



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DEL LEAN
MANUFACTURING PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD
DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA ARIN S.A. -
CHORRILLOS, 2018**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA INDUSTRIAL**

AUTORA:

Coll-Cardenas Salinas, Stephany Alexandra

ASESOR:

Dr. Leonidas Bravo Rojas Manuel

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

Lima – Perú

(2018 –II)

ACTA DE APROBACION DE TESIS

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : T07-PP-PR-02.02 Versión : 08 Fecha : 12-09-2017 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la Tesis presentada por Don (a) :

Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas

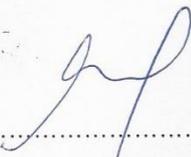
cuyo título es:

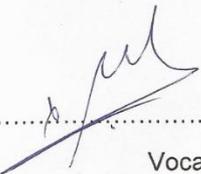
“Implementación de herramientas del Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área de producción en la empresa ARIN S.A.- Chorrillos, 2018”.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:(número) *BUCE* (letras).

Los Olivos, 19 de Diciembre del 2018


.....
Presidente


.....
Secretario


.....
Vocal

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mis padres porque confiaron en mí, por sus esfuerzos de salir adelante brindándome ejemplos dignos de superación y entrega.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por la fortaleza que me ha dado día a día y por la bendición de poder culminar mi carrera; a la Universidad César Vallejo por formarme integralmente a lo largo del desarrollo académico de mi carrera, a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de mis competencias como ingeniera; y de manera muy especial a mi estimado asesor el Dr. Leonidas Bravo Rojas y a la Mgtr. Margarita Egusquiza quién fue mi asesora en mi Proyecto de Investigación, gracias por compartir sus conocimientos conmigo y por la ayuda durante el desarrollo de la presente tesis.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas con DNI N° 70990293, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, noviembre del 2017



Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas

DNI N° 70990293

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Implementación de herramientas del Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área de producción en la empresa ARIN S.A.- Chorrillos, 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Industrial.

La Autora

ÍNDICE DE CONTENIDO

ACTA DE APROBACION DE TESIS	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN	vi
RESUMEN.....	15
ABSTRACT	16
I. INTRODUCCIÓN	17
1.1. Realidad Problemática.....	18
1.2. Trabajos Previos	30
1.3. Teorías relacionadas al tema	36
1.3.1. Variable Independiente: Lean Manufacturing.....	36
1.3.1.1. Definición.....	36
1.3.1.2. Tipos de “desperdicios”	36
1.3.1.3. Herramientas del Lean Manufacturing	37
1.3.1.3.1. Mantenimiento Preventivo.....	37
1.3.1.3.2. KAIZEN	39
1.3.1.3.3. 5’s.....	41
1.3.2. Variable dependiente: Productividad.....	43
1.3.2.1. Definición.....	43
1.3.2.2. Factores del mejoramiento de la productividad	45
1.3.2.3. Eficacia	48
1.3.2.4. Eficiencia	48
1.4. Formulación del problema	49
1.4.1. Problema General	49
1.4.2. Problemas específicos	49
1.5. Justificación del estudio	49
1.5.1. Justificación Técnica.....	49
1.5.2. Justificación Económica.....	49
1.5.3. Justificación Social	49
1.6. Hipótesis	50
1.6.1. Hipótesis General.....	50
1.6.2. Hipótesis Especificas	50

1.7. Objetivos	50
1.7.1. Objetivo General.....	50
1.7.2. Objetivos Específicos.....	50
II. MÉTODO	51
2.1. Tipo y Diseño de investigación	52
2.1.1. Tipo de investigación.....	52
2.1.2. Nivel de investigación.....	52
2.1.3. Diseño de investigación	52
2.2. Operacionalización de las variables	52
2.2.1. Definición Conceptual	52
2.2.2. Definición Operacional	53
2.2.3. Dimensiones	53
2.2.3.1. Dimensiones de la Variable Independiente.....	53
2.2.3.2. Dimensiones de la Variable Dependiente	54
2.2.3.3. Matriz de consistencia y operacionalización.....	56
2.3. Población, muestra y muestreo	57
2.3.1. Población.....	57
2.3.2. Muestra.....	57
2.3.3. Muestreo.....	57
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	57
2.4.1. Técnica	57
2.4.2. Instrumento.....	58
2.4.3. Validación	58
2.4.4. Confiabilidad	58
2.5. Métodos de análisis de datos	58
2.5.1. Análisis descriptivo.....	58
2.5.2. Análisis inferencial	59
2.6. Aspectos éticos	59
2.7. Desarrollo de la propuesta	59
2.7.1. Situación actual.....	59
2.7.1.1. Reseña Histórica	59
2.7.1.2. Descripción general de la empresa.....	59
2.7.1.3. Plataforma estratégica	60
2.7.1.4. Productos de la empresa	66
2.7.2. Propuesta de Mejora	103

2.7.2.1.	Presupuesto del Proyecto	104
2.7.2.2.	Cronograma de Actividades del Proyecto.....	105
2.7.3.	Ejecución de la propuesta.....	106
2.7.3.1.	Ejecución de las 5'S.....	106
2.7.3.2.	Ejecución de Mantenimiento Preventivo	124
2.7.3.3.	Ejecución de Kaizen	142
	Los problemas que originan los cuellos de botella son:	145
2.7.4.	Resultados de la implementación	146
2.7.5.	Análisis económico financiero	166
2.7.5.1.	Análisis Costo-Beneficio	170
III.	RESULTADOS.....	172
3.1.	Análisis Descriptivo	173
3.1.1	Variable Dependiente: Productividad.....	173
3.1.2	Variable Independiente: Lean Manufacturing.....	177
3.2.	Análisis Inferencial	180
3.2.1.	Análisis de la hipótesis general	180
3.2.2.	Análisis de la primera hipótesis específica	182
3.2.3.	Análisis de la segunda hipótesis específica.....	185
IV.	DISCUSIÓN	188
V.	CONCLUSIONES	191
VI.	RECOMENDACIONES	193
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	195
	ANEXOS.....	201

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Varios (Incl. Joyería y Artesanías): Principales Mercados	20
Tabla 2. Varios (Incl. Joyería y Artesanías): Principales Productos Millones de US\$	21
Tabla 3. Principales empresas exportadoras de joyas en el 2017	21
Tabla 4. Contexto real de la compañía	23
Tabla 5. Causas de los problemas	27
Tabla 6. Matriz de correlación.....	27
Tabla 7. Número de ocurrencias encontradas.....	28
Tabla 8. Matriz de priorización	29
Tabla 9. Matriz de operacionalización	56
Tabla 10. Matriz de consistencia	56
Tabla 11. Maquinaria de línea de producción casting.....	70
Tabla 12. Distribución de planta de la empresa ARIN S.A.	71
Tabla 13. Producción mensual (Marzo 2018)	72
Tabla 14. Diagrama de análisis de procesos de línea de producción casting	77
Tabla 15. Productos terminados no conformes.....	83
Tabla 16. Productos terminados no conformes (Enero)	84
Tabla 17. Productos terminados no conformes (Febrero)	85
Tabla 18. Productos terminados no conformes (Marzo)	86
Tabla 19. Productos terminados no conformes (Abril)	86
Tabla 20. Productos terminados no conformes (Mayo)	87
Tabla 21. Productos terminados no conformes en el mes de Mayo.....	88
Tabla 22. Resumen de productos no conformes por tipo de defecto del mes de Mayo	89
Tabla 23. Índice de cumplimiento 5'S	91
Tabla 24. Datos obtenidos de la Auditoría 5'S (Mayo)	92
Tabla 25. Evaluación Auditoría Interna 5'S (31 de Mayo)	95
Tabla 26. Seiri	96
Tabla 27. Seiton.....	96
Tabla 28. Seiso	97
Tabla 29. Seiketsu.....	97
Tabla 30. Shitsuke	98
Tabla 31. Máquinas para la línea producción de casting	99
Tabla 32. Horas máquina parada 5 meses antes	99
Tabla 33. Horas máquina parada mes de Enero.....	100
Tabla 34. Horas máquina parada mes de Febrero.....	101
Tabla 35. Horas máquina parada mes de Marzo.....	101
Tabla 36. Horas máquina parada mes de Abril.....	102
Tabla 37. Horas máquina parada mes de Mayo.....	102
Tabla 38. Alternativas de solución de las causas principales	103
Tabla 39. Presupuesto de Implementación.....	104
Tabla 40. Cronograma de actividades del Proyecto.....	105
Tabla 41. Clasificación de calificaciones para formato de evaluación inicial 5'S	110
Tabla 42. Formato de Evaluación Inicial 5'S.....	111

Tabla 43. Datos obtenidos de la Evaluación Inicial de 5'S.....	112
Tabla 44. Tarjeta roja.....	114
Tabla 45. Registro de tarjetas rojas.....	116
Tabla 46. Registro de elementos necesarios.....	118
Tabla 47. Asignación de limpieza por zonas.....	119
Tabla 48. Datos de la evaluación 5'S.....	122
Tabla 49. Datos obtenidos de la Evaluación de 5'S.....	123
Tabla 50. Inventario de equipos.....	125
Tabla 51. Ficha técnica de inyectora de cera TR 3K Digital.....	126
Tabla 52. Ficha técnica de Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3.....	127
Tabla 53. Disponibilidad Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3.....	130
Tabla 54. Disponibilidad de Inyectora de cera TR 3K Digital.....	132
Tabla 55. Matriz de criticidad para la empresa ARIN S.A.....	134
Tabla 56. Clasificación de equipos de la empresa ARIN S.A.....	135
Tabla 57. Análisis de modos de fallas.....	136
Tabla 58. Programa anual de Mantenimiento Preventivo en máquinas (cronograma) –ARIN S.A.	140
Tabla 59. Costo Total de Mano de obra.....	141
Tabla 60. Costo de repuestos.....	141
Tabla 61. Costo de insumos.....	142
Tabla 62. Propuesta para Kaizen en línea de casting.....	144
Tabla 63. Análisis TOC.....	144
Tabla 64. Diagrama de Análisis de procesos de la línea de producción casting ARIN S.A. (Post- Test).....	149
Tabla 65. Productos terminados no conformes (Septiembre).....	153
Tabla 66. Productos terminados no conformes (Septiembre).....	154
Tabla 67. Resumen de productos terminados conformes (Septiembre).....	155
Tabla 68. PRE-TEST y POST-TEST de productos terminados conformes.....	156
Tabla 69. Datos obtenidos de la Auditoría Final 5'S (Septiembre).....	157
Tabla 70. PRE-TEST y POST-TEST de falta de orden y limpieza.....	158
Tabla 71. Horas máquina parada- Septiembre.....	160
Tabla 72. PRE-TEST y POST-TEST de horas de máquina parada.....	160
Tabla 73. Disponibilidad Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3.....	163
Tabla 74. Disponibilidad de Inyectora de cera TR 3K Digital.....	166
Tabla 75. Requerimientos para la ejecución de Mantenimiento Preventivo(Iny.).....	167
Tabla 76. Requerimientos para la ejecución de Mantenimiento Preventivo(Horno).....	168
Tabla 77. Inversión Total realizada.....	168
Tabla 78. Ahorro de maquinarias.....	169
Tabla 79. Costo de ejecución de 5'S y Kaizen.....	169
Tabla 80. Análisis Económico Antes y Después.....	171
Tabla 81. Comparación PRE-TEST y POST-TEST (Productividad).....	173
Tabla 82. Comparación PRE-TEST y POST-TEST (Eficiencia).....	175
Tabla 83. Comparación PRE-TEST y POST-TEST (Eficacia).....	176
Tabla 84. Resumen de 5'S.....	177

Tabla 85. PRE-TEST y POST-TEST de Kaizen	178
Tabla 86. PRE-TEST y POST-TEST de Mantenimiento Preventivo	179
Tabla 87. Pruebas de normalidad.....	181
Tabla 88. Criterio de Selección del Estadígrafo	181
Tabla 89. Estadístico de prueba de Wilcoxon	182
Tabla 90. Pruebas de normalidad.....	183
Tabla 91. Criterio de Selección del Estadígrafo	183
Tabla 92. Resultados del análisis de T-Student.....	184
Tabla 93. Análisis de la significancia de los resultados de T-Student	184
Tabla 94. Pruebas de normalidad.....	185
Tabla 95. Criterio de Selección del Estadígrafo	185
Tabla 96. Estadístico de prueba de Wilcoxon	187

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento de los principales productores de molibdeno (mil toneladas).....	19
Figura 2. Exportaciones por sectores económicos(Valor FOB en millones de US\$)	20
Figura 3. Líneas de Producción	22
Figura 4. Servicios	23
Figura 5. Situación actual de la empresa.....	24
Figura 6. Diagrama de Ishikawa	26
Figura 7. Significado de las 5's	42
Figura 8. Localización Geográfica de la Empresa ARIN S.A.	60
Figura 9. Organigrama Estructural de la Empresa Arin S.A.	63
Figura 10. Organigrama Funcional de la Empresa Arin S.A.....	64
Figura 11. Organigrama del área de producción.....	65
Figura 12. Diagrama de operaciones de árbol de cera	74
Figura 13. Diagrama de operaciones de línea de producción casting	75
Figura 14. Flujograma de línea de producción casting	82
Figura 15. Resumen de colocación de tarjetas rojas	115
Figura 16. Círculo de Frecuencia de uso.....	117
Figura 17. Colocación de carteles	120
Figura 18. Colocación de alertas de peligros	121
Figura 19. Operatividad e inoperatividad de Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	129
Figura 20. Operatividad e inoperatividad de Inyectora de cera TR 3K Digital	132
Figura 21. Criterios de evaluación para determinar la frecuencia	133
Figura 22. Criterios para determinar las consecuencias	133
Figura 23. Matriz de criticidad	134
Figura 24. Las cinco fases del TOC.....	143
Figura 25. Diagrama de Análisis de Procesos de árbol de cera (POST-TEST).....	147
Figura 26. Diagrama de Análisis de Procesos de línea de producción casting (POST-TEST).....	148
Figura 27. Operatividad e inoperatividad de Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	163
Figura 28. Operatividad e inoperatividad de Inyectora de cera TR 3K Digital	165

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama de Pareto	28
Gráfico 2. Diagrama de estratificación	29
Gráfico 3. Actividades básicas del mantenimiento preventivo.....	37
Gráfico 4. Ventajas del Mantenimiento Preventivo	37
Gráfico 5. Objetivos del Kaizen	40
Gráfico 6. Sistemas del Kaizen para el éxito.....	41
Gráfico 7. Índice de productos terminados no conformes.....	84
Gráfico 8. Índice de productos no conformes del mes de Mayo	89
Gráfico 9. Índice de tipo de productos terminados no conformes (Mayo).....	90
Gráfico 10. Datos obtenidos de la Auditoría 5'S (31 de Mayo)	91
Gráfico 11. Índice de cumplimiento Auditoría 5'S (Mayo)	95
Gráfico 12. Horas máquina parada Enero-Mayo	100
Gráfico 13. Organigrama estructural de comité de 5'S	108
Gráfico 14. Organigrama funcional de 5'S	108
Gráfico 15. Afiches de 5'S.....	109
Gráfico 16. Datos obtenidos de la Evaluación Inicial 5'S	112
Gráfico 17. Nivel de oportunidad de mejora de 5'S	113
Gráfico 18. Datos de evaluación 5'S	123
Gráfico 19. Nivel de oportunidad de mejora actual 5'S	124
Gráfico 20. Frecuencia de problemas encontrados en TOC	145
Gráfico 21. Índice de productos terminados no conformes (Septiembre).....	154
Gráfico 22. Índice de tipo de productos terminados no conformes (Septiembre).....	156
Gráfico 23. Índice de cumplimiento Auditoría 5'S (Septiembre).....	159
Gráfico 24. Índice de horas máquina parada (Septiembre)	161
Gráfico 25. PRE-TEST (Mayo) y POST-TEST (Septiembre) de Productividad	174
Gráfico 26. PRE-TEST (Mayo) y POST-TEST (Septiembre) de eficiencia	174
Gráfico 27. PRE-TEST (Mayo) y POST-TEST (Septiembre) de eficacia	177
Gráfico 28. PRE-TEST y POST-TEST de 5'S	178
Gráfico 29. PRE-TEST y POST-TEST de Kaizen	179
Gráfico 30. PRE-TEST y POST-TEST de Mantenimiento Preventivo	180

RESUMEN

La presente investigación titulada “Implementación de herramientas del Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área de producción en la empresa ARIN S.A.- Chorrillos, 2018”, tiene como objetivo general, el determinar cómo la implementación de herramientas de Lean Manufacturing incrementa la productividad de la empresa ARIN S.A.- Chorrillos, 2018.

El diseño de la investigación es cuasi-experimental de tipo aplicada, debido a que busca brindar soluciones por medio del conocimiento básico. La población de estudio estuvo conformada por el mes de Mayo del 2018; sin embargo se obtuvo datos del área de producción de los meses de Enero a Mayo del 2018, analizados antes y después de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing. La muestra es elegida por conveniencia igual a la población. La técnica usada para la recolección de datos fue la observación, y los instrumentos utilizados fueron los siguientes formatos: ficha de registro del Diagrama de Análisis de Procesos, Diagrama de Operaciones, ficha para controlar la producción mensual, así como el cronómetro.

Por último, en el análisis de datos se utilizó programas como el Microsoft Excel y el SPSS V. 20, de manera descriptiva e inferencial haciendo uso de tablas.

Según los datos ingresados al SPSS V. 20, se obtuvo como resultado que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la Productividad PRE-TEST y POST-TEST es de 0.000, por consiguiente al ser menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador.

Palabras Claves: Lean Manufacturing, productividad.

ABSTRACT

This research entitled "Implementation of Lean Manufacturing tools to increase the productivity of the production area in the company ARIN SA- Chorrillos, 2018", has as its general objective, to determine how the implementation of Lean Manufacturing tools increases the productivity of the ARIN SA- Chorrillos company, 2018.

The design of the research is quasi-experimental of applied type, because it seeks to provide solutions through basic knowledge. The study population consisted of the month of May 2018; however, data was obtained from the production area from January to May 2018, analyzed before and after the implementation of the Lean Manufacturing tools. The sample is chosen for convenience equal to the population. The technique used for data collection was observation, and the instruments used were the following formats: record of the Process Analysis Diagram, Operations Diagram, record to control the monthly production, as well as the chronometer.

Finally, in the analysis of data, programs such as Microsoft Excel and SPSS V. 20 were used, descriptively and inferentially using tables.

According to the data entered into the SPSS V. 20, it was obtained that the significance of the Wilcoxon test applied to the PRE-TEST and POST-TEST productivity is 0.000, therefore, being less than 0.05, the hypothesis is rejected null and the researcher's hypothesis is accepted.

Key Words: Lean Manufacturing, productivity.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Hoy en día, existe un mercado bastante competitivo en todo el mundo, los empresarios quieren producir bienes a niveles adecuados con la menor cantidad de costos y grandes márgenes de ganancia, el cual permita conservar el funcionamiento de sus empresa. De igual forma, tienen como meta, brindar a los usuarios bienes de excelente calidad, alcanzando establecer la confianza entre sus clientes y mantenerse en el mercado. Se sabe, que en todo negocio el objetivo principal es maximizar sus utilidades y generar menos costos en las diferentes áreas que esta tiene, entre ellas el área de producción pues esta no solo se limita a producir bienes sino que tiene en consideración diversas cuestiones como las relaciones humanas, el cumplir con las normativas, el cuidado del medio ambiente, etc.; siendo todos ellos, aspectos relevantes que añaden un valor al bien.

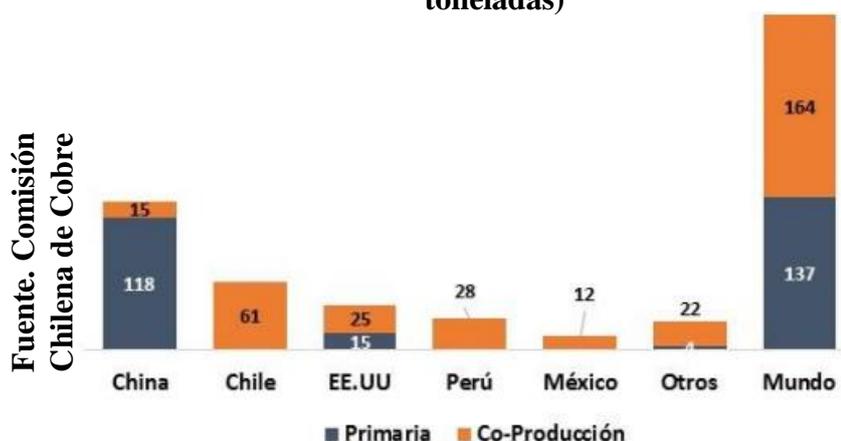
En relación, al sector de joyería a nivel mundial, ha sido y es una excelente manera de invertir, puesto que las compañías autorizadas de la extracción de estos metales tienen parámetros de calidad para cerciorar su pureza.

Según el Comisión Chilena de cobre (2017), el molibdeno ha sido también un metal fundamental desde el punto de vista biológico y usado en la producción de aceros fundidos; por lo cual su producción mundial ha ido en incrementándose de poco a poco. (p.10).

Desde un principio eran pocos los países que apostaban por incluir el molibdeno en la fabricación de alguna joya, pero con el paso del tiempo y con las pruebas de este tipo de metal en varios experimentos se pudo demostrar que el molibdeno se emplea en varias aleaciones con el acero.

Al observar la Figura 1, se puede apreciar que China estuvo liderando como país exportador de molibdeno en el año 2017 con un aprox. de 118 mil millones en producción primaria, seguido de este se encuentra países sudamericanos como Chile y Perú con 61 mil y 28 mil toneladas respectivamente; cabe mencionar que varios países están en el gráfico son de América Latina, los cuales incentivaron a otras minas de otros países de América a seguir exportando el este metal.

Figura 1. Comportamiento de los principales productores de molibdeno (mil toneladas)



Según, el diario “El Peruano”, ADEX (2018) informó que “la venta al exterior de joyería peruana en 2017 alcanzó los 121 millones 380,000 dólares, lo cual significó un incremento de 30% en comparación con los registrado en el 2016, debido a su calidad y ampliación de mercados”. Esto se debe que en el Perú actualmente existe una preocupación grande por la calidad que debe de mantener y conservar joyas que son exportados a diferentes países, así como, el brindar un adecuado servicio y el buen servicio.

