de producción
Responsable de producción	Marcelo Rioja	Supervisor de producción
Técnico de mantenimiento	Félix Colla	Técnico de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

3. Se formó a los operarios para conocer a la máquina mediante capacitaciones.
4. Para la limpieza de máquinas se explicó previamente a todos los integrantes el procedimiento general del TPM y sus beneficios.
Mientras realizan la limpieza profunda el líder del equipo (jefe de mantenimiento) les explica a los operarios que todos deben participar no solo limpiando, sino utilizando la limpieza para detectar oportunidades para evitar condiciones inseguras como falta de lubricante, elementos dañados, piezas flojas, etc., que alteren a la inocuidad del producto.
5. Se hizo una limpieza e inspección inicial para detectar anomalías y se elaboró una lista de fuentes de suciedad puntos de limpieza y elementos rotos, ver Tabla 52.

Tabla 52: Fuentes de suciedad.

Fuentes de suciedad
Fuga de aceite
Polvo
Piezas sueltas
Tanques sucios

Fuente: Elaboración propia.

Para la implementación de la metodología es básico tener implementadas las 5 S, ya que el orden y la limpieza son la base del mantenimiento autónomo.

- Separar:

En este primer paso se separó los elementos del puesto de trabajo en dos categorías: necesarios e innecesarios. Son innecesarios aquellos elementos que no proveemos utilizar a corto y mediano plazo en las actividades normales de mantenimiento.

Una vez que se realizó la separación, retiramos del puesto de trabajo todos los elementos innecesarios. Aquellos elementos sobre los cuales tengamos dudas sobre su utilización futura se identificaron, mediante tarjetas rojas, se listó (ver Anexo 17) y se guardó en un almacén temporal. Pasado un tiempo, se tomó una decisión firme sobre su categoría: necesarios o innecesarios.

- Ordenar:

Una vez eliminados los objetos innecesarios, se ubicó e identificó los elementos necesarios de tal forma que los operarios los pueda encontrar, utilizar y reponer en su sitio fácilmente. Se definió una ubicación para cada elemento necesario en el armario cerca de su área de trabajo para su uso frecuente. El orden contribuyó directamente a la eliminación de búsquedas y la reducción de los desplazamientos del operario y nos permitió conocer en todo momento si falta algún elemento necesario.

- Limpiar:

Una vez ordenados los elementos necesarios se ejecutó el tercer paso, en las cuales se llevó la eliminación de los focos de suciedad (fugas de aceite) y se determinó los turnos de revisión de máquinas, ver Tabla 53.

Tabla 53: Turnos de revisión de máquinas.

Turno	Horario		
Mañana	06:00	9:00	13:00
Tarde	14:00	17:00	21:00
Noche	22:00	01:00	05:00

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un instructivo de limpieza, ver Anexo 12, y se colocó cerca de las máquinas hielo, ver Figura 27.

Además, se llevó el control de la limpieza diaria, ver Anexo 13.

- Estandarización:

Una vez implementados los tres primeros pasos, se definió estándares claros y simples para el control de visual del puesto de trabajo, de tal forma que las situaciones anómalas resulten obvias. Para ello:

- ✓ Se llevó un control con las delimitaciones de los rangos de funcionamientos para los indicadores de presión, amperaje y temperatura, ver Tabla 54.
- ✓ Se identificó los puntos de llenado a los tipos de aceites a emplear.
- ✓ Se identificó mediante colores y flechas los sentidos de fluidos en tuberías y conducciones, ver Figura 24.



Figura 24: Flechas de sentidos de fluidos en máquinas
Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se identificó mediante colores las llaves de paso, normalmente abiertas (color rojo) o no normalmente cerradas (color azul), ver Figura 25.

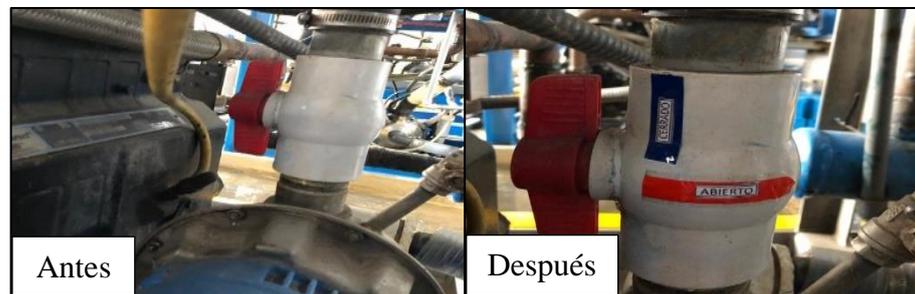


Figura 25: Visores de llaves de paso en máquinas
Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se marcó las cantidades mínimas y máximas para control visualmente los consumibles de aceite, ver Figura 26.

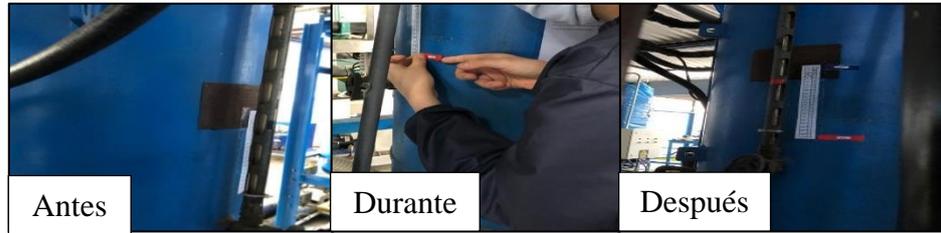


Figura 26: Visores de aceite en máquinas
Fuente: Elaboración propia

- ✓ Además, se realizó una capacitación al personal y desarrolló un procedimiento de encendido y apagado de máquinas, ver Anexo 14.

- **Autodisciplina:**

La autodisciplina consistió en mantener los estándares establecidos en los cuatro pasos anteriores. Se realizó auditorías periódicas y acciones correctoras para asegurarnos de que se alcanza y mantiene el nivel de cinco S deseado. Se elaboró estándares y registros provisionales de limpieza, inspección con los cuatro sentidos (mirar, escuchar, oler y tocar), ajuste y lubricación (quién, tiempos de máquina en marcha y de máquina parada) con ayudas visuales, colores, fotografía, ver Anexo 15.

Una vez implementado las 5 S en el área de trabajo, se preparó un registro que deberá llenar y firmar el supervisor de las actividades, ver Tabla 54.

Este registro se situó cerca de las máquinas de hielo, para que los operarios puedan verla y registrarlas, de esa manera se sabrá quién lo supervisó, ver Figura 27.

Tabla 54: Registro de mantenimiento autónomo.

Registro de mantenimiento autónomo																															
Máquina:	Turno:			Supervisor:																		Mes:									
Antes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	Revisar el nivel de aceite de compresor.																														
2	Revisar el nivel de amperaje de máquina.																														
3	Revisar temperatura de máquina.																														
4	Revisar agua en tanques de agua de máquina.																														
5	Revisar presión de bomba hidráulica.																														
6	Revisar presión de torre de enfriamiento.																														
Durante																															
1	Verificar tanques de agua.																														
2	Identificar ruidos anormales.																														
3	Limpiar pisos de aceite y polvos.																														
4	Mantener limpia el área en general.																														
Al finalizar el turno.																															
1	Limpieza de equipos.																														

Fuente: Elaboración propia.

A la vez, se llevará el control de limpieza y desinfección de máquinas según cronograma, ver Tabla 55 y se situó cerca de las máquinas de hielo para que llevar su control, ver Figura 27.

Tabla 55: Programa de limpieza de máquinas.

Programa de limpieza y desinfección de máquinas														
Máquina:	Tumo/Supervisor													
Mensual	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.		
1 Limpieza y desinfección de máquina														
2 Verificación de toda la máquina														

Fuente: Elaboración propia.

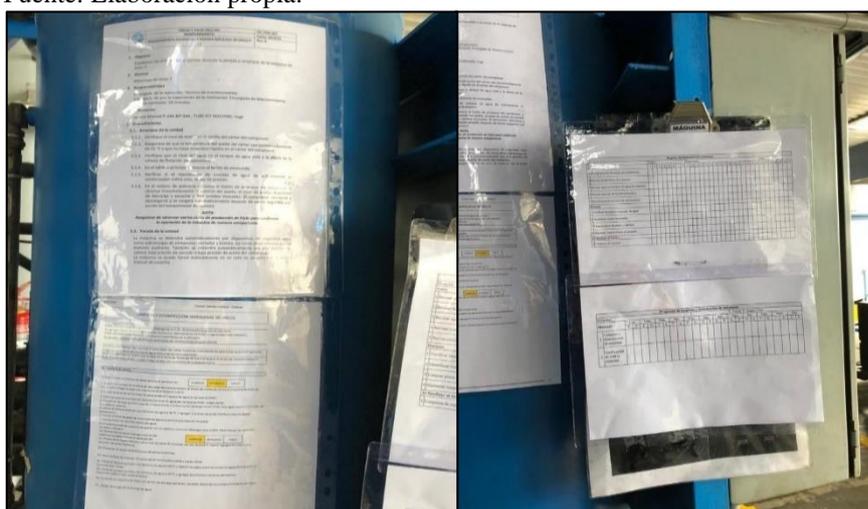


Figura 27: Registro de mantenimiento autónomo

Fuente: Elaboración propia

6. Se auditó la correcta ejecución de las gamas de mantenimiento autónomo y registros (líder del equipo).
7. Enviar los registros del departamento de mantenimiento para su revisión y archivo.