Por otro lado, el diario Gestión (2015) informa, que el Perú cuenta con una de las reservas de plata más grandes de todo el mundo y que el mercado peruano de joyería maneja casi 60 millones de US\$/año en relación a la joyería internacional que no llega ni a los 10 000 millones de US\$/año. Por esta razón, es relevante que los peruanos que se dedican al sector joyero puedan ser impulsores a seguir produciendo joyas cada vez más, puesto que los peruanos se están alejando poco a poco de la bisutería, ya que este está perdiendo su atracción y por ende la inversión también decae. De igual forma, el MINEM (2018) nos indica las exportaciones que se dan por cada sector económico del país, en las cuales se dan comparaciones desde Enero a Noviembre de los años 2016 y 2017 (p.11). Para ello, toda esta información se aprecia en la Figura 2. Esto claramente nos indica que en el mes de Noviembre del 2017 las exportaciones de joyería se incrementaron respecto al mismo mes del año pasado, de 91 millones de US\$ a 105 millones de US\$, obteniendo una variación porcentual del 15%. Por otro lado, el total acumulado del mes de enero a noviembre del 2016 y 2017 acrecentó en un 18%, de 979 millones de US\$ a 1 152 millones de US\$.

Figura 2. Exportaciones por sectores económicos(Valor FOB en millones de US\$)

Descripción	Noviembre			Enero-Noviembre			
	2016	2017	Var. %	2016	2017	Var.%	Part.%
I. Productos tradicionales	2,376	3,059	29%	23,270	29,962	29%	74.0%
a) Minero metálicos	1,991	2,596	30%	19,463	24,523	26%	60.6%
Cobre	924	1,415	53%	8,951	12,385	38%	30.6%
Estaño	25	26	3%	303	342	13%	0.8%
Hierro	44	42	-5%	316	440	39%	1.1%
Oro	596	671	13%	6,734	7,281	8%	18.0%
Plata refinada	11	11	-3%	111	107	-3%	0.3%
Plomo	196	159	-19%	1,495	1,545	3%	3.8%
Zinc	169	237	40%	1,292	2,070	60%	5.1%
Molibdeno	26	36	40%	250	320	28%	0.8%
Otros	1	0	-90%	12	32	155%	0.1%
b) Petróleo y gas natural	246	316	29%	1,873	2,935	57%	7.2%
c) Pesqueros	18	23	31%	1,163	1,779	53%	4.4%
d) Agrícolas	121	122	2%	771	726	-6%	1.8%
II. Productos no tradicionales	999	1,041	4%	9,561	10,420	9%	25.7%
a) Agropecuarios	505	503	0%	4,066	4,465	10%	11.0%
b) Pesqueros	77	65	-15%	800	958	20%	2.4%
c) Textiles	94	103	10%	1,091	1,153	6%	2.8%
d) Maderas y papeles	30	27	-10%	291	311	7%	0.8%
e) Químicos	105	121	15%	1,218	1,254	3%	3.1%
f) Minerales no metálicos	53	52	-2%	577	531	-8%	1.3%
g) Sidero - metalúrgicos y joyería	91	105	15%	979	1,152	18%	2.8%
h) Metal - mecánicos	33	51	56%	408	461	13%	1.1%
i) Resto	12	15	18%	129	136	5%	0.3%
III. Otros	12	11	-1%	91	117	29%	0.3%
TOTAL	3,386	4,111	21%	32,921	40,500	23%	100.0%

Así mismo, según el SIICEX, la SUNAT (2017) informó acerca de las exportaciones en joyería y artesanías que se dieron en Enero, en los años 2016 y 2017, al igual que los primordiales mercados a los cuales Perú abastece de sus productos (p.10), los que se mostrarán en la Tabla 1.

Tabla 1. Varios (Incl. Joyería y Artesanías): Principales Mercados

Mercado	Ene. 2016	Ene. 2017	Var.% Ene. 17/16	Part.% Ene. 17
EE.UU.	6	8	25,1	48
Bolivia	2	1	-25,3	9
Colombia	1	1	95,4	7
Chile	1	1	10,6	7
Ecuador	2	1	-37,0	6
Resto	2	4	33,1	23
Total	14	16	14,5	100

Al observar el cuadro, se aprecia que las exportaciones en la que se recauda mayor cantidad de millones de US\$ es en EE.UU. con un incremento del 25.1% en el mes de enero del 2017 respecto al mismo mes del año anterior, pasando de 6 millones de US\$ a 8 millones de US\$. Por otro lado, se encuentra Ecuador como país al cual no sería recomendable seguir exportando porque tuvo una caída de -37%, pasando de 2 millones de US\$ a 1 millón de US\$ para el año 2017.

Agregando a lo dicho por el SIICEX, la SUNAT (2017) también indicó cuales eran los productos que más se exportaban y tenían mayor aumento de ventas al exterior. (p.11). Tal y como se aprecia en la Tabla 2.

Tabla 2. Varios (Incl. Joyería y Artesanías): Principales Productos Millones de US\$

Fuente. SUNAT	Producto	Ene. 2016	Ene. 2017	Var.% Ene. 17/16	Part.% Ene. 17
		Artículos de joyería de oro	4	6	36,3
	Las demás bisuterías de metales comunes	1	1	14,2	8
	Rotuladores y marcadores con punta fina	1	1	-27,6	5
	Artículos de joyería de plata	0	1	94,8	4
	Los demás asientos	1	0	-9,8	4
	Resto	7	7	6,2	44
	Total	14	16	14,5	100

En la Tabla 2, los “artículos de joyería de oro” son los bienes que se exportan más obteniendo un incremento en el mes de Enero del año 2017 con un 36.3 % respecto al mismo mes del 2016; a comparación de los “rotuladores y marcadores con punta fina” los cuales tuvieron una disminución considerable del -27.6% para Enero del 2017 respecto al año anterior.

Por otro lado, según el diario “Crónica Viva”, ADEX (2018) informó que a finales del 2017, las empresas peruanas exportadoras de joyas han logrado tener una buena imagen para este sector, pues han estado enfocadas por asegurar un buen servicio, una excelente calidad y un pulido pulcro en sus todos sus productos; sumando un total de 121 millones 380 mil de US\$, el cual representa un aumento de 30.8 % respecto al 2016. Así mismo, las compañías joyeras quieren ganar “mercado asiático”, pues desean aumentar sus ventas al continente más poblado del mundo al asistir a la “Feria de Hong Kong” que se realizará próximamente. De igual forma, nos indicó cuales eran las principales empresas exportadoras de joyería en el año 2017, las cuales se aprecian en la Tabla 3.

Tabla 3. Principales empresas exportadoras de joyas en el 2017

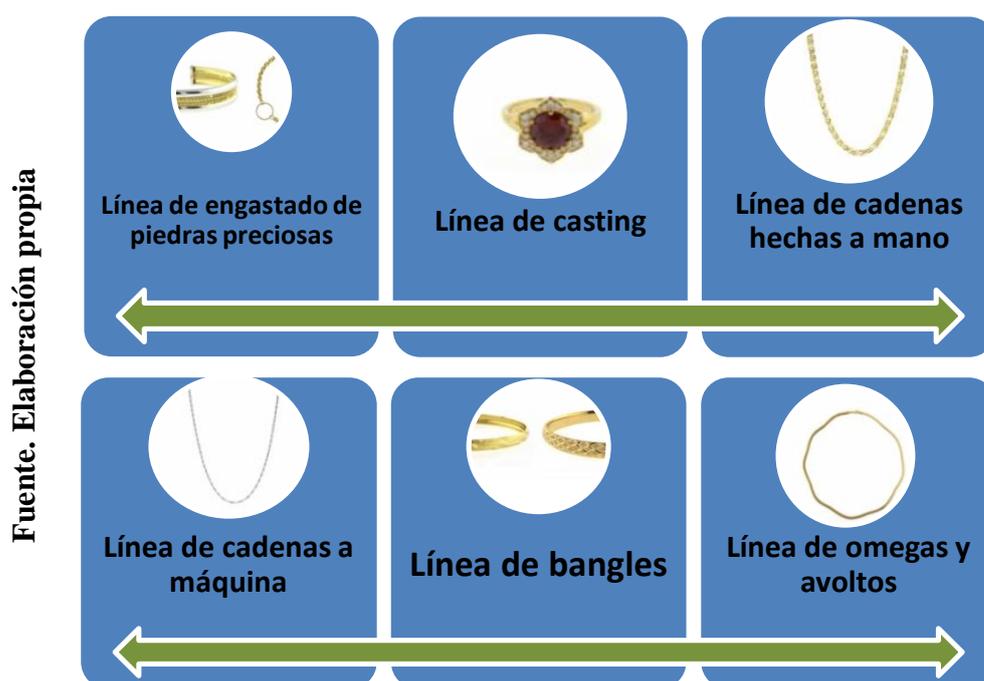
ARIN S.A.
UNIQUE S.A.
DEORO S.A.C.
NEW FASHION PERÚ S.A.

FIDENZA DISEGNO S.A.
DESIGNS QUALITY EXPORTS S.A.C.
LÍNEA NUOVA S.A.

Fuente. ADEX

En el ámbito local, ARIN S.A. es una compañía, que se dedica a la elaboración y exportación de delicadas joyas de oro y plata; esta empresa cuenta con más de 26 años de carrera permanente en el mercado tanto nacional, como internacional conquistando, desde hace más de 20 años, el primer lugar en el ranking de empresas exportadoras de nuestro país, ubicada en Chorrillos - Lima, Perú donde laboran con más de 350 trabajadores. Sus líneas de producción son 6, las cuales se aprecian en la Figura 3:

Figura 3. Líneas de Producción



Además, esta empresa cuenta con 3 servicios, como se aprecia en la Figura 4:

Figura 4. Servicios



En la compañía, se han mostrado diferentes inconvenientes en la producción, como el desabastecimiento de materia prima, material en malas condiciones, productos terminados no conformes; sumándole a eso, los operarios no tienen una buena capacitación de cómo realizar el trabajo. En consecuencia, la productividad no logra los resultados esperados. Por ello, se observa la situación actual en los meses de Enero a Mayo, en la Tabla 4:

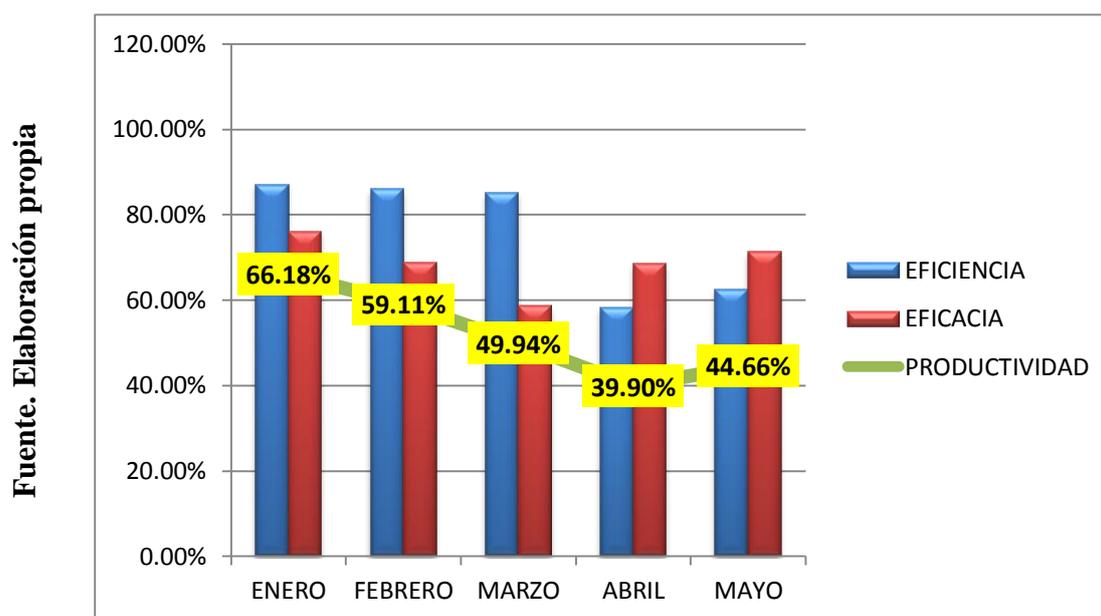
Tabla 4. Contexto real de la compañía

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
EFICIENCIA	87.08%	85.98%	85.18%	58.25%	62.60%
EFICACIA	76.00%	68.75%	58.62%	68.49%	71.33%
PRODUCTIVIDAD	66.18%	59.11%	49.94%	39.90%	44.66%

Fuente. Elaboración propia

Por ende, los resultados que se obtienen es un 62.60% de eficiencia, un 71.33% de eficacia y un 44.66% de productividad para el mes de Mayo. De igual forma, para tener un mejor panorama de la situación se observa en la Figura 5, a continuación:

Figura 5. Situación actual de la empresa



Seguido de ello, se ejecutó un mayor seguimiento sobre las causas que intervienen en la baja productividad de la empresa. Por consiguiente, se puso en marcha la realización del Diagrama de Ishikawa, la cual está denominada como una herramienta importante de la calidad, la cual está conformada por 6 M, entre ellas están: materia prima, método, mano de obra, maquinaria, medio ambiente, medición y seguimiento.

Con respecto a la materia prima, unos de los problemas que se aprecia es el desabastecimiento de los materiales para la fabricación de producto, esto se refiere, a la falta de insumos, debido a la desorganización de los proveedores, pues en ocasiones estos no entregan el material a la fecha y hora establecida por la empresa. Agregándole a ello, el material varias veces cuenta con defectos y en mala calidad; esto debido a que los proveedores no cumplen con las especificaciones dadas por la compañía, por ejemplo: el metal precioso cuenta con un peso que no es el solicitado o están con poros y bastante ásperos; lo cual dificulta y alarga más las labores de los trabajadores.

En relación a la forma o método de trabajo, los trabajadores no cuentan con una forma estandarizada y correcta de como desempeñarse, ya que ellos lo realizan en base a la experiencia, y menos cuentan con un manual de instrucciones para guiarse de este; ya que se han presentado varias veces productos terminados no conformes, los cuales no generan productividad a la empresa, por ejemplo: al pulir la joya varias veces, este queda con un peso liviano, el cual no es solicitado por el cliente; en otras ocasiones el bien termina con

poros, burbujas de aire o con rugosidad; generándose así, un producto terminado no conforme.

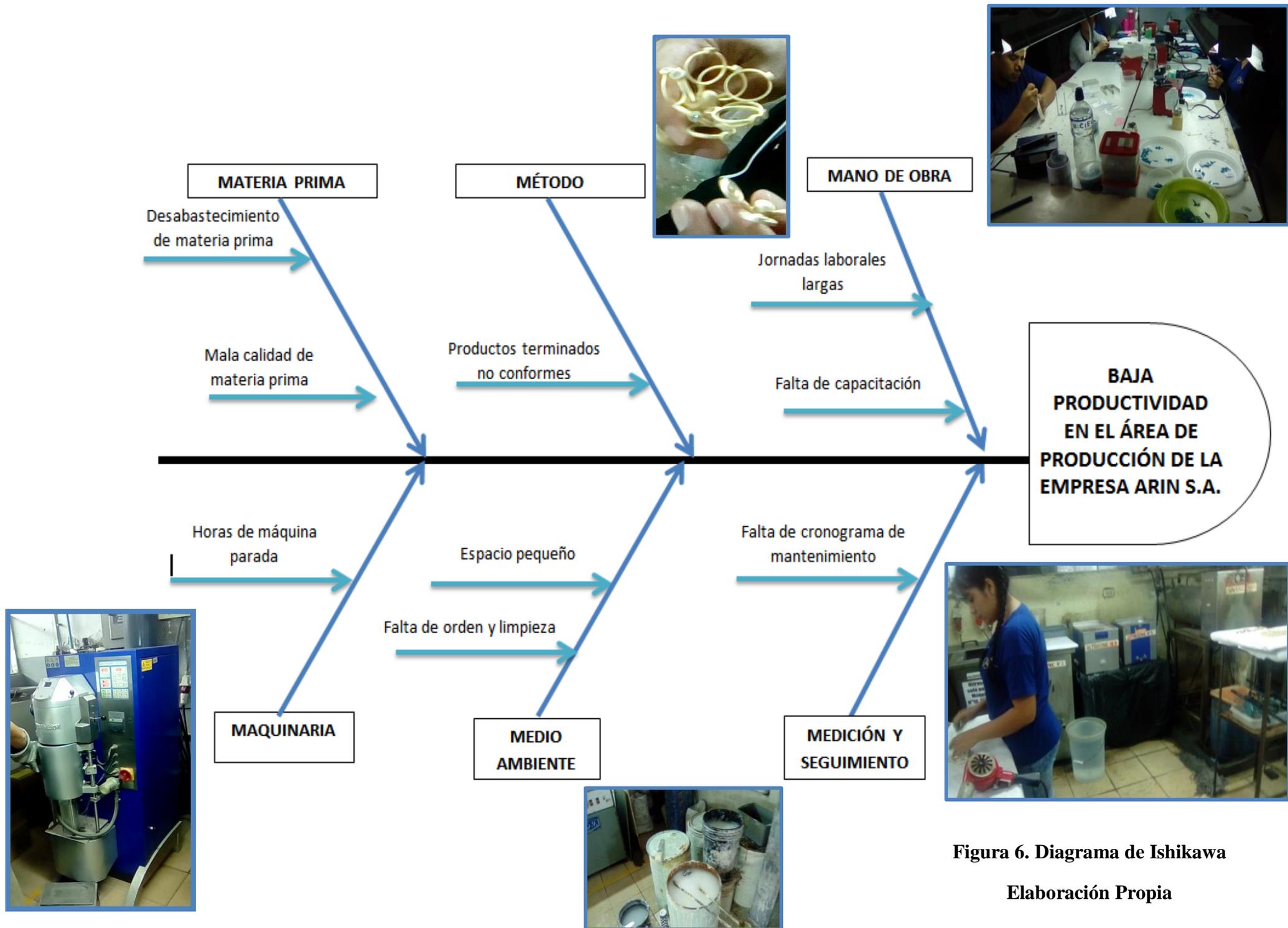
Por otro lado, la mano de obra, es un problema fundamental en la empresa, ya que de los trabajadores depende la buena realización del producto final; en esta parte la falta de capacitación, es decir, los trabajadores no siguen con los procedimientos que se les ha establecido y realizar sus labores de forma inadecuada. Otro de los problemas, son las jornadas labores largas, que muchas veces son dadas por el encargado de producción para culminar con los pedidos que se tienen, pues como se mencionó al inicio al no contar con una forma estandarizada de realizar el trabajo , los operarios no son productivos en su totalidad y con ello, se alarga el trabajo.

En relación a las maquinarias, un problema que se da, es que tienen bastantes horas de maquinaria parada, esto porque algunos de los equipos están defectuosos, por la falta también de un plan de mantenimiento preventivo, en el cual se realizarán las paradas programadas en las máquinas para evitar interrumpir las acciones de los equipos cuando están en pleno funcionamiento de forma continua, originando que estos no cumplan con la meta de manufactura del área de producción.

Por otro lado, en el aspecto de medio ambiente, una causa de la baja productividad depende de la falta de orden y limpieza en las áreas donde se localiza el foco de suciedad, las herramientas de trabajo en el área de casting está desordenadas, los baldes para realizar el proceso de limpieza de los cilindros de yeso está completamente sucios; debido a que los operarios no tienen una relación con su puesto de trabajo y no saben en qué parte se origina la mayor suciedad. De igual forma, el espacio pequeño para los procesos que forma la línea de casting, son reducidos y no son apropiados para la cantidad de trabajadores que existe.

Por último, la medición y seguimiento, cuenta con problemas como la falta de cronograma de mantenimiento preventivo, esto debido a que no se da un seguimiento a las máquinas que están algo deterioradas y no realizan sus funciones como deberían de serlo.

Para ello, se pasa a mostrar gráficamente el conjunto de factores causales que intervienen en la disminución de la productividad de la empresa, siendo esta la “Espina de pescado” o “Diagrama de Ishikawa” la cual se muestra en la Figura 6.