Periodo III: Lista de chequeo después de la implementación del mantenimiento autónomo.

Se realizó la auditoría después de la implementación del mantenimiento autónomo mediante una lista de chequeo, en la Tabla 56 se puede apreciar las preguntas que se evaluaron en cada una de ellas. El puntaje total obtenido es de 66 de 66 puntos, y se realizó según cronograma de proyecto, ver Anexo 11.

Tabla 56: Lista de chequeo Mantenimiento Autónomo después de la implementación

LISTA DE CHEQUEO: MANTENIMIENTO AUTÓNOMO					
PUNTUACIÓN		AUDITOR	FECHA	FECHA	
No hay cumplimiento	0	1) Karolay Cuadros Amao 2) Lizeth Salinas Loayza	14/01/2019	12/07/2019	
Un 30% de cumplimiento	1				
Cumple al 65 %	2				
Un 95% de cumplimiento	3				
5S	ITEM A EVALUAR	CRITERIO DE EVALUACIÓN	Puntuación	Puntuación	Observaciones
S E P A R A R	Materiales.	¿Existen materiales innecesarios?	1	3	
	Máquinas y equipos.	¿Todas las máquinas y equipos están regularme en uso?	2	3	
	Herramientas.	¿Todos las herramientas están regularmente en uso?	3	3	
	Control visual.	¿Todo lo que es innecesario en el área de trabajo, se puede distinguir a simple vista?	1	3	
O R D E N A R	Codificación de máquinas	¿Existen codificaciones para identificar las máquinas?	3	3	
	Localización de herramientas y materiales.	¿Se puede localizar cualquier herramienta y material rápidamente?	0	3	
	Líneas de señalización.	¿Están las áreas señalizadas mediante líneas en los pisos?	3	3	
	Herramientas.	¿Las herramientas están organizadas de modo que facilite su localización y retorno?	0	3	
L I M P I A R	Pisos.	¿Los pisos están limpios, sin polvo y aceites ?	2	3	
	Máquinas, equipos y herramientas.	¿Los equipos y herramientas se encuentran sin polvo, grasa y ningún otro tipo de suciedad?	1	3	
	Limpieza y chequeo.	¿Se verifica la limpieza y los niveles de parámetros de máquinas que generen suciedad (aceite y refrigerante)?	0	3	
	Responsabilidad de limpieza.	¿Hay rotación o sistema de turnos para la limpieza ?	0	3	
	Procedimientos de limpieza.	¿Existen instructivos de lavado de máquinas?	0	3	
C O N T R O L	Máquinas.	¿Existen procedimientos en las máquinas para ejecutar su funcionamiento (encendido y apagado) ?	0	3	
	Instrumentos.	¿Se delimitan los rangos de funcionamiento en los instrumentos (indicadores de presión, amperaje y temperatura)?	2	3	
	Visores de aceite y refrigerante.	¿Existen visores para definir el nivel mínimo y máximo de aceite y refrigerante?	0	3	
V I S U A L	Llaves de paso.	¿Se identifican el estado de llaves de paso por colores?	0	3	
	Tuberías y conductos.	¿Se identifican mediante colores y flechas, el tipo de fluido y sentido de flujo en tuberías y conducciones?	0	3	
A U T O D I S C I P L I N A	Regulaciones y normas.	¿Todas las regulaciones y normas son estrictamente observadas?	3	3	
	Interacción entre compañeros.	¿Hay un ambiente laboral agradable?	2	3	
	Controles	¿Regularmente existen controles para determinar para determinar las inspecciones?	0	3	
	Comer, beber, fumar.	¿Está prohibido realizarlas en el área de trabajo ?	3	3	
Puntuación			26	66	

Fuente: Elaboración propia.

5.4 Análisis de Resultados

5.4.1 Tiempo de ciclo

En Tabla 57, se observa las operaciones y tiempos del diagrama de actividades del proceso.

Tabla 57: Resumen de las operaciones y tiempos después de implementación.

Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)
Operación	15	19
Traslado	1	1
Almacenamiento	3	1
TOTAL	20	21

Fuente: Elaboración propia.

Para llegar a nuestro objetivo tomamos muestra de nuestras 33 observaciones ya con la mejora realizada, obteniendo estos datos, ver Tabla 58.

Tabla 58: Resumen de observaciones.

OPERACIONES	OBSERVACIONES																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Envasado	3.5	3.34	3.26	3.7	3.19	3.46	3.59	3.25	3.22	3.24	3.18	3.42	3.32	3.17	3.21	3.33	3.26	2.58	3.08	3.19	3.09	3.52	3.26	3.07	3.10	3.06	3.23	3.14	3.20	2.86	3.17	3.02	3.18
Pesado de hielo	2.23	2.52	2.56	2.58	2.33	2.14	2.25	2.06	2.17	2.32	2.24	2.31	2.23	2.15	2.06	2.16	2.22	2.08	2.13	2.26	2.20	2.14	1.48	2.11	2.19	2.34	2.30	2.05	1.56	2.00	2.14	1.55	2.28
Precintado	4.43	4.38	4.29	4.55	4.23	4.52	4.32	4.26	5.16	4.35	4.42	4.28	4.38	4.06	4.22	3.55	4.00	4.12	4.22	4.06	4.24	4.18	4.07	4.11	4.21	4.45	4.33	3.56	3.43	4.03	4.12	4.00	4.06
Empaquetado	9.35	9.37	9.29	9.16	9.32	9.06	9.18	9.23	9.16	9.33	9.40	9.33	9.18	9.28	9.06	9.14	9.25	9.17	9.12	9.18	9.36	9.22	8.63	9.09	9.21	9.28	9.15	9.13	9.00	9.12	8.42	9.27	9.04
Traslado de paquetes	1.12	1.5	1.23	1.26	1.08	1.3	1.05	1.15	1.22	1.09	1.34	1.60	1.28	1.07	1.17	1.20	1.51	1.19	1.08	1.06	1.41	1.02	1.11	1.14	1.60	1.00	1.18	1.27	1.09	1.31	1.16	0.54	1.04
Almacenado	1.52	1.32	1.26	1.19	1.3	1.28	1.31	1.52	1.46	1.29	1.09	1.58	1.27	1.16	1.24	1.09	1.18	1.14	1.23	1.19	1.01	1.06	1.45	1.59	1.27	1.35	1.19	1.22	1.13	1.38	1.09	1.28	1.30

Fuente: Elaboración propia.

Con estos datos realizamos nuevamente la valorización y suplementos mejorados para poder obtener el tiempo estándar que es a lo que se quiere llegar.

Realizando el estudio de tiempo mostramos la valorización por cada operación y hallamos su tiempo normal mejorado, ver Tabla 59.

Tabla 59: Tiempo normal mejorado.

OPERACIONES	Tiempo Real Promedio (min)	Calificación o Valoración	Tiempo Normal (min)
Envasado	3.22	1.00	3.22
Pesado de hielo	2.16	1.00	2.16
Precintado	4.20	1.00	4.20
Empaquetado	9.17	1.00	9.17
Traslado de paquetes	1.19	1.00	1.19
Almacenado	1.27	1.00	1.27
Tiempo normal total =			21.22

Fuente: Elaboración propia

Identificamos los suplementos respecto al operario.

Suplementos variables para un Hombre:

En base a la tabla de Westinghouse se muestra cada tabla para cada operación con los valores seleccionados. El total del valor será el porcentaje a sumar al tiempo normal:

- ✓ Valoración de la actividad de envasado después de la implementación, ver Tabla 60.
- ✓ Valoración de la actividad de pesado después de la implementación, ver Tabla 61.
- ✓ Valoración de la actividad de precintado después de la implementación, ver Tabla 62.
- ✓ Valoración de la actividad de empaquetado después de la implementación, ver Tabla 63.
- ✓ Valoración de la actividad de traslado de paquete después de la implementación, ver Tabla 64.
- ✓ Valoración de la actividad de almacenado después de la implementación, ver Tabla 65.

Operación 1

Tabla 60: Valoración de la actividad de envasado después de la implementación.

Envasado	
Concepto	Valoración
Suplemento por trabajar de pie	2
Incomoda	0
Peso (1.5Kg)	0
Ligeramente por debajo de la potencia	0
Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	0
Monotonía	0
Trabajo aburrido	0
Total	2

Fuente: Elaboración propia

Operación 2

Tabla 61: Valoración de la actividad de pesado después de la implementación.