En la Figura 6, se aprecia gráficamente el conjunto de elementos causales que intervienen en la baja productividad del área de producción; de los cuales se presentan solo 2 causas en materia prima, mano de obra, medio ambiente y medición y seguimiento; y en método y maquinaria se presentan 1 causa en cada uno. Seguido de ello, se pone en orden los problemas en mención, de acuerdo al Diagrama de Ishikawa en la Tabla 5:

Tabla 5. Causas de los problemas

	CAUSAS
P1	Desabastecimiento de materia prima
P2	Mala calidad de la materia prima
P3	Productos terminados no conformes
P4	Jornadas laborales largas
P5	Falta de capacitación
P6	Horas de máquina paradas
P7	Espacio pequeño
P8	Falta de orden y limpieza
P9	Inexistencia de cronograma de mantenimiento

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 5, P1 y P2, pertenecen a la 1° “M”: materia prima; P3, pertenece a la 2° “M”: método; P4 y P5, pertenece a la 3° “M”: mano de obra; P6, pertenece a la 4° “M”: maquinaria; P7 y P8, pertenece a la 5° “M”: medio ambiente; P9, pertenece a la 6° “M”: medición y seguimiento. Seguido de ello, está la Matriz de correlación en la Tabla 6:

Tabla 6. Matriz de correlación

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	TOTAL
P1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
P2	1	0	1	1	0	1	0	0	0	4
P3	1	1	0	1	2	1	1	1	1	9
P4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P5	1	0	1	1	0	1	0	1	1	6
P6	1	1	1	1	1	0	0	1	1	7
P7	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
P8	1	1	1	1	2	1	1	0	0	8
P9	0	0	1	1	1	1	0	1	0	5

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 6, se muestra la asociación existente entre las causas ya mencionadas; arrojando como prioridad a: P3(productos terminados no conformes) con un puntaje de 9, seguido del P8(falta de orden y limpieza) con un puntaje de 8, P6(horas de máquina parada) con un

puntaje de 7, P5(falta de capacitación) con un puntaje de 6 y P9(falta de cronograma de mantenimiento) con un puntaje de 5. A continuación, el número de ocurrencias en la Tabla 7:

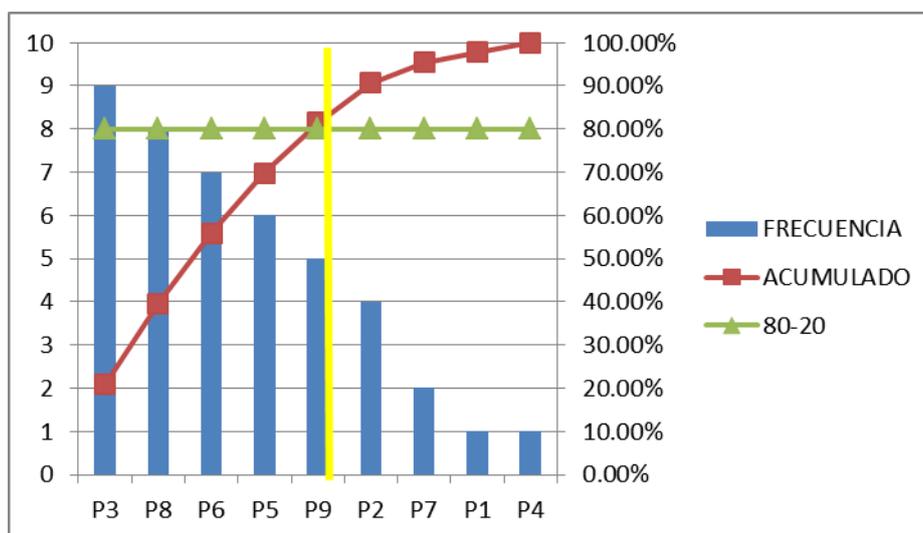
Tabla 7. Número de ocurrencias encontradas

	CAUSAS DE LOS PROBLEMAS	FRECUENCIA	F.A.	% TOTAL	% TOTAL ACUMULADO
P3	Productos terminados no conformes	9	9	20.93%	20.93%
P8	Falta de orden y limpieza	8	17	18.60%	39.53%
P6	Horas de máquina paradas	7	24	16.28%	55.81%
P5	Falta de capacitación	6	30	13.95%	69.77%
P9	Falta de cronograma de mantenimiento	5	35	11.63%	81.40%
P2	Mala calidad de la materia prima	4	39	9.30%	90.70%
P7	Espacio pequeño	2	41	4.65%	95.35%
P1	Desabastecimiento de materia prima	1	42	2.33%	97.67%
P4	Jornadas laborales largas	1	43	2.33%	100.00%
	TOTAL	43		100.00%	

Fuente. Elaboración propia

Por medio de la Tabla 7, se observa que son 5 puntos principales, entre los cuales están: productos terminados no conformes con un 20.93%, falta de orden y limpieza con un 18.60%, horas de máquina paradas con un 16.28%, falta de capacitación con un 13.95% y falta de cronograma de mantenimiento con un 11.63%; en donde se deberá enfocar, los cuales representan el 81.40% de los inconvenientes que se deberá solucionar. Seguido de ello, en el Gráfico 1 se mostrará el Diagrama de Pareto.

Gráfico 1. Diagrama de Pareto



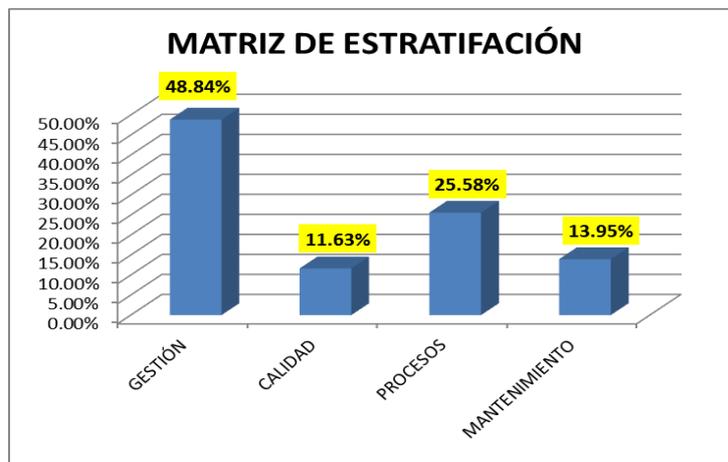
Fuente. Elaboración propia

Gracias al Diagrama de Pareto, se pudo conocer cuáles de los problemas, son los que se presentan con mayor frecuencia y por lo tanto, deben corregirse con prioridad. En resumen, se identificó que 5 de los 8 puntos contienen 81.40% de los problemas, representando un

índice de causas mayor que 18.60% restante, de los cuales se encuentran en este último porcentaje a: mala calidad de la materia prima, espacio pequeño, desabastecimiento de materia prima y jornadas laborales largas.

Seguido de ello, se realizó el Diagrama de Estratificación, el cual se muestra en el Gráfico 2; donde se dividió en 4 áreas: gestión, procesos, mantenimiento, calidad. De tal forma, cuando se presente en una situación dada se facilite la identificación de las fuentes donde se origina el problema.

Gráfico 2. Diagrama de estratificación



Fuente. Elaboración propia

Aquí se aprecia que el mayor inconveniente se encuentra el área de gestión, seguido está procesos, calidad y mantenimiento. Por último, se mostrará la matriz de priorización en la Tabla 8, en donde se darán puntajes en base a la ponderación de opciones y aplicación de criterios; con ello, obtener el área con mayores problemas.

Tabla 8. Matriz de priorización

	Consolidado de problemas por área							NIVEL DE CRITICIDAD				
	Maquinaria	Método	Medición	Materia prima	Mano de obra	Medio ambiente		Total de problemas	Tasa porcentual de problemas	Impacto	Calificación	Prioridad
Gestión			1	1	1	ALTO	3	33.33%	10	30	1	
Proceso		1		1		MEDIO	2	22.22%	8	15	2	
Calidad			1		1	BAJO	2	22.22%	7	14	3	
Mantenimiento	1		1			MEDIO	2	22.22%	4	8	4	
Total de problemas	1	0	2	2	2		9	100.00%				

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 8, se muestra el análisis de la matriz, que arroja con un 33.33% al área de gestión.

1.2. Trabajos Previos

ALARCON Falconí, Andrés. Implementación de OEE Y SMED como Herramientas de Lean Manufacturing en una empresa del sector plástico. Tesis (Magister en Sistemas de Producción y Productividad). Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, 2014. 134 pp. Esta investigación tuvo como objetivo acrecentar la productividad y la competitividad por medio de la metodología del Lean Manufacturing (SMED) y la OEE, los indicadores que se usaron fueron: disponibilidad de las maquinarias en relación al tiempo potencial y real de producción; el beneficio de los equipos, en base a las pérdidas de rendimiento y reducciones de las velocidades y por último, la calidad, basada en el n° de reprocesos; todo estos 3 indicadores implican al OEE. Por otro lado, para la productividad los indicadores fueron los siguientes: unidades fabricadas/horas hombres usadas, kg fabricados/horas hombres usadas, unidades fabricadas/horas máq. usadas, kg fabricadas fabricadas/horas máq. usadas, etc. Para el proceso de implementación del Lean Manufacturing inició con un análisis de cada indicador del OEE y la productividad, se tomó en cuenta los desperdicios de las maquinarias para aplicar la técnica del SMED y seguido de ello, aplicar la técnica del OEE. Los resultados obtenidos fueron: en relación a la productividad total esta se incrementó en un 33.08%, pasando de un 28% a un 61.08%. Se concluyó que con la implementación de las herramientas del Lean Manufacturing y la OEE, la empresa logró combatir con compañías de mayor capacidad productiva atendiendo la demanda mayor, incrementando a su vez su productividad.

BALUIS Flores, Carlos. Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de Lean Manufacturing. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2013. 103 pp. En esta investigación la meta fue mejorar las actividades de fabricación que generen la mayor rentabilidad para la compañía. Los indicadores que se tuvieron en consideración fueron los tiempos de ciclos y la fiabilidad de los equipos, también los días de inventario entre actividades de producción. La metodología implementado fue el Lean Manufacturing, el cual inició con un diagnóstico VSM, el cual detalla todo el flujo de información de los materiales esenciales para la fabricación de las termas eléctricas, se identificaron los problemas, se propuso un balance en línea para con ello por mantener los niveles de carga laboral, seguido

de ello implementación del sistema Kanban y por último el SMED. Al finalizar la implementación de esta herramienta Lean, se obtuvo un VAN positivo de S/. 9,496.90 y un TIR del 28%. Se concluyó que con la implementación de las herramientas como el Kanban y el SMED, la empresa logró obtener un valor actual neto rentable para su empresa, demostrando a su vez, que el SMED es una herramienta eficiente para mejorar la disponibilidad de los equipos en estado crítico.

BELTRAN Rodríguez, Carlos y SOTO Bernal, Anderson. Aplicación de herramientas Lean Manufacturing en los procesos de recepción y despacho de la empresa HLF ROMERO S.A.S. Tesis (Magíster en Ingeniería Industrial y Productividad). Colombia: Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería Programa de Ingeniería Industrial, 2017. 81 pp. Esta investigación tuvo como objetivo optimizar y solucionar los inconvenientes en la zona de despacho/recepción y otras áreas de productivas. La metodología implementada fueron las herramientas de Lean Manufacturing, como: Kaizen, SMED, VSM y 5'S, los indicadores tomados en cuenta fueron el tiempo de ciclo, porcentajes de orden y limpieza, el n° de productos en mal estado, días de inventario y n° de paradas de máquina. La aplicación de esta herramienta inició con la realización de flujo gramas, diagramas de recorrido, hombre-máquina, una prueba piloto de los tiempos empleados, seguido de un VSM para poder definir las estrategias usadas para mejorar las áreas de recepción y despacho, por ende se realizar las siguientes: 5'S (orden y seguimiento), SMED(para la reducción de los tiempos de espera), KAIZEN(mejora continua), VSM(identificación de procesos que no agregan valor), y KANBAN. Los resultados obtenidos fueron: disminución de los movimientos y los períodos de espera en el área de recepción en un 7.2% y 20 % respectivamente; respecto al área de despacho se redujeron en un 37.2% y 23%. De igual forma, se concluye que estas herramientas son eficientes y de gran ayuda para mejorar el tiempo de ciclo, el cual se minimizó en un 52.8 min.

CASTAÑEDA Huamán, D'Jaida y JUAREZ Suyón, José. Propuesta de Mejora de la productividad en el proceso de elaboración de mango congelado de la empresa procesadora PERÚ SAC, basado en Lean Manufacturing. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Señor de Sipán, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, 2016. 180 pp. Esta investigación tuvo como meta mejorar las líneas de producción a través de la supresión de los desperdicios por medio de la implementación de herramientas del Lean Manufacturing, es decir, todo trabajo o actividad que no agrega valor al bien, por ende, el

consumidor no pagaría por ello. La metodología usada fueron las siguientes: la OEE y el VSM, el indicador que se tomó en cuenta fue el tiempo de producción al mes y también las unidades/hr. que elaboraban cada trabajador del área a mejorar. Para el proceso de implementación del Lean Manufacturing, se inició con un análisis del estado del área de producción, dándose una serie de capacitaciones y entrenamiento a los trabajadores, seguido de ello se puso en marcha la propuesta las 5's. Los resultados fueron favorables, ya que al utilizar el Lean Manufacturing, la producción de mangos congelados ascendió en un 5%. Por otro lado, el costo/beneficio fue de S/.10.82, es decir que por cada S/.1.00 invertido se obtiene una ganancia de S/.9.82. Se determinó que con la implementación de la OEE y el VSM, la empresa pudo aumentar la producción de mangos atendiendo las demandas, incrementando a su vez sus ganancias.

CASTRO Vásquez, Iván. Propuesta de implementación de la metodología Lean Manufacturing para la mejora del proceso productivo en la línea de envasado pet de la empresa Ajeper S.A. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Nacional de Trujillo, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, 2016. 196 pp. Esta investigación se planteó mejorar la calidad de sus bienes, minimizar el tiempo improductivo y atender de forma inmediata a las necesidades del usuario que en todo momento está en constante cambio mejorando su competitividad mediante la implementación del Lean Manufacturing. Los indicadores que se tuvieron en cuenta fue la productividad, la OEE y el VSM. La metodología empezó con la revisión del historial de los indicadores con los que la empresa trabajaba, seguido de la identificación de desperdicios en cada estación de trabajo y con las auditorias para con ello poner en marcha la propuesta del SMED, seguido del mantenimiento autónomo a cada maquinaria y por último con el uso del OEE por cada estación de trabajo en la empresa. El beneficio que se obtuvo al emplear el Lean Manufacturing fue que el indicador del OEE aumentó de un 63.1% a un 70.09% y en la parte económica generó un ahorro total de S/. 224 680,0 anuales. En resumen, la empresa logró optimizar el manejo de sus maquinarias y sus actividades productivas mediante la eliminación de los desperdicios que no conllevaban al aumento de la productividad de la empresa.

CONTRERAS Martínez, Gonzalo y MEJIA Zamalloa, Steiner. Implementación del Lean Manufacturing para incrementar la competitividad de la línea de poliéster en la empresa Textil "El Amazonas". Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Perú: Pontificia Universidad

Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Industrial y Sistemas, 2013. 145 pp. La meta de esta investigación fue acrecentar la competitividad de la fabricación de hilados de poliéster eliminando los cuellos de botella y los desperdicios en el área. Los indicadores que se tuvieron en cuenta para la productividad fueron el Lead Time, los tiempos de ciclo y de operación; por otro lado, para la rentabilidad se tomaron los costos unitarios de producción; para la competitividad, se tuvo en consideración al margen bruto y la capacidad de atención. Se empieza la aplicación de Lean Manufacturing con métodos de rediseño para minimizar los desperdicios, seguido de la herramienta VSMM, diagramándose cada actividad e implantando indicadores del Lean. Al finalizar la implementación de estas herramientas, los resultados fueron los siguientes: reducción del -1.5% en costos unitarios de proceso, el tiempo de ciclo y de operación se redujeron en un -20.8% y -23.2% respectivamente y el margen bruto (beneficio directo obtenido por el bien y/o servicio) aumentó en un 6.7%. Se determinó que mediante la metodología del Lean Time, los cuellos de botellas fueron minimizados al igual que los tiempos de ciclos fueron reducidos considerablemente al encontrar los desperdicios que retrasaba el proceso.

CUEVA Alvarado, Javier. Propuesta de estrategia para aplicar el Lean Manufacturing en el área de metalmecánica de la empresa INDUGLOB S.A. Tesis (Ingeniero de Producción y Operaciones). Ecuador: Universidad de Azuay, Escuela de Ingeniería de Producción y Operaciones, 2015. 153 pp. La meta de esta investigación fue acrecentar la productividad del área de metalmecánica y minimizar, a su vez, las partes en mal estado de las maquinarias y desperdicios. Los indicadores tomados en cuenta fueron: los daños en los equipos, las horas de mantenimiento al mes, las paradas en la línea de producción, el OEE basado en el rendimiento, la calidad y la disponibilidad de las máquinas y la productividad mensual basada en: horas de fabricación y el n° de desperdicios. La metodología de esta herramienta consistió en plantear un plan de acción, seguido de ello se realizó una capacitación a todos los operarios del área de producción, desarrollo de las 5'S para optimizar la capacidad empleada de la planta, luego de ello la aplicación del TPM para que las maquinarias funcionen eficientemente y por último el SMED. En resumen, la metodología Lean logró mejoras del 90% al reducir el tiempo de ciclo y se acrecentó hasta el 80% en la calidad de los bienes finales; además, el TPM por su parte pudo disminuir el 70% de daños en las máquinas y por último, la herramienta de producción sin desperdicios pudo aumentar la productividad del área de metalmecánica en un 30%. Por ende, se determinó que por medio

de la implementación de las herramientas del Lean Manufacturing, se pudo reducir los daños presentes en los equipos, lo cual es favorable y factible para la empresa, pues con ello se aumenta la disponibilidad de las máquinas aumentando el rendimiento de estas.

DEL BOSQUE Treviño, César. Implementación de Lean Manufacturing y su Impacto en los equipos operativos de una mediana empresa de manufactura. Tesis (Maestría en Dirección para la Manufactura). México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores De Monterrey, 2014. 106 pp. La presente investigación tuvo como objetivo reducir los costos, los defectos, los desperdicios, y mejorar el estado de las maquinarias en la línea de producción, así como optimizar los indicadores de producción por medio del Lean Manufacturing. Los indicadores que se tomaron en cuenta fue la rentabilidad (en relación a los costos), la calidad (en base al n° de defectos), el tiempo de respuesta de las maquinarias y entrenamiento a los operarios tomando en cuenta las horas-hombre, horas-máquinas. Para la metodología del Lean Manufacturing empezó con el proceso de compromiso de la junta directiva mostrando los problemas que están afectando a la línea de producción, seguido de ellos se hizo un análisis de los RR.HH. en base a las horas/hombre, el entrenamiento y las horas/máquina durante 30 semanas, con ellos se deseaba mejorar las habilidades de los operarios y aumentar el conocimiento y métodos de resolución de los problemas; por último, implementar el Lean Manufacturing para reducir los niveles de reprocesos. Los resultados fueron favorables, ya que se logró eliminar un total de 101 508 movimientos innecesarios por parte de los operarios de planta. De igual forma, se logró reducir en un 62% la cantidad de tiempo en buscar las herramientas para el proceso de producción lo cual equivale a 400 horas anuales, gracias a las 5's. En resumen, el Lean Manufacturing cumplió con su objetivo de eliminar aquellas actividades que no agregan al valor al proceso, es decir de los desperdicios, los cuales fueron descartados por parte de los operarios de la planta.

GUZMAN Montalvo, Oswaldo. Diseño e implementación de un sistema de producción esbelta "Lean Manufacturing" en el área de texturizado de la empresa textil ENKADOR. Tesis (Magíster en Ingeniería Industrial y Productividad). Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, 2015, 160 pp. Esta tesis se planteó minimizar los desperdicios presentes en el área de texturizado, con ello el ambiente laborar optimizando el desempeño y el tiempo de ciclo con el Lean Manufacturing. Los indicadores tomados en cuenta fueron el tiempo de ciclo, porcentajes de orden y limpieza, el n° de productos en mal estado, días de inventario y n° de paradas de máquina. La

metodología de esta herramienta consistió en implantar capacitaciones de los operarios de producción sobre las 5's, seguido de ello un Check List con los puntos de control; también se encontraron los 7 desperdicios, definiéndose para cada uno de ellos un esquema de trabajo. En resumen, se logró minimizar la sobreproducción del área de texturizado de 100.2 TN a 76.6 TN mensuales; por otro lado, el acaparamiento de unidades de transporte se optimizó en un 50%; la productividad del área en mención acrecentó en un 15% y en relación al personal creció en 28.5%. En resumen los bienes defectuosos se redujeron en un 14.4%, gracias a la reducción de los sobre procesos dados en la zona de texturizado de la empresa, pues esto no generaba valor alguno en el producto final.

MEJIA Carrera, Samir. Análisis y Propuesta de Mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de Manufactura Esbelta. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2013. 119 pp. Esta investigación se planteó optimizar la eficiencia de las líneas de fabricación de prendas interiores de una compañía textil a través de la implementación del Lean Manufacturing. El indicador que se tuvo en cuenta fue la disponibilidad de las maquinarias, el rendimiento que tiene cada uno de las líneas de confección y el índice de calidad; todos estos 3 indicadores implican al OEE. El uso de esta herramienta empezó con la elección de la unidad de negocio y la familia de productos, identificándose los desperdicios habidos en cada uno de ellos, se revisaron los resultados esperados y seguido de ello se usó las 5'S junto con el mantenimiento autónomo, para finalizar se dio la implementación del SMED. Los resultados que se obtuvieron en base de lo planificado, fue que se incrementó la disponibilidad de los equipos en un 25%, el rendimiento de cada línea de producción aumentó en un 2% y el índice de calidad de cada producto acrecentó en un 4.3%; en total los 3 indicadores lograron un aumento del OEE en un 39.42 %. Por ende, se pudieron minimizar el tiempo de reparación de cada equipo y la reducción de los bienes en mal estado.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Variable Independiente: Lean Manufacturing

1.3.1.1. Definición

Según Rajadell y Sánchez, es principalmente la eliminación de los desperdicios o despilfarros (acción que no da valor al producto) con el fin de minimizar los tiempos mediante el uso de herramientas, a través de filosofías como mejora continua, aprovechamiento de potencial en la producción y participación de los operarios (2010, pp.1-2).

Para Fernández (2014, p.5), el Lean Manufacturing es principalmente lo que su nombre nos menciona, eliminar aquellos procesos que no son productivos simplificando las operaciones.

De igual forma, para Hernández y Vizán ,el Lean Manufacturing, es aquella herramienta que define la optimización de las actividades, centrándose principalmente en la expulsión de las actividades que no agregan valor, por la cual se aplica un conjunto extenso de técnicas y habilidades (2013, p.10).

1.3.1.2. Tipos de “desperdicios”

Según 50 MINUTES, nos indica que los desperdicios existentes en la producción de una empresa, es todo aquello que no agrega valor al bien o no es importante para la fabricación.

Entre ellas, están:

- La sobreproducción, producción más abundante, más temprana y rápida con respecto a lo solicitado por el cliente.
- El inventario (inventory), incluye el almacenaje de los productos recién producidos o acabados.
- Las esperas (waiting), designación de un tiempo de espera de los operarios o materiales a lo largo de un ciclo de producción.
- Los movimientos innecesarios, son los movimientos inútiles de personas o materias en el seno de un proceso de fabricación.
- Transporte, es los desplazamientos innecesarios de las personas o unidades en plena producción.
- Sobre procesamiento, tratamiento más allá del solicitado por el cliente.
- Utilización de personas, corresponde a las competencias que se emplean mal o no se emplean, sobre todo a causa de formación y flexibilidad del personal (2017, pp.3-4).

A lo dicho por el autor, se podría agregar, que los despilfarros representan un costo significativo para la compañía, por ello, es esencial que cada trabajador debe de transformarse en un experto en supresión de desperdicios.

1.3.1.3. Herramientas del Lean Manufacturing

1.3.1.3.1. Mantenimiento Preventivo

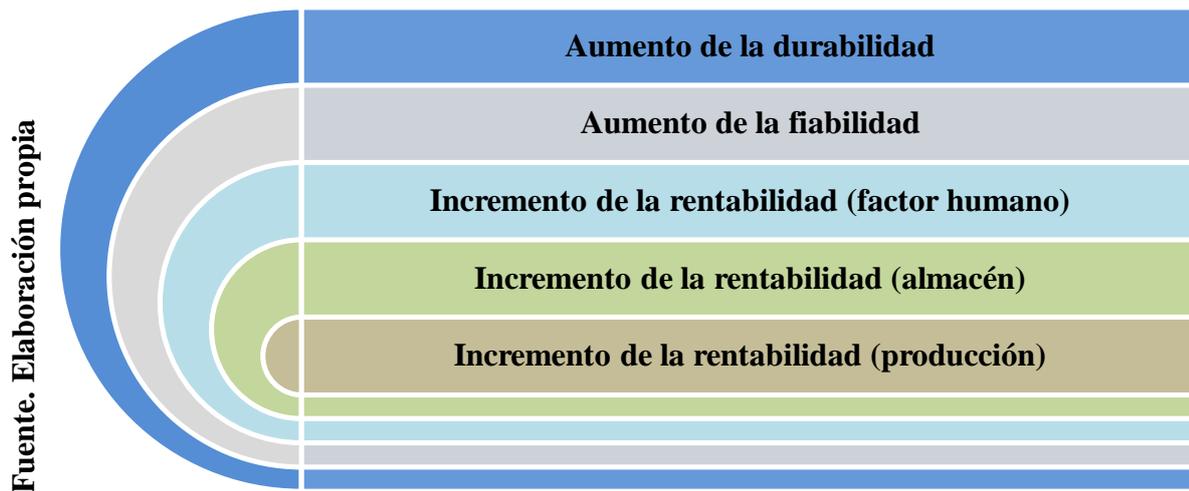
Según Hortiales, M. nos dice que, este tipo de mantenimiento, es el conjunto de procesos ya planificados y proyectados en base a una frecuencia, para advertir y alargar la vida útil de una maquinaria y cada uno de sus partes; anticipando algún tipo de falla. (s.f., p.29). Los procedimientos que contiene el mantenimiento preventivo, se apreciarán en el Gráfico 3:

Gráfico 3. Actividades básicas del mantenimiento preventivo



Por otro lado, el SAES (2012, p.69) nos indica cuales son los beneficios que genera implementar el mantenimiento preventivo a las maquinarias, mostrándose en el Gráfico 4:

Gráfico 4. Ventajas del Mantenimiento Preventivo



Agregando lo dicho por el autor, se ahondará más a fondo en cada punto nombrado en el Gráfico 4:

a) Aumento

- **Durabilidad.** - al no contar la maquinaria con presencia de fallos, la vida útil de este se incrementa notablemente.
- **Fiabilidad.** - va creciendo cuando los fallos van disminuyendo mientras el equipo va funcionando, pues las intervenciones se dan en tiempos de paros o cuando estas generen un menor coste.

b) Incremento

- **Rentabilidad (Factor Humano).**- al tener establecido una política de mantenimiento preventivo, las intervenciones en los equipos ya se encuentran programados, permitiendo la normalización de labores para los encargados del mantenimiento.
- **Rentabilidad (Almacén).** - el trabajo del almacén es más eficiente y efectivo, disminuyéndose el material stock, con ello las herramientas de repuesto son hallados rápidamente y por ende, solo los materiales importantes serán usados para la intervención en la maquinaria.
- **Rentabilidad (Producción).** - en esta área se impedirán los paros por aparición de incidentes.

De igual forma, el SAES (2012, p.74), nos dice que, dentro del mantenimiento preventivo, se toma en cuenta la prevención efectiva, que consta de dos sistemas:

a) **Inspección de la zona.** - esta fase radica en ordenar el equipamiento en grupos que sean examinados por trabajadores capacitados (p.75), para ello se realizará lo siguiente:

- Examinar los equipos con herramientas apropiadas, con el fin de tener un mayor conocimiento de cada una de ellas sobre posibles extrañezas o anomalías presentes.
- Cada anomalía es anotada y clasificada, seguido de ella es comunicada al encargado para implantar su futura ejecución.
- El inspector no realiza reparaciones, durante el momento de examinar cada equipo.

b) **Revisión preventiva.** - es dado con el fin de genere rentabilidad, centrándose en las máquinas con más anomalías y que se puedan mejorar por medio de este sistema. Para ello, contendrá puntos de seguridad que sean indispensables, así como las maquinarias no complicadas, todo ello con el objetivo de impedir la aparición de fallas.

Los pasos para este sistema son los siguientes:

- Identificación de los equipos que serán integrados en el mantenimiento preventivo.
- Cada máquina será examinada, bajo los siguientes puntos:
 - ✓ Tiempo de paro por equipo
 - ✓ Tiempo invertido en cada fallo o avería
 - ✓ Material o componente afecto por el fallo
 - ✓ Grado o nivel de la intervención
 - ✓ N° de intervenciones a operar
 - ✓ Análisis de intervenciones con mayor acontecimiento
 - ✓ Porcentaje de paros eludibles

1.3.1.3.2. KAIZEN

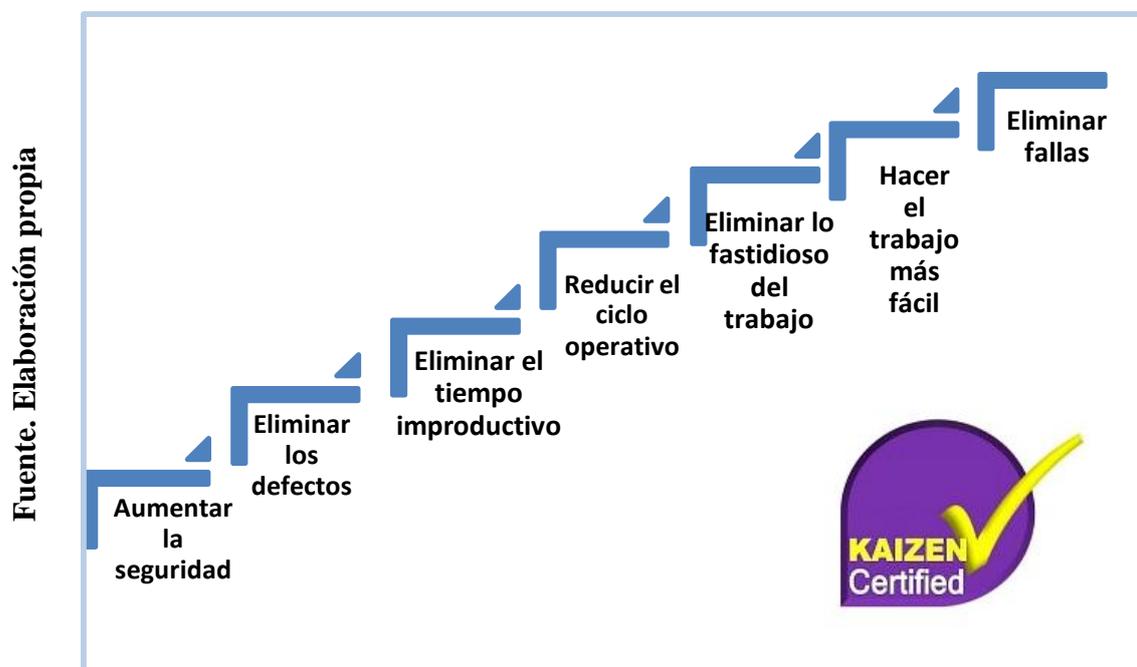
Para Hernández y Vizán (2013, p.27) Kaizen es el cambio de la actitud hacia los operarios, por medio de sus capacidades para lograr la mejora continua con la finalidad de hacer avanzar el sistema y llevarlo al éxito.

De la misma manera para Rajadell y Sánchez (2010, p.12) nos dicen que el Kaizen es una cultura de cambio constante y no solo un sistema de reducción de costes, sino en la acumulación total de pequeñas mejoras por parte de los trabajadores comprendiendo tres componentes: **percepción, desarrollo de ideas y la toma de decisiones.**

Por otro lado, Maurer, R. (2015) nos indica que en lugar de estar gastando tiempo en buscar orientaciones sobre el temor que se genera en tener una buena presencia, imagen, o lograr los objetivos profesionales; es mejor recurrir al Kaizen para erradicar esos miedos. (p.28). De este modo el Kaizen, ayuda a dominar el miedo al cambio de otra manera.

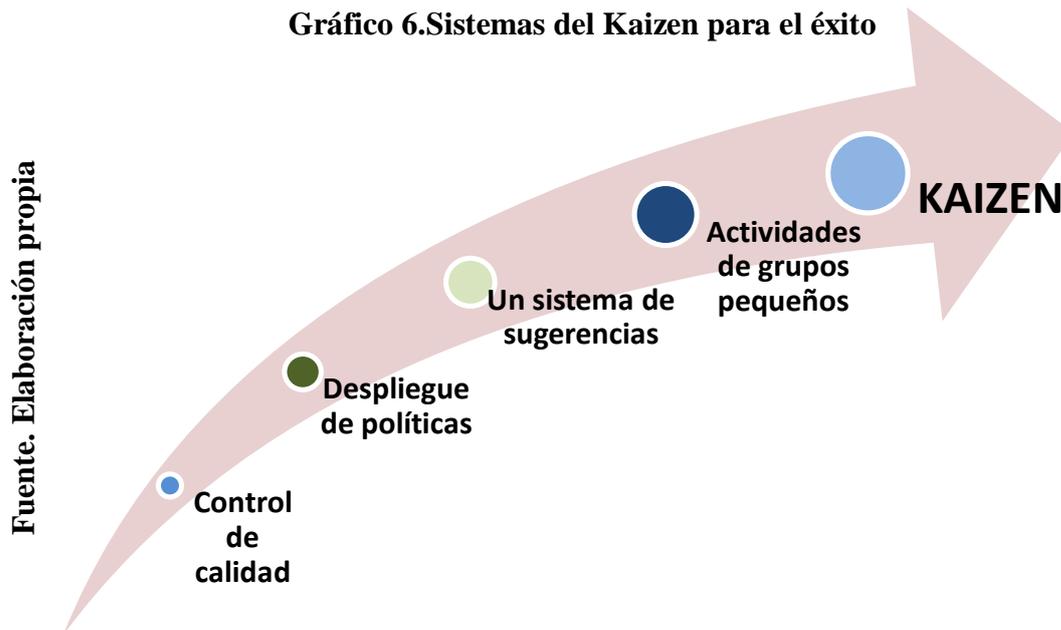
Según Paz, J.; Vela, O. y Nacario, F. (2012, p.4) nos dice que los objetivos básicos del Kaizen se aprecian en el Gráfico 5, a continuación:

Gráfico 5. Objetivos del Kaizen



A lo dicho por el autor, podríamos agregar que esta metodología es dada como una forma de pensar y conjunto de métodos encaminadas hacia actividades para certificar el mejoramiento continuo, implicando a personas de todos los niveles jerárquicos existentes en la compañía. Para ello, se empleará algunos sistemas para lograr el éxito del Kaizen, como se aprecia en el Grafico 6:

Gráfico 6. Sistemas del Kaizen para el éxito



Por otro lado, el Kaizen tiene una estrecha relación con la calidad, pues la implementación de esta metodología se enfoca en mejorar continuamente hasta lograr la calidad total de la empresa. Según COVELLA, J. (2005) nos dice que calidad es el nivel, en el cual un grupo particularidades inherentes al bien cumple con las especificaciones dadas.(p.10). Es decir, que la calidad se base en una serie de propiedades que deben permanecer o estar permanente en el producto y con ello poder satisfacer las necesidades de cliente y poder adecuarse a las especificaciones que este desee. Por ello, para medir la calidad, se toma en cuenta los siguientes indicadores:

a) Rendimiento de la calidad

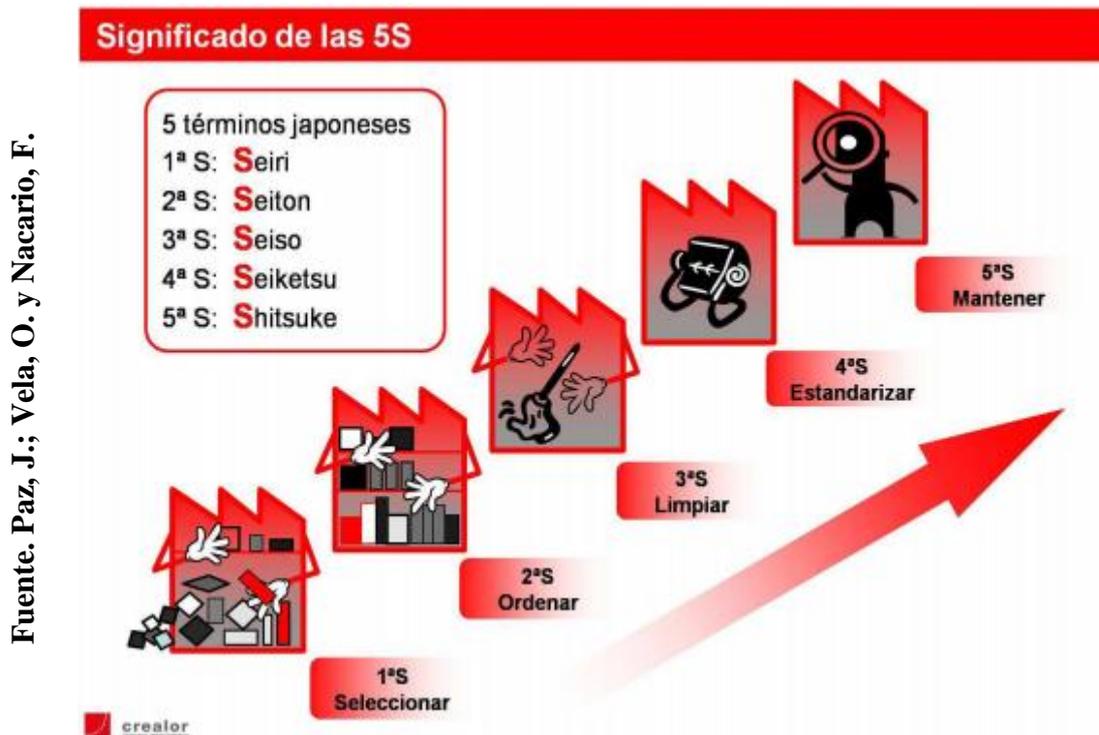
Según Castillo, L. (2005); el rendimiento de la calidad es “el grado de eficacia en la prestación de servicios y eficiencia en la asignación y utilización de recursos para proporcionar esos servicios”. (p.2). Por otro lado, el rendimiento nunca mejora si no hay alguien que realice acciones encaminadas a la consecución de este objetivo, es por eso que debe existir una medición, mejora continua y aumento de la participación de la alta dirección en relación a los procesos para conseguir el rendimiento máximo de la calidad y con ello identificar las deficiencias en etapas próximas al origen del producto.

1.3.1.3.3. 5's

Según Rey, F. (2005, p.17) nos indica que las 5's son un programa de talleres que se encarga de desarrollar de orden y limpieza en puestos de trabajos, lo cual permite la participación a nivel personal y en grupo para dar mayor seguridad en las áreas de labor.

De igual forma, Paz, J.; Vela, O. y Nacario, F. (2012, p.9) nos muestra un panorama acerca del significado de las 5's en la Figura 7:

Figura 7. Significado de las 5's



A lo dicho por el autor, se agrega que esta metodología busca conseguir el funcionamiento eficiente de la gente en los centros de trabajo, obteniendo en cada uno de ellos su desarrollo personal y profesional, favoreciendo en gran parte a la empresa. A continuación, se ahondará más en el significado de cada una de las 5's.

- **Clasificar (Seiri)**

Reyes, F. (2005, p.18), nos dice que este punto consiste en poder seleccionar y reducir cada elemento que no es indispensable de cada área de trabajo y con ello, evitar errores en el proceso de producción.

- **Orden (Seiton)**

De la misma manera Rey, F. (2005, p.18) menciona que es una de las herramientas que nos establece normas de orden para cada acción, de tal manera que facilite más accesible el uso de las cosas.

- **Limpieza (Seiso)**

Por otro lado Rey, F. (2005, p.19) nos dice que la funcionalidad de esta herramienta es darle al operador una identificación con su puesto de trabajo, de tal manera comprenda la función de sus maquinarias por dentro e indicarle donde se encuentran los focos de suciedad de cada una de los equipos.

- **Estandarizar (Seiketsu)**

En este punto Rey, F. (2005, p.20) nos indica que aquí se puede consolidar las 3 anteriores S y con ello, darle un mayor seguimiento en relación al cumplimiento de sus metas.

- **Disciplina (Shitsuke)**

Según Rey, F. (2005, p.21) nos manifiesta que la auto inspección se debe realizar cotidianamente con el objetivo de establecer los controles estandarizados mejorando las diversas actividades para poder aumentar la fiabilidad de cada uno de los equipos y mantener un nivel de disciplina y autonomía.

Además, Paz, J.; Vela, O. y Nacario, F. (2012, p.4) nos informa sobre los beneficios de las 5's, las cuales son las siguientes:

- ✓ Incremento de la seguridad
- ✓ Minimización de productos no conformes
- ✓ Incremento de calidad
- ✓ Minimización de los tiempos
- ✓ Incremento de la disponibilidad de la maquinaria
- ✓ Crea una filosofía de organización
- ✓ Acrecienta los niveles de producción
- ✓ Motivo

1.3.2. Variable dependiente: Productividad

1.3.2.1. Definición

Según Prokopenko, J. (1989) nos manifiesta que la productividad está dada con un instrumento para comparar, en el cual los dueños de las empresas usan para medir los niveles

económicos con los recursos utilizados. (p.19). Ante ello, el autor nos indica que en ocasiones la productividad es considerada como un indicador enfocado en los recursos, ya sea el factor humano, la maquinaria, los insumos, etc. los cuales deberían mostrar de manera indiscutible la eficiencia, en caso de medirse con precisión; pero no es la manera correcta dividir la productividad de la fuerza laboral, pues, si bien la productividad del factor humano nos evidencia consecuencias provechosas del trabajo, su fuerza es sinónimo de mayor esfuerzo y no de un aumento laboral; puesto que el atributo de la mejora de la productividad no es acrecentar la labor del empleado sino de trabajar de una forma más inteligente.

De igual forma, Céspedes, N.; Lavado, P. y Ramírez, N. (2016) explica que la productividad mide la eficiencia en la utilización de componentes de un proceso productivo. (p.12). Con ello, el autor nos indica que, si una empresa ejecuta con un único aspecto, por ejemplo el trabajo, la productividad sería definida en base a la cantidad de productos por área de trabajo, entendida como productividad total, es decir que un empleado con mayor productividad ejecutará más cantidades del bien.

Así mismo, Fernández, R. (2011) indica que la productividad es la capacidad de alcanzar con las metas y de forjar respuestas con mayor calidad pero utilizando menos el factor humano, económico, en favor de todos, para con ello conseguir un mejor grado de calidad total. (p.22). A lo dicho por el autor, podríamos agregar que la productividad se podrá lograr si existe una mejora continua y manejo adecuado de todas las actividades de una compañía, en resumen si existiera la Administración de la Calidad Total, ejecutándola de la mejor forma y precisa.

De igual forma, es muy importante que la productividad sea entendida por todos en la organización, pues una empresa que promueva una cultura de mejora de la productividad verá incrementando el nivel de sus procesos; otro aspecto a tomar en cuenta es no verlo solamente desde el interno, sino económica y socialmente, ya que las formas de trabajar pueden perfeccionarse con el apoyo de los trabajadores de la organización de los objetivos, teniendo en cuenta siempre de que la mejora de la productividad no se basa simplemente en realizar todo mejor, es mucho más significativo y rescatable realizar todo correcto.

Ante ello, Prokopenko, J. (1989) nos indica que una mayor la productividad, es significado de producir de más con el mismo número de recursos, o también como un aumento de fabricación en cantidad y calidad con la misma materia prima.

1.3.2.2. Factores del mejoramiento de la productividad

Según Prokopenko, J. (1989), el procedimiento de manufactura es un método social creciente, complicado y flexible; las lazos que se mantienen entre el medio ambiente social y el trabajo son imprescindibles mientras estén en coordinación y equilibrio internamente. Por ello, es que la mejora de la productividad depende de la disposición en la que se puedan reconocer y usar los elementos primordiales del régimen de manufactura social. Dentro de estos factores están los internos y externos, que serán explicados a continuación:

- **Factor externo**

Son el tipo de factores que no son posibles de controlar por parte de la compañía, entre ellos se puede señalar “políticas estatales y los mecanismos institucionales; la situación política, social y económica; el clima económico; la disponibilidad de recursos financieros, energía, agua, medios de transporte, comunicaciones y materias primas”. (p.32). Todos estos factores influyen en la mejora de la productividad, para ellos es necesario de poner en marcha una buena planificación, organización y ejecución de programas de productividad. Además, los factores que pueden quedar fuera del control de la propia compañía se deja en mano de instituciones con niveles superiores, para ellos es importante tener una serie de contactos o conexiones políticas, económicas entre los clientes, trabajadores y direcciones de la empresa; con ello, es fundamental inspeccionar los primordiales factores macroeconómicos, como los siguientes:

- a) **Ajustes estructurales**

Parten de los modificaciones que presentan las sociedades y que continuamente pueden afectar a mejorar la productividad de la empresa. Muchas veces estas modificaciones de la sociedad son producto de los cambios de la productividad de la compañía; para poder comprender estos cambios es necesario que la organización sea más objetiva y esté encaminada hacia objetivos estableciendo una infraestructura económica y social.