Pesado de Hielo	
Concepto	Valoración
Suplemento por trabajar de pie	2
Ligeramente incomoda	0
Peso (1.5Kg)	0
Ligeramente por debajo de la potencia	0
Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	0
Monotonía	0
Trabajo aburrido	0
Total	2

Fuente: Elaboración propia

Operación 3

Tabla 62: Valoración de la actividad de precintado después de la implementación.

Precintado	
Concepto	Valoración
Suplemento por trabajar de pie	2
Ligeramente incomoda	0
Peso (1.5Kg)	0
Ligeramente por debajo de la potencia	0
Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	0
Monotonía	0
Trabajo aburrido	0
Total	2

Fuente: Elaboración propia

Operación 4

Tabla 63: Valoración de la actividad de empaquetado después de la implementación.

Empaquetado	
Concepto	Valoración
Suplemento por trabajar de pie	2
Ligeramente incomoda	0
Peso (1.5Kg)	0
Ligeramente por debajo de la potencia	0
Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	0
Monotonía	0
Trabajo aburrido	0
Total	2

Fuente: Elaboración propia

Operación 5

Tabla 64: Valoración de la actividad de traslado de paquete después de la implementación.

Traslado de paquetes	
Concepto	Valoración
Suplemento por trabajar de pie	2
Incomoda (inclinado)	0
Peso (30Kg)	5
Ligeramente por debajo de la potencia	0
Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	0
Monotonía	0
Trabajo aburrido	0
Total	7

Fuente: Elaboración propia

Operación 6

Tabla 65: Valoración de la actividad de almacenado después de la implementación.

Almacenado	
Concepto	Valoración
Suplemento por trabajar de pie	2
Incomoda (inclinado)	0
Peso (30Kg)	5
Ligeramente por debajo de la potencia	0
Trabajos de cierta precisión	0
Ruido	0
Monotonía	0
Trabajo aburrido	0
Total	7

Fuente: Elaboración propia

Por último, en la siguiente tabla se muestra el tiempo estándar mejorado gracias a la aplicación de la metodología 5S, ver Tabla 66.

Tabla 66: Cálculo del Tiempo Estándar mejorado.

Nº	Operaciones	Observaciones				Tiempo Estándar (min)
		Tiempo Real Promedio (min)	Calificación o Valoración	Tiempo Normal (min)	% Suplem.	
1	Envasado	3.22	1	3.22	1.11	3.58
2	Pesado de hielo	2.16	1	2.16	1.11	2.40
3	Precintado	4.20	1	4.20	1.11	4.66
4	Empaquetado	9.17	1	9.17	1.11	10.17
5	Traslado de paquetes	1.19	1	1.19	1.16	1.38
6	Almacenado	1.27	1	1.27	1.16	1.47
Tiempo Estándar (ST)=						23.67

Fuente: Elaboración propia

Con la implementación de método de las 5'S, obtuvimos un tiempo estándar de 23.67 min /caída.

Como vemos llegamos a nuestro objetivo ya que, reducimos el tiempo de ciclo del proceso de fabricación de cubos de hielo y se aumentó la cantidad de bolsas de hielo al día, obteniendo una mejora ya que, llegando a la capacidad máxima de la máquina de hielo que es de 18838 Kg por día, ver Tabla 67.

El horario de trabajo es de 8 horas diarias por turno y en un día hay 3 turnos (mañana, tarde y noche), por lo tanto, la cantidad producida en un día es la siguiente:

$$\frac{183 \text{ bolsas de } 1.5 \text{ Kg}}{1 \text{ caída}} \times \frac{1 \text{ caída}}{21 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min.}}{1 \text{ hora}} \times \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ jornada}} \times \frac{3 \text{ jornadas}}{1 \text{ día}} = 12549 \text{ bolsas de } 1.5 \text{ Kg/día}$$

Es decir 18823.5 Kg de hielos que se produce al día.

Tabla 67: Tabla de resultados con la implementación de las 5'S.

	Antes	Después
Kg/día	15202.5	18823.5
Tiempo Estándar(min)	30.19	23.67

Fuente: Elaboración propia

5.4.2 Comparación del Pre test y Post Test

En la Tabla 68, se observa el Pre Test y Post Test de la hipótesis general y las hipótesis específicas.

Tabla 68: Tabla de Pre y Pro Test de producción rechazada y número de fallas de máquinas.

Mes	2018	2019	2018	2019	2018	2019
	% Producción Rechazada (Kg)	% Producción Rechazada (Kg)	Tiempo de fallas (Horas)	Tiempo de fallas (Horas)	Productividad (Kg/ soles)	Productividad (Kg/ soles)
Enero	1.98%	0.12%	26	5	23.50	30.84
Febrero	2.22%	0.11%	23.23	7	22.60	32.25
Marzo	1.83%	0.06%	5.9	1.3	22.13	31.33
Abril	1.78%	0.06%	10.3	0	20.19	28.11
Mayo	1.93%	0.11%	5.9	1.45	18.19	25.29
Junio	1.87%	0.18%	11.95	0	15.65	17.02
Julio	1.71%	0.17%	14.25	0	19.60	26.29
Agosto	1.73%	0.07%	7.3	0	16.88	22.63
Septiembre	1.64%	0.15%	3	2	15.10	19.84
Octubre	2.14%	0.07%	2.5	1	17.19	23.24
Noviembre	1.71%	0.18%	4	0	22.56	31.27
Diciembre	1.60%	0.09%	4.3	0	24.15	35.84
	22.14%	1.37%	118.63	17.75	237.74	323.96

Fuente: Elaboración propia.

5.4.2.1 Comparación horas de fallas de máquinas

Para constatar la hipótesis, se determinó si los datos tienen un comportamiento paramétrico, según la regla de decisión en la prueba de normalidad que es la siguiente:

Si $p\text{valor} \leq 0,05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p\text{valor} > 0,05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

En la Tabla 69, se muestra el nivel de significancia de la prueba de normalidad.

Tabla 69: Prueba de normalidad de horas de fallas de máquinas.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
HorasMáquina1	,213	12	,137	,839	12	,027
HorasMáquina2	,257	12	,028	,712	12	,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

Como $N= 12$, entonces utilizaremos Shapiro-Wilk. Como la significancia del Pre Test es de 0.027 y el Post Test de 0.001 y son menores que 0.05, determinamos que es una distribución no normal, es decir una distribución no paramétrica, por ello se realizó la prueba de Wilcoxon.

En la Tabla 70, se muestra la asignación de rangos positivos, negativos y empates, así como la suma de rangos positivos y negativos.

Tabla 70: Prueba de Wilcoxon de horas de fallas de máquinas.

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Horas.Fallas.Maq2	- Rangos negativos	12 ^a	6,50	78,00
Horas.Fallas.Maq1	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	0 ^c		
	Total	12		

a. Horas.Fallas.Maq2 < Horas.Fallas.Maq1
b. Horas.Fallas.Maq2 > Horas.Fallas.Maq1
c. Horas.Fallas.Maq2 = Horas.Fallas.Maq1

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 71, se muestra la prueba estadística como el valor de la razón Z, así como el nivel de significancia de la prueba.

Tabla 71: Prueba de Wilcoxon de horas de fallas de máquinas.

Estadísticos de prueba ^a	
Horas.Fallas.Ma q2 - Horas.Fallas.Ma q1	
Z	-3,059 ^b
Sig. asin. (bilateral)	,002

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Elaboración propia.

Se describen a continuación la Hipótesis nula (H_0) y la Hipótesis Alternativa (H_1) de la segunda hipótesis específica.

H_0 = No hay diferencia significativa en las horas de fallas de máquinas.

H1= Hay una diferencia significativa en las horas de fallas de máquinas antes y después de la implementación del plan de mejora. $\alpha = 5$

Como la significancia es 0.002 y es menor que 0.05, entonces rechazamos la hipótesis nula y aprobamos la hipótesis alterna H1, por lo tanto, hay diferencias en las horas de fallas de máquinas antes y después de la implementación del Mantenimiento Autónomo.

De hecho, la media de horas de fallas de máquinas pasó de 9.89 horas a 1.48 horas. Es decir, se redujo en un 85%.

5.4.2.2 Kilogramos Rechazados

Para constatar la hipótesis, se determinó si los datos tienen un comportamiento paramétrico, según la regla de decisión en la prueba de normalidad que es la siguiente:

Si $p\text{valor} \leq 0,05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p\text{valor} > 0,05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

En la Tabla 72, se muestra el nivel de significancia de la prueba de normalidad.

Tabla 72: Prueba de normalidad de kilogramos rechazados.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
KgRechazados 1	,141	12	,200*	,933	12	,413
KgRechazados 2	,164	12	,200*	,889	12	,115

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

$N = 12$, entonces utilizaremos Shapiro-Wilk. Como la significancia del Pre Test es de 0.413 y el Post Test de 0.115 y son mayores que 0.05, determinamos que es una distribución normal, es decir una distribución paramétrica, por ello se realizó la prueba de T – Student.

En la Tabla 73, se describen las mediciones a comparar y en la Tabla 74 se presenta la correlación entre las mismas.