- b) **Recursos naturales**

Aquí influye la capacidad que tiene la empresa para poder crear, mover y manipular los elementos naturales, ya que es importante para optimizar la producción, pero por desdicha muchas veces la misma nación no tiene en consideración estos factores y no los toma en cuenta. Por ejemplo, el factor humano, los recursos naturales, el sol, el clima, etc.

c) Gestión administrativa e infraestructura

La mayoría de modificaciones de infraestructura que aquejan a la producción tienen su comienzo en legislaciones, estatutos o prácticas corporativas. Además, todo el círculo de productividad del área de administrativa es imprescindible ya que hace que el Estado pueda brindar más servicios con el mismo número de recursos o si fuera en lo posible a un bajo costo.

• Factor interno

Se sabe que los factores internos son modificables dentro de la empresa, resultando fáciles el poder cambiarlos, unos más que otros, para ello es necesario y conveniente poder clasificarlos en dos grupos: duros, que son los que presentan más inconvenientes para poder modificarlos, y los blandos, fáciles de poder cambiarlos. En primera instancia trataremos a explicar en qué consiste los factores duros, entre ellos se encuentra el producto, tecnología, equipos y materia prima, los cuales será explicados a continuación:

a) Producto

Según Prokopenko, J. (1989) la productividad del bien, es dada como el nivel en que el bien llena la satisfacción de los requerimientos del área productiva. (p.27). Ante ello, podríamos decir que cada producto se realiza con un fin y ese es el de poder completar con las exigencias que tiene el mercado o el consumidor/usuario potencial, por ello es que las empresas incluyen un valor agregado en sus productos incorporando arduamente una excelencia técnica en sus bienes comerciales.

b) Tecnología

Se sabe que, la invención tecnológica es parte de una fuente imprescindible de crecimiento de la productividad, obteniendo un aumento de cantidad en relación a sus productos y servicios que la compañía tiene, optimiza sus métodos productivos, la calidad de sus productos, más aún si la compañía emplea nuevos métodos de automatización para poder

agilizar la marcha productiva, optimizando el manejo de sus insumos, el inventario y el control de calidad.

c) Equipos

Para que pueda existir un mejoramiento en la productividad en base a los equipos y plantas debe de emplearse el mantenimiento, tener en buenas condiciones sus equipos y maquinarias, excelente rendimiento en sus plantas, y qué mejor tener cero paradas en las máquinas, para que estas obtengan un mayor uso eficaz. Por esta razón, es que para mejorar este aspecto es necesario tener en cuenta a la antigüedad, el costo, las inversiones, mantenimientos de todo lo relacionado a los equipos de la empresa.

d) Materiales

El poder minimizar la utilización de materiales y energía genera unos resultados a simple vista. Entre los aspectos que se toman en cuenta para mejorar la productividad de los materiales están: uso adecuado de los desperdicios al fabricar un producto para poder renovar en otro, rendimiento del material usado en base a la calidad de este, optimización del inventario para evitar aumentar los costos de este, etc.

En relación a los factores blandos se toma en cuenta la potencia de trabajo, los métodos y procesos de organización, las formas de dirigir y la forma de laborar.

e) Fuerza de trabajo o personas

Se sabe que, que cada persona que labora en una compañía tiene un cargo que ejercer ya sea como técnicos, administradores, trabajadores, etc. Para que ellos, realicen bien sus actividades dentro de la empresa es necesario la motivación para aumentar la productividad generando un cambio en las actitudes de los participantes, así como, el rendimiento que presenta al hacer sus deberes y con ello poder mantener la buena voluntad en relación a sus trabajo, es decir la bienestar que los trabajadores tienen por trabajar en la empresa, promoviendo un mayor estímulo e importancia al trabajo que desempeñan.

f) Sistemas de organización

Los métodos de organizarse en una empresa son fundamentales, ya que muchas veces la baja productividad en las empresas se debe a la falta de adaptarse a los cambios del mercado e ignorancia en cuanto a sus requerimientos y exigencias, haciendo caso omiso a las nuevas

tecnologías y mano de obra. Por ello, es que las consecuencias son graves, retrasando la toma de decisiones, la delegación de buenas facultades para dirigir las al lugar donde se da la labor; incrementando así, la ineficiencia en sus procesos.

g) Estilos de dirección

La forma en la que se moviliza una empresa hacia los objetivos que esta tiene, son trabajo de la dirección, por esta razón es que más del 80 % de los problemas presentados en la calidad y productividad industrial son culpa de la dirección de la empresa y no solamente del trabajador o los procesos productivos, por esta razón es conveniente que se incluya a la gestión de la empresa para alcanzar la máxima productividad.

h) Métodos de trabajo

El poder mejorar los métodos o formas de trabajar en la empresa conlleva a incrementar la productividad, sobre todo en aquellas economías que están en pleno desarrollo, con bajo capital y en donde sus técnicas de procesos son intermedias.

1.3.2.3. Eficacia

Por otro lado, Prokopenko, J. (1989) nos dice que la eficacia realiza una comparación de la metas actuales con lo que podría haber sido realizado, si es que cada recurso utilizado fuera gestionado en forma eficaz. (p.55). A lo dicho por el autor, podríamos decir que dentro de la eficacia está incluida la meta de manufactura en la cual se logra una nueva regla de rendimiento o también llamada manufactura potencial, para ahondar un poco más en la eficacia, se podría agregar que aquí no se toma en cuenta la cantidad de los recursos empleados, pues lo que más importa es hacer las cosas bien, osea lograr sus objetivos como organización pero sin tener consideración racional de sus recursos utilizados para la fabricación de un producto.

1.3.2.4. Eficiencia

Según Gutiérrez, H. (2010, p.21), nos indica que la eficiencia es la relación entre el bien, el insumo empleado, y el nivel de utilización de los elementos o recursos en comparación con la volumen general. Además, para lograr la eficiencia se toma en consideración que el logro de las metas de la compañía esté dentro del marco de una óptima distribución en base a sus costos.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema General

¿De qué forma la implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la productividad del área de producción en la empresa ARIN S.A.?

1.4.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera la implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la eficiencia del área de producción en la empresa ARIN S.A.?
- ¿Cómo la implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la eficacia del área de producción en la empresa ARIN S.A.?

1.5. Justificación del estudio

1.5.1. Justificación Técnica

El presente estudio de investigación se demuestra de forma técnica o práctica porque permite dar soluciones de forma eficaz y eficiente. Así mismo, es de vital relevancia en la parte técnica, pues el fin de la investigación es reducir, mediante herramientas de Lean Manufacturing, los productos terminados no conformes y la falta de orden/limpieza; problemas principales que tiene la empresa. De esta forma, se obtendrá una mejor gestión del área de manufactura, mejorando la forma de trabajo; y con ello, la productividad aumentará.

1.5.2. Justificación Económica

Por otro lado, esta investigación se enfoca en disminuir los costos de producción mejorando sus ingresos, obteniendo un mejor manejo de sus recursos, evitando los reprocesos de las piezas y el mal manejo de las materias primas.

1.5.3. Justificación Social

Por otro lado, socialmente va a tener un gran impacto en los trabajadores, pues de estar forma ellos van a estar más capacitados y tendrán mayor conocimiento sobre el Lean Manufacturing, puesto esta brindará una mayor organización a la empresa y mayor seguridad al usuario o cliente.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

La implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la productividad del área de producción en la empresa ARIN S.A.

1.6.2. Hipótesis Específicas

- La implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la eficiencia del área de producción en la empresa ARIN S.A.
- La implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la eficacia del área de producción en la empresa ARIN S.A.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

- Demostrar como la implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la productividad del área de producción en la empresa ARIN S.A.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Determinar como la implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la eficiencia del área de producción en la empresa ARIN S.A.
- Establecer como la implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la eficacia del área de producción en la empresa ARIN S.A.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

El presente estudio de investigación es de tipo aplicada, pues tiene como objetivo generar conocimiento con aplicación directa para poder resolver de un sector productivo. Tal y como, Lozada, J. (2014), nos indica que esta clase de estudios brinda valor agregado, por la utilización de conocimiento, la cual proviene de la indagación básica. Con ello, se podrá generar más ganancias a la compañía que ponga en marcha, en este caso, la implementación del Lean Manufacturing para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa ARIN S.A.; con ello poder satisfacer las necesidades de esta empresa manufacturera.

2.1.2. Nivel de investigación

La investigación explicativa tiene como objetivo indagar el porqué de los sucesos, por medio de implantación de relaciones causa-consecuencia entre variables. En la presente investigación por su profundidad es explicativo, dado que se tratará de manifestar mediante el Lean Manufacturing como acrecentar la productividad en la empresa ARIN S.A.

2.1.3. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es cuasi experimental, pues esta se aplica en contextos en las que no se pueden determinar aleatoriamente los sujetos a las diferentes condiciones, según el concepto trazado por Menchero, Ruth (s.f., p.1). Es decir que los grupos que se tratan de medir no son escogidos aleatoriamente sino son grupos propiamente conformados y establecidos, osea, grupos que están intactos y constituidos.

2.2. Operacionalización de las variables

2.2.1. Definición Conceptual

- **Lean Manufacturing (Variable Independiente)**

El Lean Manufacturing es principalmente lo que su nombre nos menciona, eliminar aquellos procesos que no son productivos simplificando las operaciones (Fernández, 2014, p.5).

- **Productividad (Variable Dependiente)**

Asi mismo, Fernández, R. (2011) indica que la productividad es la capacidad de alcanzar con las metas y de forjar respuestas con mayor calidad pero utilizando menos el factor

humano, económico, en favor de todos, para con ello conseguir un mejor grado de calidad total. (p.22).

2.2.2. Definición Operacional

- **Lean Manufacturing (Variable Independiente)**

Es aquella filosofía encaminada, principalmente, en la eliminación de los procesos que son innecesarios (desperdicios), a través del uso de herramientas para obtener mayor optimización y mejoras en la producción.

- **Productividad (Variable Dependiente)**

La productividad es un indicador que permite evaluar la gestión de la manufactura a través del tiempo y recursos utilizados de manera eficiente, para obtener mayores beneficios (utilidades).

2.2.3. Dimensiones

2.2.3.1. Dimensiones de la Variable Independiente

- **5'S**

Según el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (2012, p.2) nos indica que las 5's es dada como una técnica de mejora, que se encarga de desarrollar de orden y limpieza en puestos de trabajos, lo cual permite la participación a nivel individual y grupal para mejorar la productividad y optimizar la calidad del bien. Por otro lado, Hernández y Vizán (2013, p.36), nos indica la siguiente fórmula:

$$CA = \frac{\text{Puntaje obtenido}}{\text{Puntaje total}} * 100\%$$

Dónde CA es el control de auditoría.

- **Kaizen**

Para Hernández y Vizán (2013, p.27) Kaizen es el cambio de la actitud hacia los operarios, por medio de sus capacidades para lograr la mejora continua con la finalidad de hacer avanzar el sistema y llevarlo al éxito.

- **Calidad**

Según Covella, J. (2005), la calidad es la característica de un producto o servicio en función de la necesidad de un cliente a un precio y atención justa. Por otro lado, Cruz, O. (2007,p.22), nos indica la fórmula para el rendimiento de calidad:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{volumen de producción conforme}}{\text{volumen total productido}} * 100\%$$

- **Mantenimiento Preventivo**

Según Hortiales, M. nos dice que, este tipo de mantenimiento, es el conjunto de procesos ya planificados y proyectadas en base a una frecuencia, para advertir y alargar la vida útil de una maquinaria y cada uno de sus partes; anticipando algún tipo de falla.(s.f., p.29). Para el mantenimiento preventivo se tiene en cuenta lo siguiente:

Según Mesa, D.; Ortiz, Y. y Pinzón, M. (2006,p.1)nos indica la siguiente fórmula :

- **Disponibilidad.** -
$$\frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$$

Dónde:
$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación min.}}{\text{Nº de fallos}}$$

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones en min.}}{\text{Nº de reparaciones correctivas}}$$

2.2.3.2. Dimensiones de la Variable Dependiente

- **Eficiencia**

Nos indica cuál es la correlación entre el bien, el insumo empleado, y el nivel de utilización de los recursos en comparación con la volumen general. (Gutiérrez, H, 2010, p.22).

Fórmula: Eficiencia del proceso

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{tiempo útil}}{\text{tiempo total}} \times 100 \%$$

Con este indicador lo que se quiere conseguir, es calcular si el proceso manufacturero se da eficientemente, en relación al número de bienes que se puedan realizar en el período de tiempo establecido.

- **Eficacia**

Por otro lado, Prokopenko, J. (1989) nos dice que la eficacia realiza una comparación de la metas actuales con lo que podría haber sido realizado, si es que cada recurso utilizado fuera gestionado en forma eficaz. (p.55).

Fórmula: Eficacia del proceso

$$Eficacia = \frac{PR}{PP} \times 100\%$$

Donde, PR es la producción real y PP es la producción planificada. El propósito de esta fórmula, es medir que tan eficaz es el procedimiento productivo en relación a la conjunto de bienes que puede fabricar con respecto a lo que se ha planeado.

Tabla 9. Matriz de operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala de medición
Lean Manufacturing	Es la eliminación de los desperdicios, con el fin de minimizar los tiempos mediante el uso de herramientas, a través de filosofías como mejora continua, aprovechamiento de potencial en la producción y participación de los operarios (Rajadell y Sánchez, 2010, pp.1-2).	Es aquella filosofía que se enfoca principalmente en la eliminación de los procesos que son innecesarios (desperdicios), a través del uso de herramientas para obtener mayor optimización y mejoras en la producción.	5'S	Control de auditoría	$\frac{\text{Puntaje obtenido}}{\text{Puntaje total}} * 100\%$	Razón
			Kaizen	Calidad	$\frac{\text{volumen de producción conforme}}{\text{volumen total producido}} * 100\%$	
			Mantenimiento Preventivo	Disponibilidad	$\frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$ Donde: MTBF= tiempo promedio de fallas MTTR= tiempo promedio de reparación	
Productividad	Céspedes, N.; Lavado, P. y Ramírez, N. (2016) explica que la productividad mide la eficiencia en la utilización de componentes de un proceso productivo. (p.12).	La productividad es un indicador que logra evaluar la gestión de la manufactura a través del tiempo y recursos utilizados de manera eficiente, para obtener mayores beneficios (utilidades).	Eficiencia	Eficiencia del proceso	$\frac{\text{tiempo útil}}{\text{tiempo total}} x 100 \%$	Razón
			Eficacia	Eficacia del proceso	$\frac{PR}{PP} x 100\%$ PR= producción real PP = producción planificada	Razón

Fuente. Elaboración propia

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

Hernández (2012, p.81) indica que la población es el total que posee características en común referentes a un lugar y tiempo determinado (2014, p.174). Esto indica, que la población está conformada por varios elementos que participan del fenómeno que fue definido y determinado en el análisis del problema general de la presente investigación.

Para la presente tesis, la población es la producción diaria de la línea de casting la cual será medida durante 30 días.

2.3.2. Muestra

Para Hernández (2013, p.2) la muestra es aquella parte que simboliza el todo de la población. De igual forma, nos menciona que la muestra es la recolección de datos referentes a un subgrupo del universo. (2014, p.173). Es decir que las muestras son obtenidas con la intención de deducir propiedades de la población total, para lo cual estas deberían de ser representativas a partir de la misma.

La muestra en la presente investigación es igual que la población.

2.3.3. Muestreo

Para Gómez, S. (2012, p.34) el muestreo es el instrumento de gran validez por el cual el investigador obtendrá información acerca de la población, a través de los datos que investigue seleccionando unidades representativa. Pero por otro lado, se sabe que cuando la muestra es igual que la población no existe muestreo alguno.

Para esta investigación no hay muestreo.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Para Behar (2008, p.55) las técnicas e herramientas para recolectar información, son herramientas que permiten la verificación del problema planteado, a través del desarrollo de sistemas de información.

2.4.1. Técnica

Por otro lado Behar (2008, p.55) nos menciona que las técnicas son datos que se centran principalmente en la observación del fracaso o éxito de la investigación de acuerdo a la herramienta que se emplee.

En esta investigación la técnica utilizada es la observación, para con ello inspeccionar las particularidades de las variables y verlas por medio de las dimensiones e indicadores. De la misma forma, la encuesta fue realizado a un Ingeniero especializado en ello, para verificar como se da el proceso de producción y ver los problemas presentados en el área.

2.4.2. Instrumento

Para Chávez, Dennis (s.f., p.5) el instrumento es imprescindible para la elaboración de la Ficha de Datos, ya que por medio de la recolección de información se obtendrá datos de cada variable.

En este trabajo para determinar las unidades producidas y planificadas del proceso se requiere al registro de la producción por mes. Asimismo, se aplicarán instrumentos como: ficha de registro del Diagrama de Análisis de Procesos, ficha para controlar la producción. De igual forma, se hizo uso del cronómetro para tomar los tiempos.

2.4.3. Validación

Bernal (2010) nos indica que mediante el nivel de validación de datos, se podrá deducir conclusiones relacionados a los resultados conseguidos (p.248). Es decir, que la validez es el grado en que un instrumento mide con exactitud lo que pretende medir.

Para determinar la validez de contenido, esta será sometida través del juicio de expertos. Además, también se validará el contenido por medio del marco teórico presentado en la investigación, en esta ocasión a 3 ingenieros de la Escuela de Ingeniería Industrial, los cuales se ven reflejados en los Anexos 4, 5 y 6.

2.4.4. Confiabilidad

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.200) la confiabilidad es la coherencia y consistencia que brinda el grado de los instrumentos en los resultados de la investigación.

2.5. Métodos de análisis de datos

El tipo de análisis estadístico a usar es el inferencial y descriptivo. De igual forma, los datos estarán compilados y puntualizados mientras avance la investigación, es decir una retrospectiva y prospectiva, usando el software Microsoft Excel y SPSS.

2.5.1. Análisis descriptivo

Orellana, L. (2001, p.2) nos indica que, el análisis descriptivo ayuda a mostrar los datos de tal forma que resalte su estructura, como por ejemplo: el uso de gráficos.

2.5.2. Análisis inferencial

En este análisis están las pruebas de comparación de medias con el fin de discrepar las suposiciones. Para ello, se hará uso de la “Prueba de Normalidad de Shapiro Wilk”, aquí la única condición es que el tamaño de la muestra debe ser igual o menor a 30 datos; si no se cumple esta, se tomará la prueba de Kolgomorov Smirnow Además, se utilizará pruebas estadísticas de Wilcoxon para investigaciones no paramétricas y la prueba de T. Student para estudios paramétricos, a causa de la falta de normalidad en los datos.

2.6. Aspectos éticos

El investigador hace que no se transgredan las normas de la empresa, no se harán actividades ni acciones que vayan contra las buenas costumbres de la empresa, el estudio de investigación no interfiere en el trabajo de la empresa, se respetará la veracidad de cada resultado y la confianza en los datos provenientes de la compañía relacionado a la tesis que se presenta. De igual forma, se muestra acato a la propiedad intelectual, pues cada escritor mencionado está bajo las normas ISO 690.

2.7. Desarrollo de la propuesta

En este punto de la investigación se pretende manifestar la situación en que se encuentra la compañía en estos momentos; para luego plantear y efectuar las herramientas del Lean Manufacturing, que averigüen corregir los problemas de la disminución de la productividad y de igual forma, el análisis económico de la misma.

2.7.1. Situación actual

2.7.1.1 Reseña Histórica

La compañía ARIN S.A. es una compañía, que se dedica a la elaboración y exportación de delicadas joyas de oro y plata; esta empresa cuenta con más de 26 años de carrera permanente en el mercado tanto nacional, como internacional conquistando, desde hace más de 20 años, el primer lugar en el ranking de empresas exportadoras de nuestro país, ubicada en Chorrillos - Lima, Perú donde laboran con más de 350 trabajadores.

2.7.1.2 Descripción general de la empresa

La compañía centro de estudio, ARIN S.A., es una consistente compañía de orfebrería, que está dedicada a la fabricación y mercantilización de todo tipo de joyas.

Base Legal

- Razón Social : ARIN S.A.
- RUC : 20100078369
- Reconocimiento Legal : Macroempresa
- Representante Legal : Ramón Solanilla, Angel Carlos
- Actividad Económica :
- Sector : Joyería

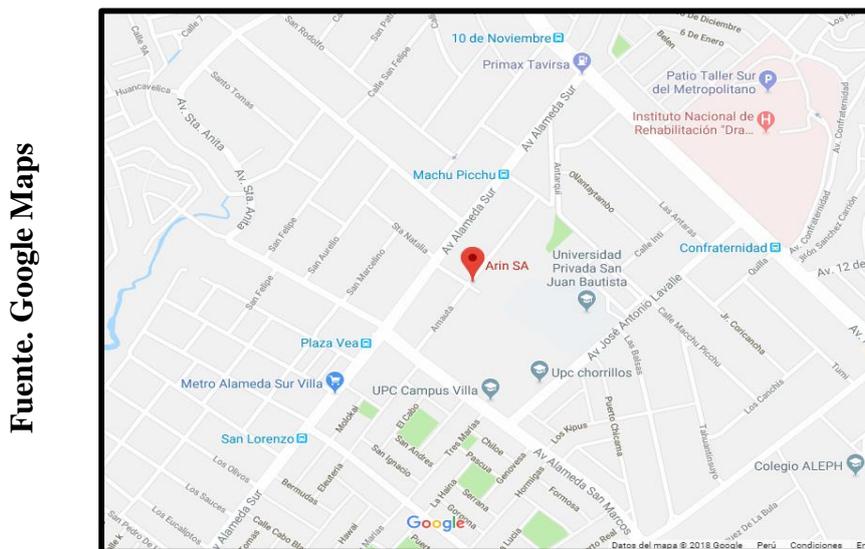
Contacto

- Página : <http://www.arinsa.com.pe/>
- E-mail : ventas@arinsa.com.pe
- Teléfono : (01) 254 - 7892

Localización

- País : Perú
- Provincia : Lima
- Ciudad : Lima
- Dirección : Jr. el Amauta Nro. 197

Figura 8. Localización Geográfica de la Empresa ARIN S.A.



2.7.1.3 Plataforma estratégica

- Misión

Nuestra misión es atender las necesidades de los clientes con diseños exclusivos, calidad y combinaciones con piedras semipreciosas a precios competitivos, de servicios flexibles y ágiles que distingan y fidelicen al cliente.

- **Visión**

Desarrollar y consolidar el liderazgo de la empresa en la producción y comercialización de joyas en base a metales preciosos para el mercado externo al 2017, bajo el principio de creatividad e innovación y competitividad de acuerdo al perfil y las expectativas de los clientes, ofreciéndoles productos de alta calidad, garantía y exclusividad en sus diseños.

- **Objetivos Estratégicos**

ARIN S.A. busca mejorar su posición en el mercado, por ello como organización se plantea las siguientes metas y estrategias:

- Certificar el cumplimiento de los requisitos y especificaciones.
- Cumplimiento con las leyes, regulaciones y tratados a nivel internacional, nacional y local, así como con todas las disposiciones sobre el manejo de residuos y materiales peligrosos.
- Uso de insumos y materiales de empresas con certificaciones ambientales, que cumplen con los derechos de los trabajadores, las normas laborales y los derechos humanos.

- **Valores Corporativos**

- **Responsabilidad:** Ser responsables con nuestros clientes satisfaciendo sus necesidades, brindándoles la mejor calidad en nuestros productos.
- **Creatividad:** Innovación constante de nuestros productos de acuerdo a las tendencias del mercado.
- **Respeto:** Sostener y promover permanentemente relaciones humanas cordiales, respetuosas y armoniosas con los clientes proveedores, jefes, colaboradores y compañeros de trabajo.
- **Lealtad:** El personal deberá manifestar fidelidad y congruencia con la misión, filosofía y de la empresa en nuestro desempeño cotidiano e invertir hasta el tope de

nuestra capacidad, talento y esfuerzo en el logro de los objetivos estratégicos de la misma.

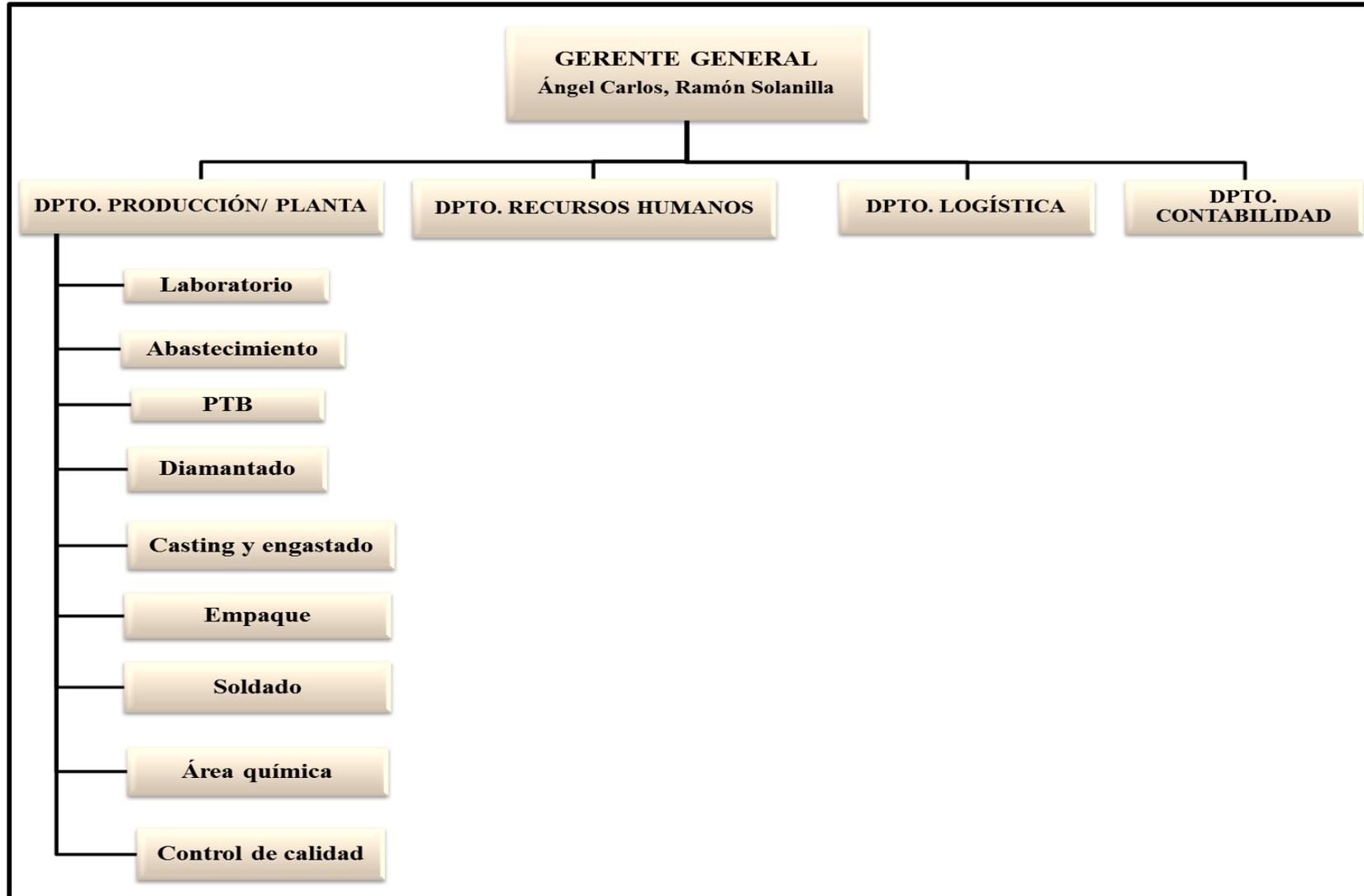
- **Espíritu de servicio:** El cliente es el eje principal de nuestra empresa, nuestra disposición para ofrecer a los un trato amable, calidad, eficiencia y respuesta oportuna.
- **Responsabilidad Ambiental:** Desde el año 2004, han implementado el Sistema de Gestión Ambiental en nuestra empresa manejando 10 Aspectos Ambientales. Cuentan con Programas de Gestión Ambiental que minimizan y gestionan los posibles impactos ambientales los cuales incluyen Programas de Uso Eficiente de Energía eléctrica y de Agua potable. Por último, los residuos líquidos y los sólidos industriales, peligrosos y no peligrosos, generados en el desarrollo de nuestras actividades, son manipulados, recogidos, transportados y dispuestos a través de empresas EPS y EC certificadas por las autoridades de Salud Ambiental del Estado Peruano.

- **Organigrama de la Empresa**

A continuación, se representa en un gráfico la organización estructural de la compañía ARIN S.A.

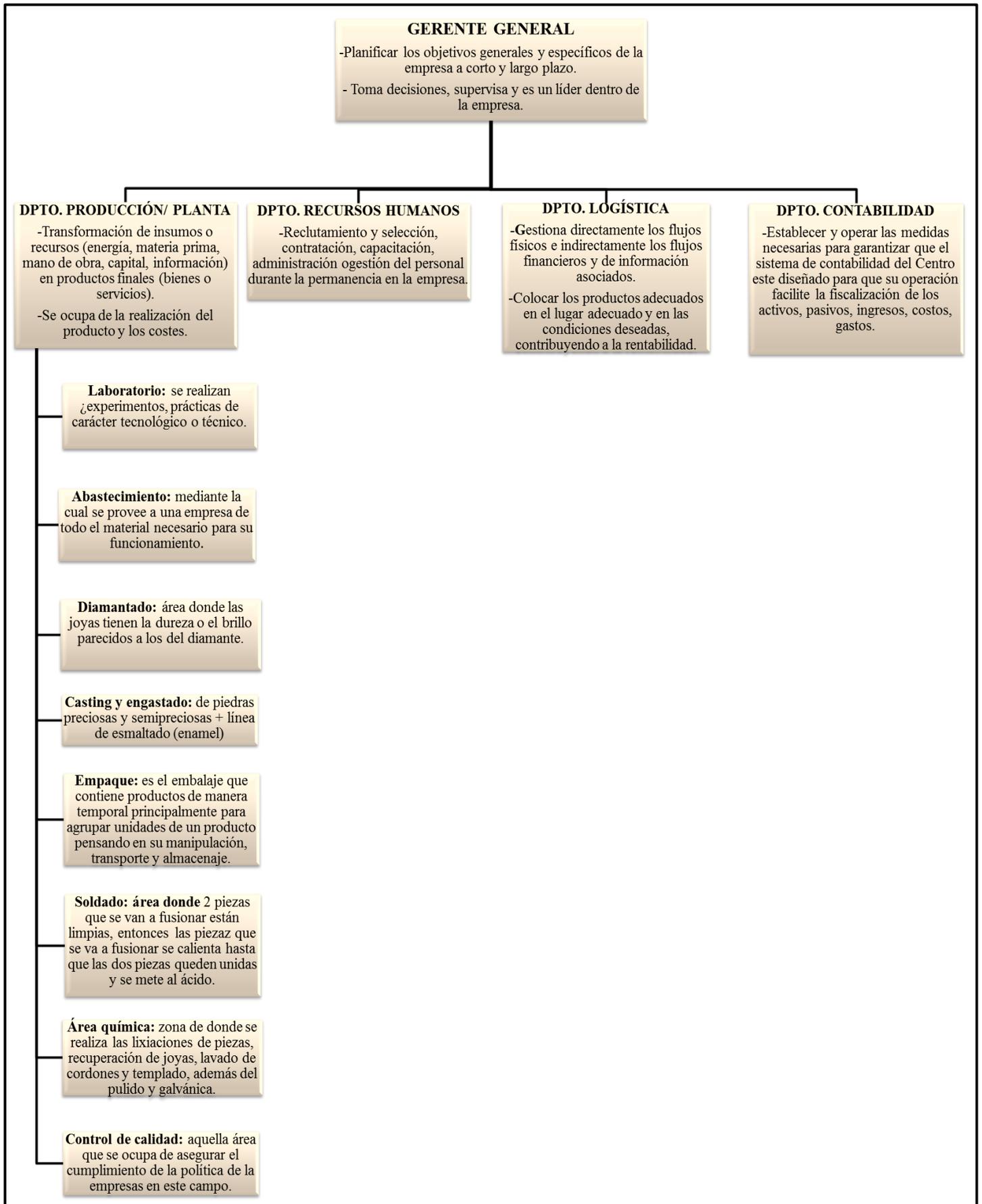
- **Organigrama Estructural:** se encuentran la jerarquía de cada área de la compañía (Figura 9).
- **Organigrama Funcional:** se muestran los cargos principales puestos a cada empleado de la compañía de estudio, señalando lo que cada trabajador ejecuta y al área de trabajo en el que se encuentra (Figura 10).

Figura 9. Organigrama Estructural de la Empresa Arin S.A.



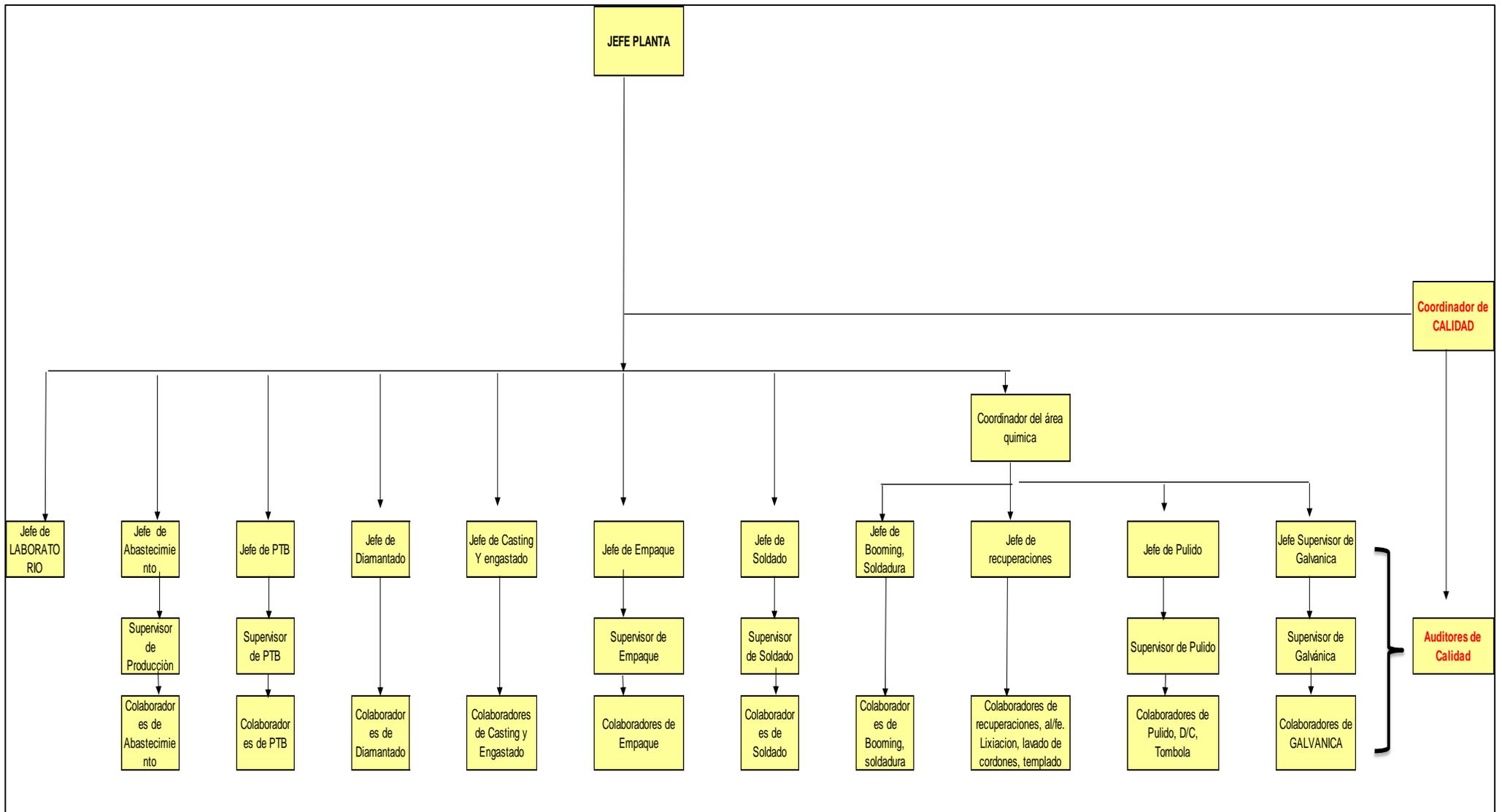
Fuente. Elaboración propia

Figura 10. Organigrama Funcional de la Empresa Arin S.A.



Fuente. Elaboración propia

Figura 11. Organigrama del área de producción



Fuente. ARIN S.A.

La Figura 11, nos muestra el organigrama de producción o de planta, en el cual diferentes jefes encargados para cada área, que a continuación se mencionan: jefe de laboratorio, de abastecimiento, de diamantado, de casting y engastado, de empaque, de soldad, de soldadura, de pulido, de galvánica y un área de control de calidad.

En el área de producción se analizará cada uno de los procesos involucrados con el fin de obtener la información necesaria para el estudio.

2.7.1.4 Productos de la empresa

La compañía ARIN S.A. cuenta con variedad de líneas de producción; las cuales son las siguientes:

- **De engastado de piedras preciosas y semipreciosas + línea de esmaltado (enamel)**
- **De cadenas elaboradas a mano**

Es un área principalmente manual donde se centra el trabajo de armado y unión de los productos, se realiza el ensamble de las cadenas, anillos, aretes, pendientes, pulseras, tobilleras, otros, con los artículos procedentes de las otras áreas, espirales, argollas, broches, almacén, otros. Tienen dos procesos marcados a seguir:

Multilíneas: Es la unión de cadenas por medio de soldado hasta darle la forma y grosor requerido.

Combinaciones: Mezcla de productos, cadenas, argollas, arandelas, piedras, otros.

- **De cadenas a máquina**

Elabora cadenas hechas al 100% a máquina. Es un proceso netamente automatizado; ingresa alambres y platinas en espesores muy delgados y son calibrados en cada máquina. Cada máquina está diseñada para un determinado modelos en especial y tiene la capacidad de producir varios calibres, dependerá del kit de herramientas que se disponga.

Generalmente trabajan calibres pequeños, desarrollando algunas cadenas en 0.50 gr de peso en 18". Algunas de sus cadenas son soldadas a LÁSER y otras usan un sistema de soldado tradicional (antiguo) a base de soldadura en polvo; que luego de un proceso manual pasan por el horno y a altas temperaturas el metal se fusiona.

- **De bangles / anillos flex**

En esta sección se elaboran anillos, aretes, pulseras hechas de tubo; También elaboran flex-aretes, flex-anillos y flex-bangles con un nuevo sistema FLEX (lamina flexible). En donde ingresa una lámina y es formada mediante un dado en forma especial para luego ser rodada por dos discos; Los discos darán la forma final y con este sistema se logran formar anillos, bangles y aretes. Los blanges son denominados como la barra de metal con la medida requerida es enrolada y cortada para darle la forma arqueada requerida, además de trabajar las bangles solo en oro o en plata se usa la unión de ambas teniendo el lado interno de la lámina en plata y el lado externo visible en oro.



Anexo 1. Blanges

- **De omegas y avoltos**

Los materiales ingresan en hilos, tubos y cintas. La primera etapa del proceso es el tejido del Tesuto el cual será utilizado como alma de los productos siguientes: el avolto, es una lámina de metal espiralada alrededor del tesuto hasta formar una superficie uniforme y omega, es la barra hueca de metal la cual es cortada en medidas exactas para luego ser colocadas una a una en el alma de tesuto (Anexo 2).



Anexo 2. Omegas

- **De casting**

Es probablemente el método más común hoy en día para la producción en serie de productos de joyería.

a) Análisis de la transformación del material en el departamento de producción

La producción que se realiza en la compañía está en función al pedido requerido que desea el cliente. A continuación, se presentan las áreas en producción:

➤ **Procesos iniciales (abastecimiento)**

- **Área de trefilado:** zona donde se realiza la reducción de una parte de un alambre, la cual atraviesa un orificio puntiagudo, denominado hilera o dado. Los materiales más empleados para su estiramiento mediante trefilado son el acero, el cobre y el aluminio, aunque también es realizable para cualquier otro metal.
- **Área de laminado:** este es un proceso por el cual el grosor de una lámina de metal es reducido, por medio de la aplicación de presión, este proceso se puede realizar en caliente o frío.
- **Área de cera:** en esta zona se realiza la inyección de cera caliente para la transformación futura de las joyas.
- **Área de retoque:** aquí se da el proceso de perfeccionamiento de la joya.
- **Área de fundición:** es el proceso de elaboración de varias piezas metálicas, es decir consiste en derretir el material e introducirlo dentro de un molde, donde se cuajará.
- **Área de troquelado:** en esta zona se realiza operaciones tales como: doblado, picado, estampado, etc a una lámina plana de metal para poder tener una pieza con forma geométrica adecuada.
- **Área de corte:** zona donde se cortan los sobrantes de la joya.

➤ **Procesos intermedios (ensambles)**

- **Área de soldado:** es un proceso por el cual se da la unión de dos o más piezas de un material, para ello las piezas son soldadas fundiéndolas con aporte de un metal.
- **Área de tejido:** zona donde se “tejen” los hilos de plata oro, seguido de ello se da presión con una máquina, para darle la forma que se quiere a la joya.

- **Área de templado:** este proceso está basado en un tratamiento térmico, el cual consiste en el enfriamiento rápido de la pieza, con ello conseguir el endurecimiento del acero.
- **Área de martillado:** consiste en golpear el metal para poder darle forma de lámina, con ello las piezas van a cambiar de dureza, como efecto de las transformaciones que pasaron.

➤ **Procesos finales (abrillantamiento)**

- **Área de lavado:** zona para quitar las impurezas presentes en la joya.
- **Área de pulido:** aquí las piezas se limpian, abrillantan; para con ello, lograr una superficie lisa y radiante.
- **Área de engastado:** es el área donde se fijan piedras preciosas en el metal de las joyas, con el fin de que se muestren, al máximo, su belleza.
- **Área de bañado:** es un proceso por el cual se deposita una capa ligeramente delgada de oro o cualquier otro metal sobre la superficie de la joya, mediante un proceso químico.

b) Recursos de producción

- **Recurso y talento humano del área de producción:** se requiere del talento humano para cubrir con las necesidades del mercado, por lo cual se deben adaptar a las diferentes exigencias de los productos que demandan los usuarios. El talento humano que cuenta la producción es altamente experto, siendo distribuidos en 8 horas diarias para el área administrativa y de 12 horas para el departamento de producción.
- **Recurso espacio físico:** aquí se encuentra presente la distribución del espacio y las maquinarias, donde se lleva a cabo la fabricación del bien, desarrollando actividades que agregan valor. Es muy relevante para la producción, ya que cada espacio disponible que tenemos en la compañía ayuda a facilitar a la elaboración de los bienes que se requiere para compensar la demanda.
- **Recursos de maquinarias:** La maquinaria y equipos que tienen diferentes particularidades para los procesos a ejecutar, son relevantes para la compañía, pues colaboran a delimitar la capacidad de producción de la planta. Por ello, se presenta la Tabla 6, con la relación de máquinas.