Tabla 73: Prueba T de la producción rechazada.

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Prod.Rechazada1	1,8450	12	,19304	,05573
	Prod.Rechazada2	,1142	12	,04621	,01334

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 74: Correlación de producción rechazada.

Correlaciones de muestras emparejadas					
		N	Correlación	Sig.	
Par 1	Prod.Rechazada1 &	12	-,213	,505	
	Prod.Rechazada2				

Fuente: Elaboración propia.

Se describen a continuación la Hipótesis nula (H0) y la Hipótesis Alternativa (H1) de la tercera hipótesis específica.

H0 = No hay diferencia significativa en los % de kilogramos rechazados.

H1= Hay una diferencia significativa en los % de kilogramos rechazados antes y después de la implementación del plan de mejora $\alpha = 5\%$.

En la Tabla 75, se observa que la significancia es 0.000 y es menor que 0.05, entonces rechazamos la hipótesis nula y aprobamos la hipótesis alternativa H1, por lo tanto, hay diferencias en los kilogramos rechazados antes y después de la implementación del Mantenimiento Autónomo.

De hecho, el % de kilogramos rechazados pasó de 1.86% a 0.11%. Es decir, se redujo en un 93.81 %.

Tabla 75: Prueba de muestras relacionadas de la producción rechazada.

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Prod.Rechazada1 - Prod. Rechazada2	1,73083	,20787	,06001	1,59876	1,86291	28,844	11	,000

Fuente: Elaboración propia.

5.4.2.3 Productividad

Para constatar la hipótesis, se determinó si los datos tienen un comportamiento paramétrico, según la regla de decisión en la prueba de normalidad que es la siguiente:

Si $p\text{valor} \leq 0,05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p\text{valor} > 0,05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

En la Tabla 76, se muestra el nivel de significancia de la prueba de normalidad.

Tabla 76: Prueba de normalidad de productividad.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad1	,184	12	,200*	,927	12	,351
Productividad2	,170	12	,200*	,969	12	,898
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: Elaboración propia.

$N= 12$, entonces utilizaremos Shapiro-Wilk. Como la significancia del Pre Test es de 0.351 y el Post Test de 0.898 y son mayores que 0.05, determinamos que es una distribución normal, es decir una distribución paramétrica, por ello se realizó la prueba de T – Student.

En la Tabla 77, se describen las mediciones a comparar y en la Tabla 78, se presenta la correlación entre las mismas.

Tabla 77: Prueba T de productividad.

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
		Par 1	Productividad1	19,8117	12
	Productividad2	26,9958	12	5,61002	1,61947

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 78: Correlación de la productividad.

Correlaciones de muestras emparejadas			N	Correlación	Sig.
Par 1	Productividad1 & Productividad2		12	,971	,000

Fuente: Elaboración propia.

Se describen a continuación la Hipótesis nula (H0) y la Hipótesis Alternativa (H1) de la tercera hipótesis específica.

H0 = No hay diferencia significativa en la productividad.

H1= Hay una diferencia significativa en la productividad antes y después de la implementación del plan de mejora $\alpha = 5\%$.

En la Tabla 79, se observa que la significancia es 0.000 y es menor que 0.05, entonces rechazamos la hipótesis nula y aprobamos la hipótesis alternativa H1, por lo tanto, hay diferencias en la productividad antes y después de la implementación de herramientas Lean.

De hecho, la productividad pasó de 19 Kg/ S/. a 27 Kg/ S/. Es decir, aumento en un 42.11%.

Tabla 79: Prueba de muestras relacionadas de productividad.

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad1 - Productividad2	-7,18417	2,64082	,76234	-8,86206	-5,50627	-9,424	11	,000

Fuente: Elaboración propia.

5.4.2.4 Resumen de resultados

Los resultados específicos de cada hipótesis se presentan en la Tabla 80.

Tabla 80: Resumen de resultados.

	Resultados		Variación
	Antes	Después	
Tiempo de ciclo (Min/Caída)	26	21	19.23%
% Producción Rechazada (Kg)	22.14%	1.37%	93.81%
Tiempo de fallas de máquinas (Horas)	118.63	17.75	85.04%
Productividad (Kg/Soles)	19	27	42.11%

Fuente: Elaboración propia.

En el anexo 16, se observa el ahorro de costos antes y después de implementación de las herramientas de Lean Manufacturing, donde se analizó los costos de mantenimiento y mano de obra, ya que tuvieron un gran impacto en la implementación.

En la Tabla 81, se observa el costo de mano de obra extra de mantenimiento de la empresa de estudio, cabe resaltar que sólo hay una persona encargada de mantenimiento con un sueldo mensual de 2500 soles.

Tabla 81: Análisis de costos de mano de obra de mantenimiento.

Mes	2018			2019		
	Pre -Test Máquina 7 (Horas)	Costo de mano de obra por hora parada (Soles)	Costo de personal de mantenimiento por hora parada (Soles)	Post-Test Máquina 7 (Horas)	Costo de mano de obra por hora parada (Soles)	Costo de personal de mantenimiento por hora parada (Soles)
Enero	26	758.3	270.83	5	117.71	52.08
Febrero	23.23	677.5	241.98	7	164.79	72.92
Marzo	5.9	172.1	61.46	1.3	30.6	13.54
Abril	10.3	300.4	107.29	0	0	0.00
Mayo	5.9	172.1	61.46	1.45	34.14	15.10
Junio	11.95	348.5	124.48	0	0	0.00
Julio	14.25	415.6	148.44	0	0	0.00
Agosto	7.3	212.9	76.04	0	0	0.00
Setiembre	3	87.5	31.25	2	47.08	20.83
Octubre	2.5	72.9	26.04	1	23.54	10.42
Noviembre	4	116.7	41.67	0	0	0.00
Diciembre	4.3	125.4	44.79	0	0	0.00
Total	118.63	3460	1235.73	17.75	417.9	184.90

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 82, se observa el costo de mantenimiento por terceros que prestan servicios en la atención de las máquinas de hielo, estos datos se obtuvieron por la base de costos del área de contabilidad de la empresa de estudio.

Tabla 82: Resumen de costos de terceros del área de mantenimiento.

Costos de mantenimiento de terceros:	2018 (Soles)	2019 (Soles)
Proveedor 1	20300	10500
Proveedor 2	2200	0
Proveedor 3	3200	1600
Total	25700	12100

Fuente: Empresa de estudio.

CONCLUSIONES

1. Se acepta la primera hipótesis, la implementación de eliminación del desorden y desorganización, redujo el tiempo ciclo en 19.23 %. Por lo tanto, aplicar la metodología 5'S fue fundamental para primero estandarizar y luego reducir el tiempo de ciclo.
2. Se acepta la segunda hipótesis, la implementación de un sistema de inocuidad de máquinas, redujo la producción rechazada en 93.81%. Por lo tanto, aplicar el mantenimiento autónomo fue fundamental para primero estandarizar y luego reducir la producción rechazada.
3. Se acepta la tercera hipótesis, la implementación de un sistema de prevención de deterioros redujo las horas de fallas de máquinas en 85.04%. Por lo tanto, aplicar el mantenimiento autónomo fue fundamental para reducir las horas de fallas de máquinas.
4. Se acepta la hipótesis principal, la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing mejoró la productividad del proceso de fabricación de cubos de hielo en 42.11%. Por lo tanto, aplicar las herramientas Lean fue fundamental para incrementar la productividad.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda fomentar más las capacitaciones sobre la importancia de la utilización de herramientas de Lean Manufacturing, para concientizar a todo el personal involucrado y sepan porqué se están haciendo las cosas y se comprometan en colaborar.
2. Se recomienda tomar como modelo la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en el proceso de fabricación de cubos de hielos de esta investigación y utilizarlas en los diferentes procesos de la empresa.
3. Se recomienda que las mejoras propuestas, como la aplicación de la metodología 5 S y el mantenimiento autónomo, sean cumplidas y puestas en prácticas después de la implementación, ya que resultarán beneficiosas para la empresa.
4. Se recomienda seguir fomentando el hábito de orden y limpieza, para reducir los tiempos de búsqueda de materiales y realizar sus actividades en el tiempo de ciclo establecido.
5. Se recomienda seguir fomentando los hábitos del cumplimiento de inspecciones de las máquinas de hielo incluyendo la limpieza profunda y tratarlos como prioridad para así reducir las averías.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, A. (24 de Noviembre de 2014). *QE2 Industria Tiempo de ciclo*. Obtenido de <https://qe2ingenieria.com/blog/tiempo-de-ciclo>
- Angulo, J., & Medrano, A. (2019). *Implementación de un plan de mejora para optimizar la productividad en una empresa fabricante de piezas de fibra de vidrio*. (Tesis de Pregrado) Universidad Ricardo Palma, Lima - Perú.
- Ayala, S., Ramirez, P., & Ulco, L. (2015). *Aplicación de herramientas de productividad y mejora en el proceso de ensamblaje de mangueras hidráulicas en la empresa CONTIX S.A.* (Tesis de Pregrado) Universidad Ricardo Palma, Lima - Perú.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación.Tercera Edición* . Colombia: Pearson Educación.
- Buzón, J. (2019). *Lean Manufacturing*. España: Elearning .
- Camargo, D. (2005). *Funcionarios públicos:evolución y prospectiva*. Eumed.net.
- Castillo, N. (2018). *Propuesta para el mejoramiento de la calidad aplicando la 5´S en el área de producción en la empresa Gunometal*. (Tesis de Pregrado) Universidad de Guayaquil, Guayaquil - Ecuador.
- Cobeñas, A. (2018). *Implementación de herramientas Lean para mejorar la gestión de inventarios de existencias de una empresa minera*. (Tesis de Posgrado) Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú.
- El comercio. (s.f.). Elaboración de hielo premium. *La histórica industria de vender el hielo*. Obtenido de <https://archivo.elcomercio.pe/especial/50-ideas-de-negocios/noticias/historica-industria-vender-hielo-noticia-1992347>
- (s.f.). *Estudio de Ingeniería de Métodos*.
- Gómez de León, F. C. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial*. España: Universidad de Murcia, Servicio de publicaciones.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación.Sexta Edición*. México: McGRAW W-HILL/INTERAMERICANA EDITORES,S.A. DE C.V.
- IA, I. A. (2018). *Conceptos básicos sobre inocuidad y diseño de equipos de procesamiento*. Obtenido de <https://ialimentaria.com.ar/conceptos-basicos-sobre-inocuidad-y-diseno-de-equipos-de-procesamiento/>

- Intedya. (22 de Junio de 2014). *Lean Manufacturing: Herramienta de ámbito mundial para reducir costes y desperdicios*. Obtenido de <http://www.intedya.com/internacional/290/noticia-lean-manufacturing-herramienta-de-ambito-mundial-para-reducir-costes-y-desperdicios.html>
- Lefcovich, M. (2009). *TPM mantenimiento productivo total, un paso mas hacia la excelencia empresarial*. Argentina: El cid Editor.
- López, W. (2013). *Lean Manufacturing, administración de operación y logística*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/choywill07/lean-manufacturing-16209819>
- Madariaga, F. (2013). *LEAN MANUFACTURING: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. Bukok.
- MayuGo. (2019). *MayuGo*. Obtenido de <https://www.mayugo.net/categoria?cat=5>
- Raffino, M. (22 de julio de 2020). *Productividad*. Obtenido de <https://concepto.de/productividad/>
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de Santos.
- Ramos, J. M. (2012). *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramienta de manufactura esbelta*. (Tesis de Pregrado) Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima - Perú.
- Rojas, A., & Gisbert, V. (2017). *Lean Manufacturing, herramienta para mejorar la productividad en las empresas*. 3C Empresa.
- Sacristán, F. R. (2002). *El Automantenimiento en la Empresa. Etapas y experiencias para su implantación*. Madrid - España: FC EDITORIAL.
- Socconini, L. (2015). *Certificación de Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios*. Marge books.
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing paso a paso*. Barcelona: Marge Books.
- Vargas, C. (2016). *Implementación del pilar "Mantenimiento Autónomo" en el centro de proceso vibrado de la empresa Finart S.A.S.* (Tesis de Pregrado) Universidad distrital Francisco de Caldas, Bogota - Colombia.
- Vargas, J., Muratalla, G., & Jiménez, M. (2016). Lean Manufacturing ¿ una herramienta de mejora de un sistema de producción? *Actualidad y Nuevas Tendencias*, 158.

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADOR VI	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR VD
General	General	General				
¿En qué medida la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing mejorará la productividad del proceso de fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos?	Implementar las herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad del proceso de fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos.	La implementación de las herramientas de Lean Manufacturing mejorará la productividad del proceso de fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos.	Herramientas de Lean Manufacturing.		Productividad	
Específicos	Específicos	Específicas				
1. ¿Cómo reducir el tiempo de ciclo del proceso de fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos?	1. Eliminar el desorden y desorganización del proceso de fabricación de cubos de hielo para reducir el tiempo de ciclo en una empresa de alimentos.	1. Mediante la eliminación del desorden y desorganización del proceso de fabricación de cubos de hielo se reduce el tiempo de ciclo en una empresa de alimentos.	Eliminación del desorden y desorganización.	Si/No	Tiempo de ciclo.	% Reducción de tiempos de ciclo.
2. ¿Cómo reducir los kilogramos rechazados durante el proceso de fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos?	2. Implementar un sistema de inocuidad de máquinas del proceso de fabricación de cubos de hielo para reducir los kilogramos rechazados en una empresa de alimentos.	2. Mediante el sistema de inocuidad de máquinas del proceso de fabricación de cubos de hielo se reduce los kilogramos rechazados en una empresa de alimentos.	Sistema de inocuidad.	Si/No	Kilogramos rechazados.	% Reducción de kilogramos rechazados.
3. ¿Cómo reducir las horas de fallas de máquinas del proceso de fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos?	3. Implementar un sistema de prevención de deterioros para reducir las horas de fallas de máquinas de fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos.	3. Mediante el sistema de prevención de deterioros del proceso de fabricación de cubos de hielo se reduce las horas de fallas de máquinas en una empresa de alimentos.	Sistema de prevención de deterioros.	Si/No	Horas de fallas de máquinas.	% Reducción de tiempo de horas de fallas de máquinas.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 02. Matriz de operacionalización.

Variable independiente	Indicador	Definición conceptual	Definición operacional
Herramientas de Lean Manufacturing	Lista de chequeo de herramientas	Son herramientas que se enfocan en la eliminación de cualquier tipo de pérdidas. Es eliminar lo inútil con el objetivo de aumentar la productividad y la capacidad de la empresa para competir con éxito en el mercado. Autor: Lizeth Salinas Loayza	Las herramientas de Lean Manufacturing nos brinda una implementación para comprobar como la aplicación de esta genera la reducción de desperdicios y una ventaja de mejora en la productividad para la empresa de estudio. Autor: Lizeth Salina Loayza
Eliminación del desorden y desorganización.	Si/No	Eliminar la manera incorrecta de disponer las cosas en un espacio de trabajo y organizar las actividades del proceso de fabricación de cubos de hielo. Autor: Karolay Cuadros Amao	Mediante la estandarización de métodos de orden y limpieza. Autor: Karolay Cuadros Amao
Sistema de inocuidad	Si/ No	Conjunto de medidas necesarias en máquinas de hielo para asegurar que el alimento una vez ingerido no cause ningún daño a la salud del consumidor. Autor: Karolay Cuadros Amao	Mediante un programa de limpieza y desinfección de máquinas. Autor: Karolay Cuadros Amao
Sistema de Prevención de deterioros	Si/ No	Conjunto de medidas en las que se pone en práctica inspecciones a las máquinas para prevenir deterioros. Autor: Karolay Cuadros Amao	Mediante un programa de inspección de máquinas. Autor: Karolay Cuadros Amao

Variable dependiente	Indicador	Definición conceptual	Definición operacional
Productividad	% Aumento de productividad	La productividad se define como la proporción existente entre aquellos resultados que se obtienen (productos o servicios) y los recursos utilizados para obtenerla. (Camargo, 2005)	Determinar la producción (kilogramos) entre los recursos utilizados (mano de obra), en el proceso de fabricación de cubos de hielo en un determinado rango de tiempo. Autor: Karolay Cuadros Amao
Tiempo de ciclo	% Reducción de tiempos de ciclo.	El tiempo de ciclo es un parámetro que se determina por el tiempo de cada proceso, ya sea ejecutado manualmente o por una máquina. (Álvarez, 2014)	Determinar el tiempo de ciclo mediante los tiempos observados por medio de un cronómetro y valorización de cada trabajador. Autor: Lizeth Salinas Loayza
Kilogramos rechazados	% Reducción de kilogramos rechazados.	Son los kilogramos de cubos hielos que se rechazan por asegurar la inocuidad del producto, ya que pueden presentar algún tipo de peligro, ya sea, físico, químico o biológico. Autor: Karolay Cuadros Amao.	Levantamiento de información de los registros de kilogramos rechazados antes y después de la implementación. Autor: Karolay Cuadros Amao.
Horas de Fallas de máquinas	% Reducción de horas de fallas de máquinas.	Son las horas de paradas originadas por las fallas de máquinas de hielo, ya que han dejado de realizar alguna función. Autor: Karolay Cuadros Amao	Levantamiento de información de los registros de horas de paradas de máquinas antes y después de la implementación. Autor: Karolay Cuadros Amao.

Fuente: Elaboración propia

GUÍA DE ENTREVISTA

Entrevista: Implementación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el proceso de fabricación de cubos de hielo en una empresa de alimentos.

Fecha: *14/01/19* Hora de inicio: *09:00 am*
 Hora de término: *11:00 am*
 Lugar: Entrevistado: *Ing. Juan Carlos Lolo Balán*
 Firma: *Juho*

A continuación, pedimos que repones una breve entrevista, por favor se lo más sincero/a posible en tus respuestas. Marca con una X y/o completa tus respuestas.