Tabla 11. Maquinaria de línea de producción casting

Máquina o equipo	Área	Imagen
<p>HORNO DE CASTING CONTINUO IECO GOLDPRO® Kg.3</p>	<p>Fundición</p>	
<p>Inyectora de cera TR 3K Digital</p>	<p>Inyectado de cera</p>	
<p>Bomba de vacío microfusión M, 8m3</p>	<p>Vaciado de Revestimiento</p>	
<p>Horno de revestimiento de yeso Artelux</p>	<p>Cocción</p>	

Fuente. Elaboración propia

Fuente. Elaboración propia

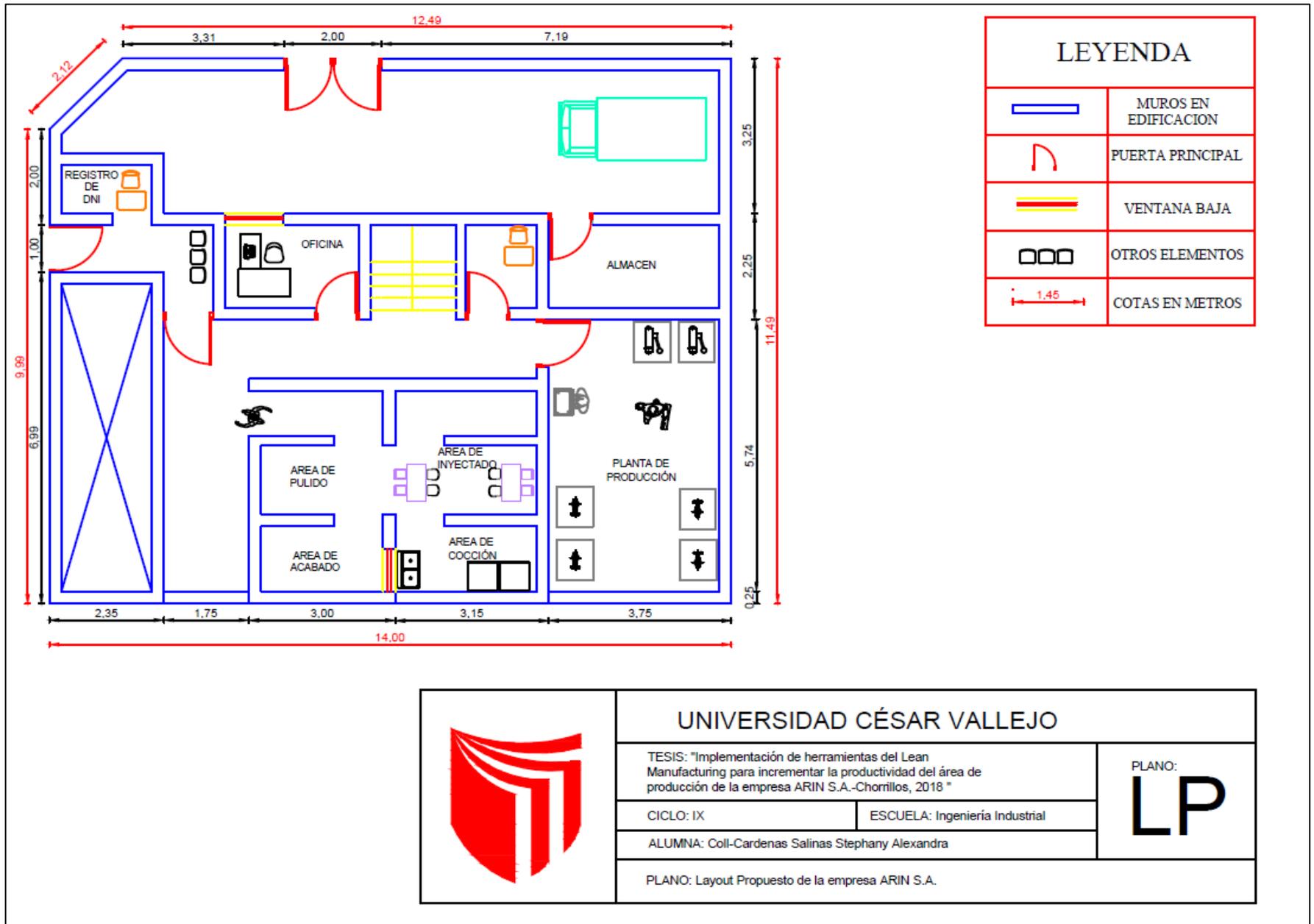


Tabla 12. Distribución de planta de la empresa ARIN S.A.

c) Elección de línea de producción

La Elección del Producto es importante para cuestiones de estudio. Como se puede observar en la Tabla 13 la empresa ARIN S.A. cuenta con una amplia líneas de producción, de las cuales, el “Casting” es la que posee una mayor demanda en el mercado nacional. A pesar de que las cantidades que se proyectan a vender no sean equivalentes a la cantidad que es vendida al mercado. Pero aun así, esta unidad de negocio suma ganancias a la empresa.

Tabla 13. Producción mensual (Marzo 2018)

Código de L.P.	Descripción de línea de producción	Objetivo		Pieza Objetivo	Peso Neto (g)	Ventas \$	Costo \$
		Peso Neto (g)	Piezas Real				
01	Casting	6,665.72	510	870	3,578.44	4,043.64	1.13
02	Omega - Avolto	5,842.42	200	400	2,921.21	5,696.36	1.95
03	Cadena a mano	1,104.81	277	400	765.08	994.60	1.30
04	Cadena Maquina	1,086.70	415	800	563.73	777.94	1.38
05	Productos Elaborados	2,769.61	400	930	1,191.23	2,620.70	2.20
06	Bangles	1,406.98	320	576	781.65	1,641.47	2.10

Fuente. ARIN S.A.

En la Tabla 13, la línea de casting tiene mayor número de ventas a comparación de las otras 5 líneas. De esta manera el producto seleccionado para el análisis es la línea de casting, por tener una mayor cantidad de ventas en número de piezas y es el que mayor salgo tiene.

Para entrar en detalle, se pasará a describir el proceso de esta línea de producción. Por ello, el área de desarrollo de producto, proporciona los master los cuales siguen la siguiente secuencia de proceso:

- **Vaciado:** Con los master aprobados se prepara el molde inicialmente en jebe, esta deberá ser la matriz, sobre esta matriz se rellena cera multiplicando por la cantidad necesaria, Se verifica que el modelo de cera sea una reproducción fiel del modelo original, luego estos moldes de cera se organizan en pequeños árboles que se introducen dentro de un tubo de fierro el que será relleno con yeso especial.
- **Mezclado del revestimiento:** Se realiza una mezcla, en una vasija de plástico, yeso y agua. Al yeso se le agregará agua hasta que se forme una mezcla homogénea no muy espesa, para que ésta pueda fluir en el cilindro y tome la forma del modelo de cera ya diluido por el calor.

- **Vertido del revestimiento:** El modelo de cera se coloca en un cilindro, luego se vierte en el cilindro, la mezcla de yeso, esta debe vaciarse inmediatamente después del mezclado para que el yeso no se endurezca.
- **Cocimiento del revestimiento:** El cilindro de yeso es transportado al horno, en esta operación se elimina la cera del cilindro, dejando así la cavidad que servirá de molde para el vaciado del metal, también se elimina la humedad del cilindro. La temperatura del horno debe alcanzar los 150°C para que la cera fluya completamente.
- **Obtención de la pieza:** El cilindro se transporta a la máquina centrífuga, la aleación se deposita en un compartimiento de la máquina centrífuga, depositado en el otro extremo el cilindro con el molde de yeso; al accionar la máquina por medio de la fuerza centrífuga, se introduce el metal en el molde, ocupando el espacio que dejó el modelo de cera.
- Luego de sacar del molde se cortan, y liman las uniones y se da el acabado. El molde de yeso se deshecha porque tiene una sola vida.

Para tener una visión más clara del proceso del casting, presenta el diagrama de operaciones del “área de cera”, etapa previa al proceso de casting, en la Figura 12 y seguido de ello, el diagrama de operaciones de la línea de producción casting en la Figura 13.

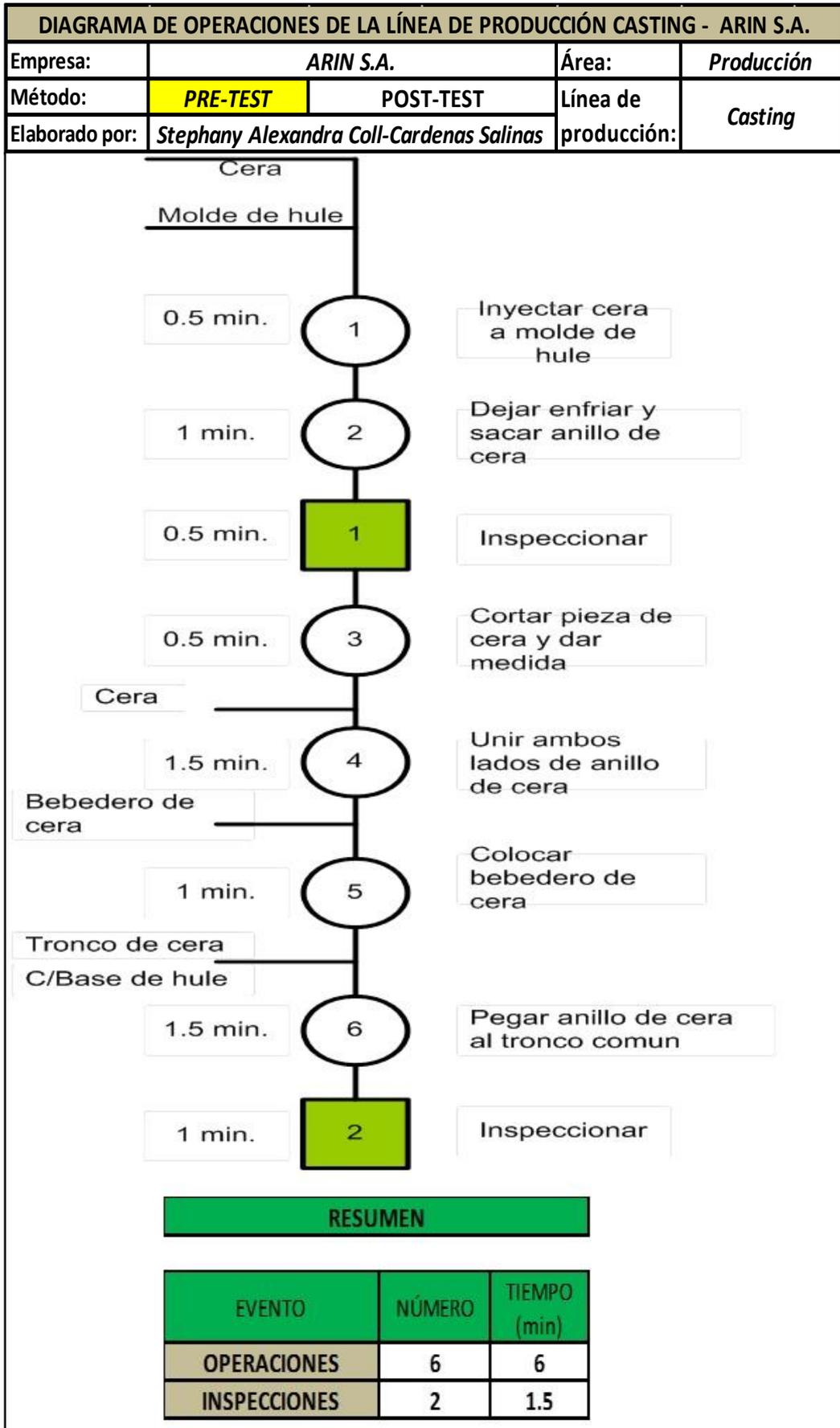


Figura 12. Diagrama de operaciones de árbol de cera

Fuente. Elaboración propia

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.

Empresa:	ARIN S.A.	Área:	Producción
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción:
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas		

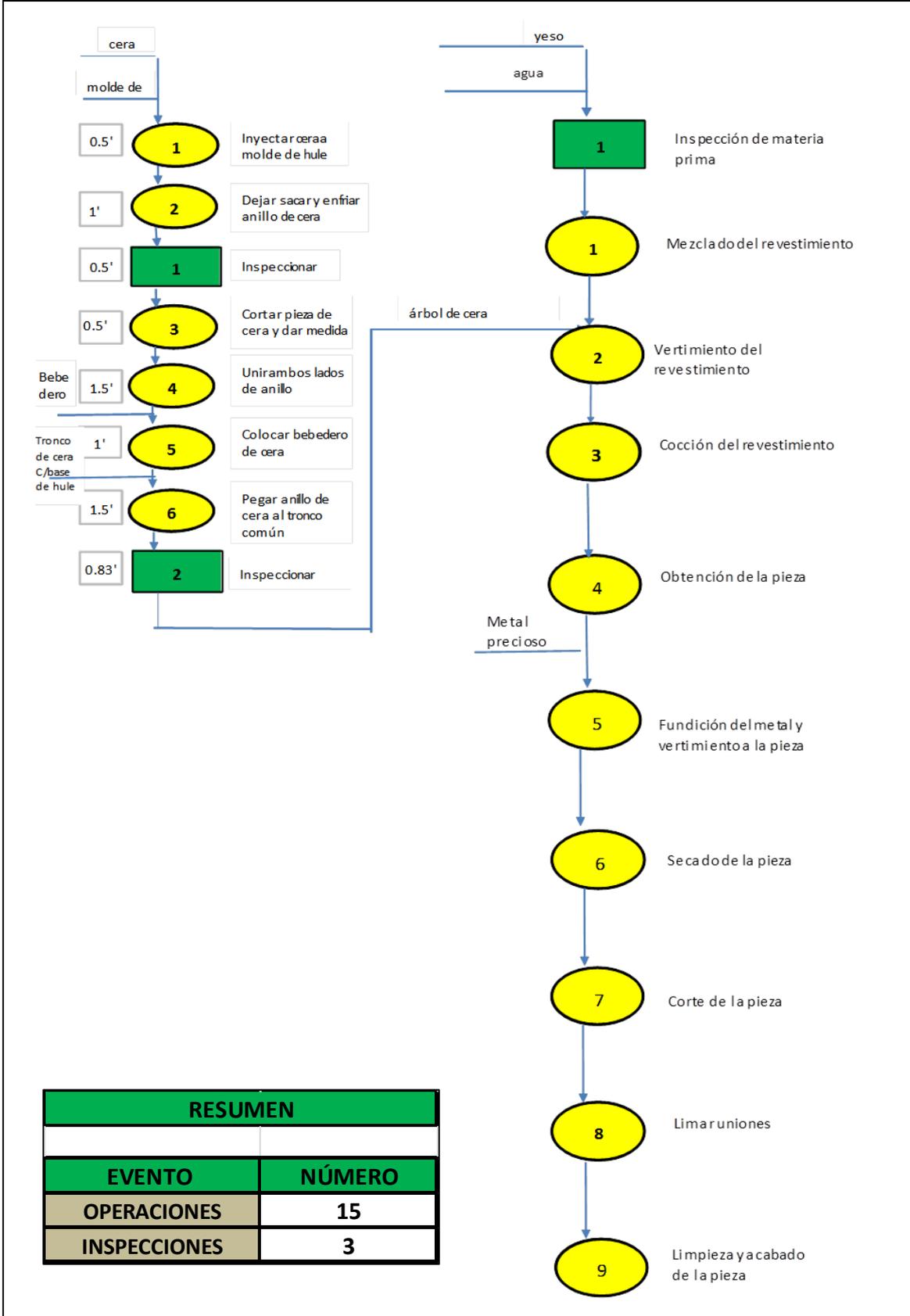


Figura 13. Diagrama de operaciones de línea de producción casting

Fuente. Elaboración propia

Así mismo, a partir de la entrevista que se realizó al jefe de planta, se elaboró un flujograma o diagrama de actividades (Figura 13) que permitió conocer un panorama general del proceso de compra o requisición de insumos en la empresa para la unidad de negocio del casting.

El proceso de compra de insumos se inicia en el área de producción con la necesidad de obtener los insumos, luego de ello se hace el registro de ella, Programa la OP; si existe Hoja de Ruta CORRECTA procede; caso contrario, regresa a Desarrollo para revisión de Hoja de Ruta, una vez validado, procede con la OP. Seguido de ella, pasa por un proceso de vulcanizado, donde se vulcaniza el master y hace el molde, luego por un proceso de inyectado en donde se hace un inyectado de piezas, retoque y sembrado; seguido del yeso, en donde se realiza una preparación del yeso, y cocido del mismo; posteriormente, pasa por fundición, en donde se funde, lava, corta y entrega las piezas según programa. Pasa por el área de pulido, en donde se da un brillo FINAL a la joya. (Lijado, Engrase, Retoque, Cera y Pulido) si es que se realiza un solo pulido y un solo color va directo al empaque y finaliza para su posterior exportación o distribución. Pero en caso, de que el pulido sea bicolor o tricolor, pasa por un diamantado manual, y por el proceso de galvánico, en donde se hace un baño de rodio y/o algún proceso decorativo.

Tabla 14. Diagrama de análisis de procesos de línea de producción casting

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.										
Empresa:			RESUMEN							
			ACTIVIDAD	PRE-TEST	POST-TEST					
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Operación ●	65						
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas		Inspección ■	8						
Área:	Producción		Transporte →	4						
Línea de producción:	Casting		Demora P	8						
			Almacén ▼	0						
			Inspección/Operación ●■	2						
			DISTANCIA (m)	8.6 m.						
			TIEMPO (min)	243.92 min.						
Descripción de las actividades			Distancia	Tiempos (min)	SÍMBOLOS					
					□	○	D	→	◻	▽
Recepción y almacenamiento de materia prima		4.76								
Inspección de materia prima		7.45								
Transporte de material a la mesa	1.6	2.52								
Vulcanizado del modo de hule										
Cortar dos piezas de caucho según la pieza original.		0.67								
Sobreponer el caucho en la pieza original.		1.08								
Colocar caucho dentro del aluminio. Inspeccionar el caucho dentro del aluminio.		1.18								
Inspección de cortado de caucho. Traslado del caucho vulcanizado.		0.15								
Ajustar la tapa de aluminio de la vulcanizadora.		0.81								
Presionar el botón de encendido de la vulcanizadora		0.03								
Calentar el caucho hasta hacerse compacto.		8.96								
Inspeccionar y vulcanizar.		0.08								
Presiona botón de apagado de la vulcanizadora.		0.33	77							

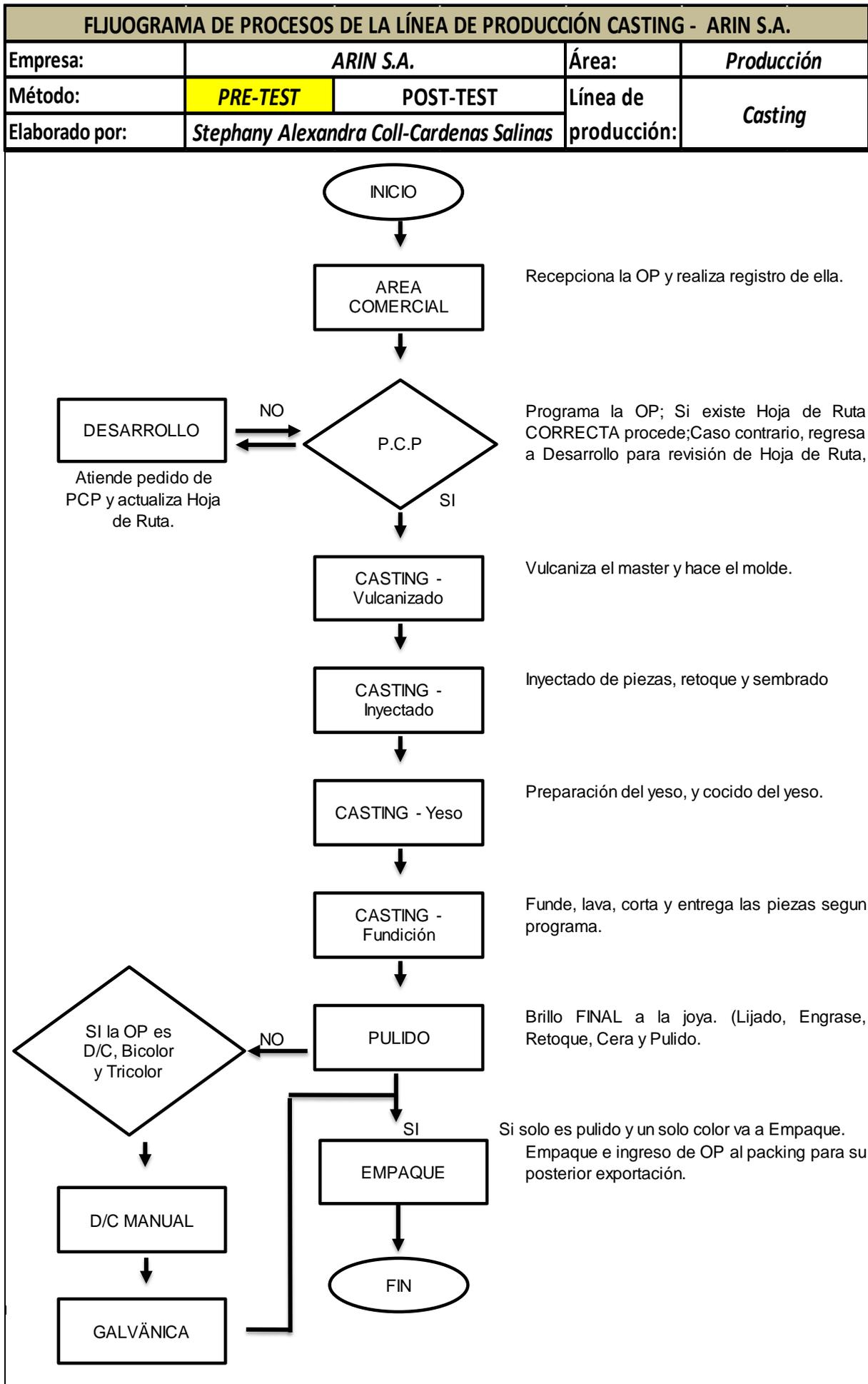
Esperar enfriado de caucho.		3.17						
Cortado de caucho por la mitad.		2.94						
Inspeccionado y cortado del caucho		0.13						
Traslado del caucho vulcanizado	2.5	0.04						
Inyectado de cera al molde								
Digitar en el panel de la inyectora de cera para empezar la operación.		0.07						
Colocar el caucho sobre la pinza de inyectora de cera.		0.03						
Esperar que la máquina inyecte.		0.02						
Retirar el molde de caucho.		0.06						
Esperar que el molde enfríe.		0.04						
Destapar el molde de caucho.		0.03						
Retirar pieza de cera del molde de caucho.		0.06						
Inspeccionar pieza de cera.		0.08						
Retoque y armado de árbol de cera								
Aplicar benzina a la pieza de cera.		0.03						
Limpiar la pieza de cera		0.10						
Habilitar tronco de cera.		0.17						
Sostener cautín.		0.07						
Soldar piezas en tronco de cera en ángulo de 80°.		0.17						