1 ¿Considera usted, que en los últimos años la metodología de producción que aplica ha dado buenos resultados? Valore su desempeño.

100%	Siempre	
80%	Casi siempre	
40%	Alguna veces	<input checked="" type="checkbox"/>
0%	Nunca	

2 ¿Cuántos kilogramos de hielo pueden producir en un día? ¿Cada cuánto tiempo se programa la producción?

Produce 14640 ice programado con dos días de anticipación.

3 ¿Considera usted, que la empresa presenta dificultades para llegar a la producción planificada?

100%	Siempre	
80%	Casi siempre	<input checked="" type="checkbox"/>
40%	Alguna veces	
0%	Nunca	

¿Por qué? *Porque hay demoras en la manipulación del operario, parada de máquina no programada y mucho rechazo de hielo.*

4 ¿Con qué frecuencia realiza capacitaciones al personal para mejorar su rendimiento?

100%	Siempre	
80%	Casi siempre	
40%	Alguna veces	<input checked="" type="checkbox"/>
0%	Nunca	

7 ¿Alguna vez ha recibido devoluciones de mercadería por parte de sus clientes?

100%	Siempre	
80%	Casi siempre	
40%	Alguna veces	<input checked="" type="checkbox"/>
0%	Nunca	

¿Por qué? *Porque no cumplen con las especificaciones del producto, por falta de inspección durante el proceso*

8 ¿Las tareas y funciones de cada operario está claramente definida y conocida por cada integrante?

100%	Siempre	
80%	Casi siempre	
40%	Alguna veces	<input checked="" type="checkbox"/>
0%	Nunca	

¿Por qué? *Porque hay falta de estandarización e instructivos*

9 ¿La empresa presenta dificultades durante el proceso de fabricación?

100%	Siempre	
80%	Casi siempre	<input checked="" type="checkbox"/>
40%	Alguna veces	
0%	Nunca	

¿Por qué? *Por las demoras en el manejo de materiales, y ausencias de trabajadores por enfermedades relacionadas a la humedad en el ambiente.*

10 ¿Diseña un control previo para evitar el retraso en la producción?

100%	Siempre	
80%	Casi siempre	
40%	Alguna veces	<input checked="" type="checkbox"/>
0%	Nunca	

Ficha de Evaluación de los Instrumentos de Medición

EVALUACIÓN: FICHA DE ENTREVISTA

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Mal	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.				x	
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles.				x	
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.				x	
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable.					x
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.				x	
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el/los instrumentos.				x	
SUMATORIA PARCIAL					20	5
SUMATORIA TOTAL		25				

RESULTADOS

- Valoración total cuantitativa: _____ 25 _____

- Opinión

Favorable (x) Con oportunidades de mejora () No Favorable ()

- Observaciones:

Juez: César Rivera Lynch

Firma:



EVALUACIÓN: LISTA DE CHEQUEO: METODOLOGÍA 5 S

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.					x
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles.					x
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.					x
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable.					x
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.					x
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el/los instrumentos.				x	
SUMATORIA PARCIAL					4	25
SUMATORIA TOTAL						

RESULTADOS

- Valoración total cuantitativa: _____ 29 _____

- Opinión

Favorable (x) Con oportunidades de mejora () No Favorable ()

- Observaciones:

Juez: César Rivera Lynch

Firma:



Ficha de Evaluación de los Instrumentos de Medición

EVALUACIÓN: LISTA DE CHEQUEO: MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.					X
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles.					X
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.					X
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable.					X
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.					X
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el/los instrumentos.				X	
SUMATORIA PARCIAL					4	25
SUMATORIA TOTAL		29				

RESULTADOS

- Valoración total cuantitativa: _____ 29 _____

- Opinión

Favorable (x) Con oportunidades de mejora () No Favorable ()

- Observaciones:

Juez: César Rivera Lynch

Firma:



Ficha de Evaluación de los Instrumentos de Medición

EVALUACIÓN: FICHA DE ENTREVISTA

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.				X	
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles.				X	
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.				X	
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable.				X	
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.				X	
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el/los instrumentos.				X	
SUMATORIA PARCIAL					24	
SUMATORIA TOTAL		24				

RESULTADOS

- Valoración total cuantitativa: 24

- Opinión

Favorable (X) Con oportunidades de mejora () No Favorable ()

- Observaciones:

Considero que las respuestas pueden ser ajustadas a una escala de Likert para que su tratamiento sea más sencillo de tabular.

Juez: José Antonio Velásquez Costa

Firma: 

Ficha de Evaluación de los Instrumentos de Medición

EVALUACIÓN: LISTA DE CHEQUEO: METODOLOGÍA 5 S

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.				X	
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles.				X	
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.				X	
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable.				X	
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.				X	
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el/los instrumentos.				X	
SUMATORIA PARCIAL					24	
SUMATORIA TOTAL		24				

RESULTADOS

- Valoración total cuantitativa: ____24____

- Opinión

Favorable (X) Con oportunidades de mejora () No Favorable ()

- Observaciones:

Las 5Ss no se evalúan sólo en 2 momentos, su seguimiento debería ser quincenal o mensual

Juez: José Antonio Velásquez Costa

Firma:



Ficha de Evaluación de los Instrumentos de Medición

EVALUACIÓN: LISTA DE CHEQUEO: MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.				X	
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles.				X	
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.				X	
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable.				X	
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.				X	
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el/los instrumentos.				X	
SUMATORIA PARCIAL					24	
SUMATORIA TOTAL		24				

RESULTADOS

- Valoración total cuantitativa: _____ 24 _____

- Opinión

Favorable (X) Con oportunidades de mejora () No Favorable ()

- Observaciones:

Las 5Ss no se evalúan sólo en 2 momentos, su seguimiento debería ser quincenal o mensual

Juez: José Antonio Velásquez Costa

Firma: 

Ficha de Evaluación de los Instrumentos de Medición

EVALUACIÓN: FICHA DE ENTREVISTA

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Mal	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.				x	
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles.			x		
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.				x	
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable.			x		
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.				x	
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el/los instrumentos.				x	
SUMATORIA PARCIAL						
SUMATORIA TOTAL						

RESULTADOS

- Valoración total cuantitativa: 22 puntos
- Opinión

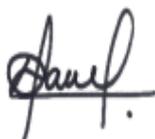
Favorable () Con oportunidades de mejora (x) No Favorable ()

- Observaciones:

En la pregunta 6, deberían buscar detalles y números (Consultar sobre control numérico de desempeño).

Juez: Gino Ballero Nuñez

Firma:



Ficha de Evaluación de los Instrumentos de Medición

EVALUACIÓN: LISTA DE CHEQUEO: METODOLOGÍA 5 S

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Mal	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.				x	
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles.				x	
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.			x		
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable.				x	
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.			x		
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el/los instrumentos.				x	
SUMATORIA PARCIAL						
SUMATORIA TOTAL						

RESULTADOS

- Valoración total cuantitativa: 22 puntos
- Opinión

Favorable () Con oportunidades de mejora (x) No Favorable ()

- Observaciones:

En el criterio de evaluación SEPARAR, en la pregunta final cambiar la palabra Hay por Existen.

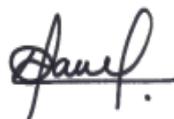
En el criterio ORDENAR sugiero colocar la palabra codificación en lugar de ROTULO.

En el criterio STANDARIZAR, se debe indicar sobre los temas de capacitaciones.

En el criterio AUTODISCIPLINA debería ser orientado a Auditorias, para asegurar que el sistema madure.

Juez: Gino Ballero

Firma:



Ficha de Evaluación de los Instrumentos de Medición

EVALUACIÓN: LISTA DE CHEQUEO: MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Mal	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.				x	
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles.			x		
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.				x	
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable.			x		
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.				x	
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el/los instrumentos.				x	
SUMATORIA PARCIAL						
SUMATORIA TOTAL						

RESULTADOS

- Valoración total cuantitativa: 22 puntos
- Opinión

Favorable () Con oportunidades de mejora (X) No Favorable ()

- Observaciones:

En el criterio de evaluación SEPARAR, en la pregunta final cambiar la palabra Hay por Existen.

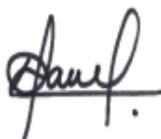
En el criterio ORDENAR sugiero colocar la palabra codificación en lugar de ROTULO.

En el criterio STANDARIZAR, se debe indicar sobre los temas de capacitaciones.

En el criterio AUTODISCIPLINA debería ser orientado a Auditorias, para asegurar que el sistema madure.

Juez: Gino Ballero Nuñez

Firma:



Anexo 05. Programa de implementación de 5'S.

		Programa de Implementación de 5'S																											
Actividad	Responsable	ene-19							feb-19							mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19									
		sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 5	sem 6	sem 7	sem 8	sem 9	sem 14	sem 18	sem 22	sem 26															
		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M
Preparación	Karolay/ Lizeth																												
Capacitación a todo personal del área		■	■																										
Definición de equipo guía			■	■																									
Implementación 1'S (Separar)	Karolay/ Lizeth																												
Aplicar evaluación inicial de 5'S				■	■																								
Capacitación 1ra S				■	■																								
Tarjetas rojas				■	■																								
Clasificar				■	■	■																							
Verificar Tarjetas rojas				■	■	■	■																						
Auditoría (check list)				■	■	■	■	■																					
Fotografías de avances				■	■	■	■	■	■																				
Implementacion 2da S (Ordenar)	Karolay/ Lizeth																												
Revisión de avances y capacitación 2da S										■	■																		
Ordenar y marcar										■	■																		
Verificar										■	■																		
Auditoría (check list)										■	■																		
Fotografías de avances										■	■																		
Implementacion 3ra S (Limpiar)	Karolay/ Lizeth																												
Revisión de avances y capacitación 3ra S																													
Establecer Instructivos de Limpieza y desinfección																													
Verificar																													
Auditoría (check list)																													
Fotografías de avances																													
Implementacion 4ta S (Estandarización)	Karolay/ Lizeth																												
capacitación																													
Estándares de envasado de hielo																													
Auditoría (check list)																													
Implementacion 5ra S (Autodisciplina)	Karolay/ Lizeth																												
Estándares y registros de limpieza																													
Estándares y registros de inspección																													
Auditoría (check list)																													
Seguimiento	Karolay/ Lizeth																												

Fuente: Elaboración propia

Exámen – MEJORA CONTINUA – APLICACIÓN 5 S

Nombre: _____ Fecha: _____

1. ¿QUÉ SON LAS 5 S?

2. Traduzca:

Japonés	Castellano
Seiri	
Seiton	
Seiso	
Seiketsu	
Shitsuke	

3. ¿Por qué es importante la aplicación de las 5 S en nuestra área de trabajo?

4. A qué S representa esta descripción:

Cada cosa debe tener un único, y exclusivo lugar donde debe encontrarse antes de su uso, y después de utilizarlo debe volver a él. **TODO DEBE ESTAR DISPONIBLE Y PRÓXIMO EN EL LUGAR DE USO.** _____ . Esta S envuelve ambos significados: Higiene y visualización. La higiene es el mantenimiento de la Limpieza, del orden. Quien exige y hace calidad cuida mucho la apariencia. En un ambiente Limpio siempre habrá seguridad. _____

5. ¿Menciona las tareas a realizar en tu área de trabajo?

-
-
-
-
-
-
-
-
-

Nota:

Jefe de Aseguramiento de la Calidad

LIMPIEZA Y ORDEN (ÁREA DE PRODUCCIÓN DE HIELO)
<p>PARA LAVAR: Preparar una solución detergente al 0.1%. Se agregan 15 mililitros de detergente líquido por cada balde de 15 litros de agua (Usar vaso medidor). PARA DESINFECTAR: Preparar una solución desinfectante a 1000 ppm. Se agregan 200 mililitros de lejía por cada balde de 15 litros (Usar jarra medidora). Nota: Para la solución desinfectante ÁCIDA, se agregan 7.5 mL por balde de 15 litros (75 ppm). COLOR DE UTENSILIOS: VERDE</p>
A.SEPARAR Y ORDENAR
<ol style="list-style-type: none"> 1. Separar lo innecesario del área y listarlo en la lista de objetos innecesarios al inicio de cada turno. 2. Ordenar todos los materiales en el lugar asignado al inicio de cada turno. 3. Respetar los colores asignados por cada área: Rojo(Distribución) Verde (Hielo) Amarillo (Limpieza) Azul (Agua)
B. LIMPIEZA DE CÁMARAS Y REEFERS.
<ol style="list-style-type: none"> 1. Apagar la cámara y esperar 1 hora para el descongelamiento. 2. Retirar las parihuelas. 3. Rociar agua a todas las superficies con la manguera y pistola. 4. Restregar con el escobillón buque y angular por todas las superficies usando la solución detergente. 5. Enjuagar rociando agua a todas las superficies con la manguera y pistola. 6. Retirar el agua acumulada hacia el desagüe con el jalador. 7. Trapear todas las superficies con la solución desinfectante. 8. Colocar las parihuelas previamente lavadas y desinfectadas (Mantener el orden inicial). <p>Nota: Las parihuelas pesadas se coloca cerca a la entrada, las celestes debajo de los evaporadores y las livianas en cualquier otra posición.</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Encender la cámara (El producto se ingresa cuando la temperatura sea menor a -5 °C).
C. LIMPIEZA DE PARIHUELAS.
<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar cada parihuela horizontalmente en el piso. 2. Rociar agua sobre la parihuela con la manguera y pistola. 3. Restregar con el escobillón buque y angular usando solución detergente. 4. Limpiar los orificios con una esponja usando solución detergente. 5. Enjuagar rociando agua con la manguera y pistola. 6. Trapear todas las superficies con solución desinfectante.
D. LIMPIEZA DE JABAS.
<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar la jaba sobre una parihuela azul. 2. Rociar agua sobre la jaba con la manguera y pistola. 3. Restregar con la esponja usando solución detergente. 4. Enjuagar rociando agua con la manguera y pistola. 5. Pasar un trapo en todas las superficies usando solución desinfectante.
E. LIMPIEZA DE BIN, MESAS, CARRITOS Y OTROS SIMILARES.
<ol style="list-style-type: none"> 1. Rociar agua a todas las superficies con la manguera y pistola. 2. Restregar con escobilla manual por todas las superficies usando solución detergente. 3. Enjuagar rociando agua a todas la superficie con ayuda de la manguera. 4. Rociar todas las superficies con solución desinfectante ÁCIDA usando un aspersor o balde. 5. Descartar la primera caída de hielo en el caso del BIN.
F. LIMPIEZA DE UTENSILIOS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Rociar agua a los utensilios. 2. Restregar con la esponja usando solución detergente. 3. Enjuagar con agua. 4. Rociar todas los utensilios con solución desinfectante ÁCIDA usando un aspersor o balde.

Anexo 08. Pasos para el envasado de Hielo.

ENVASADO DE HIELO							
TIPO:	PRODUCCIÓN	CALIDAD	LOGÍSTICA	DISTRIBUCIÓN	MITO	SEGURIDAD	OTROS
		X					
PASOS PARA EL ENVASADO DE HIELO							
1	<p style="text-align: center;"><u>Envasado:</u></p> <p>Colocar la bolsa en la boquilla del Bin y pisar el pedal para la caída de los cubos de hielo.</p>						
2	<p style="text-align: center;"><u>Pesado:</u></p> <p>Colocar la bolsa en la balanza y pesar. Presentación 1.5 kg: entre 1.48 - 1.54 Presentación 2 kg: entre 1.98 - 2.04 Presentación 3 kg: entre 2.98 - 3.04</p>						
3	<p style="text-align: center;"><u>Precintado:</u></p> <p>Cerrar la bolsa girándola, colocar un precinto maleable y darle 3 giros. Los dos extremos del precinto deben rodear el aro formado.</p>						
4	<p style="text-align: center;"><u>Empaquetado:</u></p> <p>Agarrar una bolsa de empaque y colocar las bolsas de hielo precintadas, luego con el dedo hace un ligero hueco en la bolsa de empaque para permitir un correcto amarrado. Presentación 1.5 kg: 20 bolsas. Presentación 2 kg: 15 bolsas. Presentación 3 kg: 10 bolsas.</p>						

Fuente: Elaboración propia.

CODIFICACIÓN DE BOLSAS							
TIPO:	PRODUCCIÓN	CALIDAD	LOGÍSTICA	DISTRIBUCIÓN	MTTO	SEGURIDAD	OTROS
	X						
CLASIFICACIÓN DE JABAS							
En las jabas VERDES se encuentran las bolsas que están correctamente codificadas porque ya han sido revisadas, y se pueden coger para envasar el producto.							
En la jaba ROJA 1 se encuentran las bolsas que están codificadas pero que aún no han sido revisadas por lo que no se pueden coger . En la jaba ROJA 2 se encuentran las bolsas falladas que tienen que ser arregladas para volver a ser codificadas.							
Las jabas AZULES son utilizadas como soporte para colocar las jabas VERDES Y ROJAS. No deben colocarse bolsas en las jabas AZULES.							
PASOS PARA LA CODIFICACIÓN DE BOLSAS							
<p>1 Se debe programar la codificadora con el lote que corresponde según el Calendario Juliano para el año en curso.</p>							
<p>2 Se debe limpiar y desinfectar la mesa previo a la codificación.</p>							
<p>3 Verificar bolsas</p>							
<p>5 Bolsas verificadas</p>							
<p>4 Corregir bolsas</p>							

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 11. Programa de Implementación del Mantenimiento Autónomo.

Programa de Implementación de Mantenimiento autónomo															
Actividad	Responsable	Ene-19				Feb-19				Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	
		sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 5	sem 6	sem 7	sem 8	sem 9	sem 14	sem 18	sem 22	sem 26	
		L M M J V	L M M J V	L M M J V s	L M M J V	L M M J V	L M M J V	L M M J V	L M M J V	L M M J V	L M M J V	L M M J V	L M M J V	L M M J V	L M M J V
Preparación	Karolay/ Lizeth														
Seleccionar equipo productivo		■													
Determinar el puesto de los integrantes del equipo			■												
Capacitación teórica				■											
Capacitación práctica					■										
Limpieza inicial	Karolay/ Lizeth														
Limpieza profunda					■										
Inspección inicial						■									
Implementación 1ª S (Separar)	Karolay/ Lizeth														
Clasificar						■									
Auditoría (check list)							■								
Fotografías de avances								■							
Implementación 2da S (Ordenar)	Karolay/ Lizeth														
Ordenar															
Verificar															
Auditoría (check list)															
Fotografías de avances															
Implementación 3ra S (Limpiar)	Karolay/ Lizeth														
Eliminación de focos de suciedad															
Establecer programas de Limpieza															
Auditoría (check list)															
Implementación 4ta S (Estandarización)	Karolay/ Lizeth														
Capacitación															
Estándares de funcionamiento y rangos de máquina															
Auditoría (check list)															
Implementación 5ra S (Autodisciplina)	Karolay/ Lizeth														
Estándares y registros de limpieza															
Estándares y registros de inspección															
Auditoría (check list)															
Inspección general	Karolay/ Lizeth														
Registro de inspección de máquinas															
Seguimiento	Karolay/ Lizeth														

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. Instructivo de limpieza y desinfección de máquinas de hielo.

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN (MÁQUINAS DE HIELO)				
<p>PARA LAVAR: Preparar una solución detergente al 0.1%. Ácido fosfórico grado alimentario. Se agregan 15 mililitros de detergente líquido por cada balde de 15 litros de agua (Usar vaso medidor).</p> <p>PARA DESINFECTAR: Preparar una solución desinfectante a 1000 ppm. Se agregan 200 mililitros de lejía por cada balde de 15 litros (Usar jarra medidora).</p>				
<p>INSPECCIÓN PREVIA: Revisar que el calentador del cárter funcione correctamente para evitar que el refrigerante migre al compresor por recircular agua tibia a través del evaporador.</p> <p>INSPECCIÓN PREVIA: Cubrir con la tapa de la tolva de descarga de hielo el acceso al ducto de conexión entre la máquina de hielo el bin, y cubrir luego la tapa con una bolsa de empaque nueva.</p>				
A. TANQUE DE AGUA				
<p>1. Para iniciar la limpieza se debe colocar el selector en:</p>	<table border="1"> <tr> <td>LIMPIEZA</td> <td style="background-color: yellow;">APAGADO</td> <td>HIELO</td> </tr> </table>	LIMPIEZA	APAGADO	HIELO
LIMPIEZA	APAGADO	HIELO		
<p>2. Cubrir con la tapa de la tolva de descarga de hielo el acceso al ducto de conexión entre la máquina de hielo el bin, y cubrir luego la tapa con una bolsa de empaque nueva.</p>				
<p>3. Cerrar la llave de suministro (S) para evitar el ingreso de agua al tanque pulmón.</p>				
<p>4. Abrir la llave de drenaje (D) para retirar todo el agua del tanque pulmón, luego cerrar.</p>				
<p>5. Limpiar el tanque pulmón usando una escobilla y una solución detergente al 0.02%. Enjuagar usando una trapo de microfibra y drenar.</p>				
<p>6. Llenar el tanque pulmón con 50 litros de agua a 40°C y agregar 1.2 litros de ácido fosfórico líquido grado alimentario.</p>				
<p>7. Cerrar la llave de paso de la bomba de agua durante el periodo de limpieza.</p>				
<p>8. Inspeccionar los distribuidores de agua.</p>				
<p>9. Limpiar la junta de cubierta de goma con un cepillo y solución detergente al 0,02%. Desinfectar con solución clorada a 100 ppm.</p>				
<p>10. Para la recirculación del agua con ácido fosfórico se debe colocar el selector en:</p>	<table border="1"> <tr> <td style="background-color: yellow;">LIMPIEZA</td> <td>APAGADO</td> <td>HIELO</td> </tr> </table>	LIMPIEZA	APAGADO	HIELO
LIMPIEZA	APAGADO	HIELO		
<p>11. Presionar el botón INICIO y recircular durante 15 minutos. De ser necesario repetir agregando una nueva solución de ácido fosfórico.</p>				
<p>12. Presionar el botón PARADA para detener la bomba.</p>				
<p>13. Abrir la llave de drenaje (D) para retirar la solución usada y luego cerrar.</p>				
<p>14. Llenar el tanque pulmón con 50 litros de agua a 40°C y repetir los pasos para recircular el agua (ENJUAGUE x 5 minutos/dos veces).</p>				
<p>15. Llenar el tanque pulmón con 50 litros de agua a 40°C y agregar 10 mililitros de ácido peracético (DESINFECCIÓN/1 vez) durante 5 min.</p>				
<p>16. Conectar la máquina de hielo con el bin de almacenamiento. Se debe descartar la primera formación de hielo.</p>				
<p>17. Ajuste de purga de la bomba de agua.</p>				

Fuente: Elaboración propia

1. Objetivo

Establecer las actividades a realizar durante la parada o arranque de la máquina de hielo.

2. Alcance

Máquina de Hielo

3. Responsabilidad

Encargado de la ejecución: Operarios de producción

Encargado de que la supervisión de la realización: Supervisor de producción

4. Procedimiento

4.1. Arranque de la unidad

- 4.1.1. Verifique el nivel de aceite en la mirilla del cárter del compresor.
- 4.1.2. Asegúrese de que la temperatura del aceite del cárter sea aproximadamente de 32 °C y que no haya amoníaco líquido en el cárter del compresor.
- 4.1.3. Verifique que el nivel del agua en el tanque de agua está a la altura de la válvula de flotación de reposición.
- 4.1.4. En el tablero principal presione el botón de encendido.
- 4.1.5. Verificar si el manómetro de entrada de agua de enfriamiento al condensador indica unos 40 psi de presión.
- 4.1.6. En el tablero de potencia presione el botón de arranque del compresor. y observe inmediatamente la presión del aceite, el nivel de aceite, la presión de descarga y escuche si hay sonidos inusuales. El compresor comienza a descargarse y se cargará automáticamente después de varios segundos por acción del temporizador de demora. **NOTA: Asegúrese de observar varios ciclos de producción de hielo para confirmar la operación de la máquina de manera satisfactoria.**

4.2. Parada de la unidad

La máquina se detendrá automáticamente por dispositivos de seguridad tales como sobrecargas de compresor, cortador y bomba, así como otras sobrecargas de motores auxiliares. También se detendrá automáticamente por alta presión de cabeza, baja presión de succión o baja presión de aceite del compresor. La máquina se puede forzar manualmente en un ciclo de cosecha con el botón manual de cosecha. Para detener la máquina de manera manual siga las siguientes instrucciones:

- 4.2.1. Durante el ciclo de descarga de hielo, posicionar el selector Manual/Automático en la posición Manual.
- 4.2.2. Espere que se descargue totalmente el hielo
- 4.2.3. En el tablero de control, presione el botón de parada de máquina.
- 4.2.4. Parar la bomba de retorno de agua a la cisterna.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16. Ahorro de costos al implementar las herramientas Lean.

Concepto/ Periodo	2018	2019
Costos después de implementación		218184.90
Costo de mantenimiento		12100
Costo de mano de obra		206084.90
Costos antes de implementación	284118.86	
Costo de mantenimiento	25700	
Costo de mano de obra	258418.86	
AHORRO:		65933.97

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18. Programa general de limpieza

PROGRAMA GENERAL DE LIMPIEZA		
AMBIENTE O ÁREA	DETALLE	FRECUENCIA
Almacén de materiales	Techo, paredes y luminarias.	Semanal
	Piso, estantes y puerta.	Diario
Almacén de Herramientas	Techo, paredes y piso.	Semanal
	Piso, estantes y puerta.	Diario
Almacén de limpieza	Techo, paredes y piso.	Semanal
	Piso, estantes y puerta.	Diario
Antesala de hielo	Techo, paredes y luminarias.	Semanal
	Mesa de codificado y jabs.	Diario
Envasado de hielo	Techo, paredes y luminarias.	Semanal
	Bin y utensilios.	Diario
	Pediluvio	Diario
	Piso y parihuelas.	Diario
Almacenamiento de hielo	Cámara 1	Quincenal
	Cámara 2	Quincenal
	Cámara 3	Quincenal
	Reefer 1	Mensual
	Reefer 2	Mensual
	Pediluvios	Diario
Máquinas de hielo	Pequeñas	Mensual
Máquinas de hielo	Grandes	Mensual
Almacenamiento de agua	Pequeños	Quincenal
	Grandes	Mensual

Fuente: Elaboración propia