Inspeccionar ángulo de 80 °.		0.10	●					
Trasladarse a siguiente estación	1.4	0.03				●		
Preparado del cilindro y ensamble								
Pesar el árbol de ceras		0.84			●			
Inspeccionar el pesado de árbol de cera.		0.70	●					
Retirar árbol de ceras de balanza.		0.03			●			
Seleccionar cilindro de metal.		0.60			●			
Introducir árbol de ceras en el cilindro metálico.		3.66			●			
Colocar manga de plástica alrededor del cilindro.		3.28			●			
Sellar el cilindro con cinta de embalaje.		1.66			●			
Inspeccionar el sellado del embalaje en el cilindro		0.19	●					
Traslardarse a la siguiente operación	1.6	0.06					●	
Revestimiento de árbol de cera								
Sotener yeso		0.03			●			
Pesar yeso		0.11			●			
Calcular el mezclado de agua y yeso		3.15			●			
Inspección del cálculo de mezcla		1.31	●					
Verter la mezcla en la máquina		0.06			●			
Digitar máquina para empezar el proceso		0.10			●			
Esperar hasta tener una mezcla uniforme		3.21					●	
Apagar la mezcladora de yeso		0.32			●			
Colocar cilindro bajo la boquilla de la mezcladora.		0.19			●			

Presionar botón para vaciar la mezcla en el cilindro.		0.04							
Esperar que llene el cilindro con la mezcla.		0.17							
Retirar el cilindro de máquina mezcladora		0.12							
Esperar que el yeso macice		5.44							
Retirar manga plástica del cilindro		0.14							
Traslado a horno de recocido.	1.5	0.05							
Recocido de árbol de cera									
Abrir la puerta de horno de recocido		0.67							
Acomoda cilindro en el interior de horno de recocido.		1.62							
Cerrar la puerta del horno de recocido		0.10							
Digitar temperatura y dar inicio al proceso		0.84							
Quemado de cera.		104.05							
Abrir puerta del horno		0.62							
Sostener pinzas para retirar cilindro de horno.		3.46							
Inyección del metal precioso									
Sostiene pinzas para poner cilindro en inyectora de metal		0.93							
Ajustar cilindro con boquilla de maquina inyectora		1.53							
Abre la tapa de la maquina inyectora		0.35							
Pesar el metal requerido		2.01							
Verter el metal al crisol		0.55							
Cerrar la tapa de la máquina inyectora		0.37							
Ajustar la tapa de la máquina		0.71							
Digitar la máquina para empezar el proceso (temperatura)		0.49							

Fundir el metal		2.27							
Inspeccionar la fundición del metal		0.38							
Inyectar metal al cilindro		1.54							
Aflojar la boquilla de la máquina inyectora		1.07							
Sostener con pinzas para retirar cilindro de inyectora de metal.		3.34							
Retirar cilindro de la máquina inyectora		2.64							
Esperar que el cilindro enfríe		7.35							
Retirado de yeso y limpieza									
Colocar el cilindro dentro de la máquina		5.24							
Retirar el yeso del cilindro		1.59							
Retirar el árbol metálico del cilindro		0.84							
Colocar el árbol de metal al chorro de agua		3.79							
Retirar el yeso del árbol de metal		3.34							
Esperar a que seque árbol.		1.23							
Cortado y acabado									
Cortado de piezas de metal		3.84							
Limpieza de piezas de metal.		2.75							
Inspección de la limpieza de las piezas de metal.		0.06							
Colocar las piezas en el tambor rotatorio		5.35							
Pulido y brillo de las piezas mediante pines		1.90							
Retirar piezas de metal en un depósito		1.43							
Inspeccionar piezas terminadas		4.60							
Empaquetado		2.31							
Transporte al almacen		3.40							
Almacenamiento		4.54							
TOTAL	8.6	243.92	10	65	8	4	4	1	

Fuente. Elaboración propia



d) Análisis de las causas

A continuación, se muestran las causas principales que se lograron identificar en el Diagrama de Ishikawa (Figura 6).

- **CAUSA: Productos terminados no conformes**

Los productos terminados no conformes, son elementos importantes de los sistemas de gestión de calidad, la cual debe estar enfocada profesionalmente para validar la correcta identificación de estos, detectando las causas que originaron la no conformidad del producto terminado.

Tabla 15 .Productos terminados no conformes

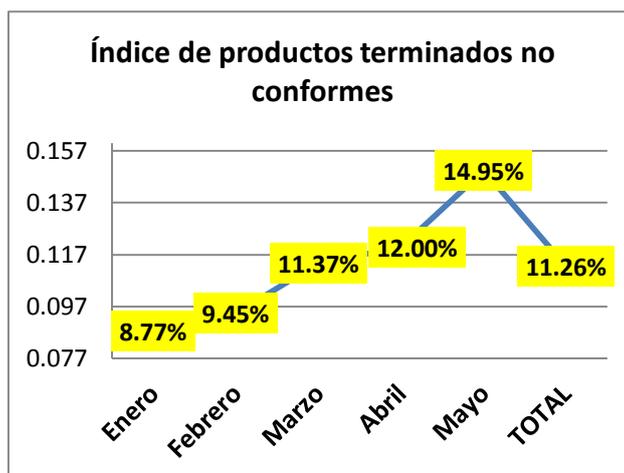
PRODUCTOS TERMINADOS NO CONFORMES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.				
Empresa:			Área:	<i>Producción</i>
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción:	<i>Casting</i>
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>			
MES	Producción de piezas no conformes	Producción de piezas conformes	Total de producción	Porcentaje de productos terminados no conformes
Enero	50	520	570	8.77%
Febrero	52	498	550	9.45%
Marzo	58	452	510	11.37%
Abril	60	440	500	12.00%
Mayo	80	455	535	14.95%
TOTAL	300	2365	2665	11.26%

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 15, se pueden observar la producción de piezas no conformes, producción de piezas conforme y el número total de producción que se han ejecutado en los últimos 5 meses, obteniendo un indicador de productos terminados no conformes promedio de 11.26%.

De igual forma, se observa la existencia de producción de piezas conformes de 2365 unidades y de producción de piezas no conformes 300 unidades en estos últimos 5 meses.

Gráfico 7. Índice de productos terminados no conformes



Fuente. Elaboración propia

En el Gráfico 7, se puede observar los índices de productos terminados no conformes, en el cual el mes de Mayo cuenta con un porcentaje de 14.95% a diferencia de los otros 4 meses restantes. A continuación, presentamos la cantidad de productos no conformes encontrados en los 5 últimos meses:

PRODUCTOS TERMINADOS NO CONFORMES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.			
Empresa:			Área: <i>Producción</i>
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas		<i>Casting</i>
Tipos de defectos	Bajo (Aceptables)	Medio (Rescatables)	Alto (Reprocesadas)
Piezas con porosidad	0	0	17
Piezas con burbujas de aire	0	0	17
Piezas con rugosidad	0	0	16
Producción de piezas de ARIN S.A. (Enero)	Unidades	Porcentaje (%)	
Piezas óptimas	520	91.23%	
Piezas con burbujas de aire (reprocesadas)	17	2.98%	
Piezas con rugosidad (reprocesadas)	16	2.81%	
Piezas con porosidad (reprocesadas)	17	2.98%	
Producción de piezas no conformes	50	8.77%	
Producción de piezas conformes	520	91.23%	
Total de producción	570	100.00%	

Tabla 16. Productos terminados no conformes (Enero)

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 16 se observa, que en el mes de Enero, las piezas con burbujas de aire obtienen un 2.98% de índice de productos de piezas no conformes, del 8.77% que representa el total

de estos, en la producción. A continuación, presentamos la cantidad de productos no conformes del mes de Febrero, en la Tabla 17:

Tabla 17. Productos terminados no conformes (Febrero)

PRODUCTOS TERMINADOS NO CONFORMES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.			
Empresa:			Área:
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas		Casting
Tipos de defectos			
	Bajo (Aceptables)	Medio (Rescatables)	Alto (Reprocesadas)
Piezas con porosidad	0	0	17
Piezas con burbujas de aire	0	0	18
Piezas con rugosidad	0	0	17
Producción de piezas de ARIN S.A. (Febrero)			
	Unidades	Porcentaje (%)	
Piezas óptimas	498	90.55%	
Piezas con burbujas de aire (reprocesadas)	18	3.27%	
Piezas con rugosidad (reprocesadas)	17	3.09%	
Piezas con porosidad (reprocesadas)	17	3.09%	
Producción de piezas no conformes	52	9.45%	
Producción de piezas conformes	498	90.55%	
Total de producción	550	100.00%	

Fuente. Elaboración propia

De la Tabla 17, se aprecia que la producción de piezas no conformes, representa un 9.45% del total de producción de piezas.

De igual forma, las piezas con burbujas de aire (reprocesadas) representan el mayor porcentaje con un 3.27% a comparación de los otros dos tipos de defectos: piezas con rugosidad y porosidad, ambos con un 3.09% del total de piezas no conformes.

Por otro lado, en la Tabla 18, se aprecia que el número de piezas no conformes representa un 11.37% del total de producción. Siendo este mes, el que mayor índice de bienes finales no conformes tiene. Sin embargo, los tipos de defectos que tienen mayor porcentaje son piezas con rugosidad y porosidad con un 3.53% y 4.71% respectivamente.

Tabla 18. Productos terminados no conformes (Marzo)

PRODUCTOS TERMINADOS NO CONFORMES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.			
Empresa:			Área: <i>Producción</i>
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>		<i>Casting</i>
Tipos de defectos			
	Bajo (Aceptables)	Medio (Rescatables)	Alto (Reprocesadas)
Piezas con porosidad	0	0	17
Piezas con burbujas de aire	0	0	16
Piezas con rugosidad	0	0	11
Producción de piezas de ARIN S.A. (Marzo)			
	Unidades	Porcentaje (%)	
Piezas óptimas	452	88.63%	
Piezas con burbujas de aire (reprocesadas)	16	3.14%	
Piezas con rugosidad (reprocesadas)	18	3.53%	
Piezas con porosidad (reprocesadas)	24	4.71%	
Producción de piezas no conformes	58	11.37%	
Producción de piezas conformes	452	88.63%	
Total de producción	510	100.00%	

Fuente. Elaboración propia

A continuación, presentamos la cantidad de productos no conformes del mes de Abril, en la Tabla 19:

Tabla 19. Productos terminados no conformes (Abril)

PRODUCTOS TERMINADOS NO CONFORMES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.			
Empresa:			Área: <i>Producción</i>
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>		<i>Casting</i>
Tipos de defectos			
	Bajo (Aceptables)	Medio (Rescatables)	Alto (Reprocesadas)
Piezas con porosidad	0	0	22
Piezas con burbujas de aire	0	0	18
Piezas con rugosidad	0	0	20
Producción de piezas de ARIN S.A. (Abril)			
	Unidades	Porcentaje (%)	
Piezas óptimas	440	88.00%	
Piezas con burbujas de aire (reprocesadas)	18	3.60%	
Piezas con rugosidad (reprocesadas)	20	4.00%	
Piezas con porosidad (reprocesadas)	22	4.40%	
Producción de piezas no conformes	60	12.00%	
Producción de piezas conformes	440	88.00%	
Total de producción	500	100.00%	

Fuente. Elaboración propia

De la Tabla 19, se aprecia que la producción de piezas no conformes representa un 12.00% del total de producción de piezas. De igual forma, las piezas con porosidad (reprocesadas) representan el mayor porcentaje con un 4.40% a comparación de los otros dos tipos de defectos. A continuación, presentamos la cantidad de productos no conformes del mes de Mayo, en la Tabla 20:

Tabla 20. Productos terminados no conformes (Mayo)

PRODUCTOS TERMINADOS NO CONFORMES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.			
Empresa:			Área: <i>Producción</i>
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción: <i>Casting</i>
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>		
Tipos de defectos	Bajo (Aceptables)	Medio (Rescatables)	Alto (Reprocesadas)
Piezas con porosidad	0	0	34
Piezas con burbujas de aire	0	0	21
Piezas con rugosidad	0	0	25
Producción de piezas de ARIN S.A. (Mayo)		Unidades	Porcentaje (%)
Piezas óptimas		455	85.05%
Piezas con burbujas de aire (reprocesadas)		21	3.93%
Piezas con rugosidad (reprocesadas)		25	4.67%
Piezas con porosidad (reprocesadas)		34	6.36%
Producción de piezas no conformes		80	14.95%
Producción de piezas conformes		455	85.05%
Total de producción		535	100.00%

Fuente. Elaboración propia

De la Tabla 20, se aprecia que la producción de piezas no conformes representa un 14.95% del total de producción de piezas. De igual forma, las piezas con porosidad (reprocesadas) representan el mayor porcentaje con un 6.36% a comparación de los otros dos tipos de defectos. A continuación, la Tabla 21, se aprecia a mayor detalle los cantidad de productos no conformes de cada día laborado del mes de Mayo.

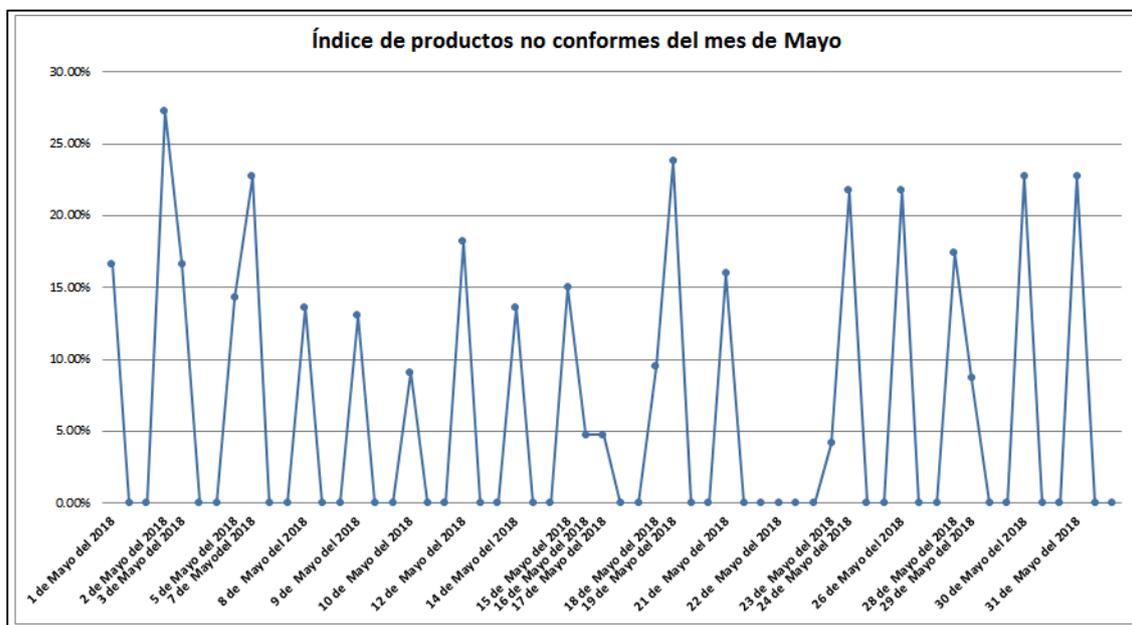
Tabla 21. Productos terminados no conformes en el mes de Mayo

PRODUCTOS TERMINADOS NO CONFORMES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.						
Empresa:			Área:	Producción		
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción:	Casting		
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas		Fecha:	01/05/2018		
DÍAS (MAYO)	Producción de piezas no conformes	Producción de piezas conformes	Total de producción	Item	Descripción	Porcentaje de productos terminados no conformes
1 de Mayo del 2018	4	20	24	1	Piezas con porosidad	16.67%
				2	Piezas con burbujas de aire	
				3	Piezas con rugosidad	
2 de Mayo del 2018	6	16	22	1	Piezas con porosidad	27.27%
				2	Piezas con burbujas de aire	
				3	Piezas con rugosidad	
3 de Mayo del 2018	4	20	24	1	Piezas con porosidad	16.67%
				2	Piezas con burbujas de aire	
				3	Piezas con rugosidad	
5 de Mayo del 2018	3	18	21	1	Piezas con porosidad	14.29%
7 de Mayo del 2018	5	17	22	1	Piezas con porosidad	22.73%
				2	Piezas con burbujas de aire	
				3	Piezas con rugosidad	
8 de Mayo del 2018	3	19	22	1	Piezas con porosidad	13.64%
				2	Piezas con burbujas de aire	
				3	Piezas con rugosidad	
9 de Mayo del 2018	3	20	23	1	Piezas con porosidad	13.04%
				2	Piezas con burbujas de aire	
				3	Piezas con rugosidad	
10 de Mayo del 2018	2	20	22	1	Piezas con porosidad	9.09%
				2	Piezas con burbujas de aire	
				3	Piezas con rugosidad	
12 de Mayo del 2018	4	18	22	1	Piezas con porosidad	18.18%
				2	Piezas con burbujas de aire	
				3	Piezas con rugosidad	
14 de Mayo del 2018	3	19	22	1	Piezas con porosidad	13.64%
				2	Piezas con burbujas de aire	
				3	Piezas con rugosidad	
15 de Mayo del 2018	3	17	20	1	Piezas con porosidad	15.00%
16 de Mayo del 2018	1	20	21	1	Piezas con burbujas de aire	4.76%
17 de Mayo del 2018	1	20	21	1	Piezas con porosidad	4.76%
				2	Piezas con burbujas de aire	
				3	Piezas con rugosidad	
18 de Mayo del 2018	2	19	21	1	Piezas con porosidad	9.52%
19 de Mayo del 2018	5	16	21	1	Piezas con porosidad	23.81%
				2	Piezas con burbujas de aire	
				3	Piezas con rugosidad	
21 de Mayo del 2018	4	21	25	1	Piezas con porosidad	16.00%
				2	Piezas con burbujas de aire	
				3	Piezas con rugosidad	
22 de Mayo del 2018	0	22	22	0		0.00%
23 de Mayo del 2018	1	23	24	3	Piezas con rugosidad	4.17%
24 de Mayo del 2018	5	18	23	1	Piezas con porosidad	21.74%
				2	Piezas con burbujas de aire	
				3	Piezas con rugosidad	
26 de Mayo del 2018	5	18	23	1	Piezas con porosidad	21.74%
				2	Piezas con burbujas de aire	
				3	Piezas con rugosidad	
28 de Mayo del 2018	4	19	23	1	Piezas con rugosidad	17.39%
29 de Mayo del 2018	2	21	23	1	Piezas con porosidad	8.70%
				2	Piezas con burbujas de aire	
				3	Piezas con rugosidad	
30 de Mayo del 2018	5	17	22	1	Piezas con porosidad	22.73%
				2	Piezas con burbujas de aire	
				3	Piezas con rugosidad	
31 de Mayo del 2018	5	17	22	1	Piezas con porosidad	22.73%
				2	Piezas con burbujas de aire	
				3	Piezas con rugosidad	
TOTAL	80	455	535			14.95%

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 21, se pueden observar los porcentajes de productos no conformes de los días del mes de Mayo, el cual consiguió un 14.95%.

Gráfico 8. Índice de productos no conformes del mes de Mayo



Fuente. Elaboración propia

En el Gráfico 8, se observa los días laborables del mes de Mayo, cada uno con su respectivo índice de producto no conforme. Además, el día de 2 de Mayo del 2018, se tuvo un porcentaje de 27.27% con una cantidad de 6 productos no conformes.

En relación, al número de productos no conformes del mes de Mayo de la empresa ARIN S.A., esta lo divide en 3 tipos de características, las cuales son: piezas con rugosidad, piezas con porosidad, piezas con burbujas de aire. Por ello, la cantidad total de cada uno de ellos, se muestra en la Tabla 22, a continuación.

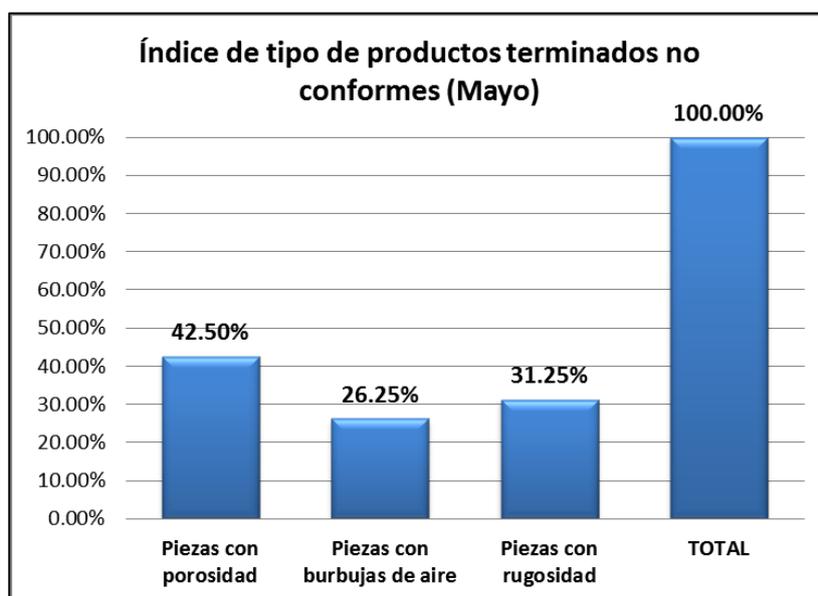
Tabla 22. Resumen de productos no conformes por tipo de defecto del mes de Mayo

PRODUCTOS TERMINADOS NO CONFORMES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.			
Empresa:		Área:	Producción
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción: Casting
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas	Fecha:	01/05/2018
Tipo de defecto	Total (MAYO)	Índice de productos terminados no conformes	
Piezas con porosidad	34	42.50%	
Piezas con burbujas de aire	21	26.25%	
Piezas con rugosidad	25	31.25%	
TOTAL	80	100.00%	

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 22, se observa la existencia de 3 tipos de defectos, de los cuales el mayor índice de daño que se dan en los productos terminados, es el de “piezas con porosidad”, el cual representa un 42.50% del total, en el mes de Mayo.

Gráfico 9. Índice de tipo de productos terminados no conformes (Mayo)



Fuente. Elaboración propia

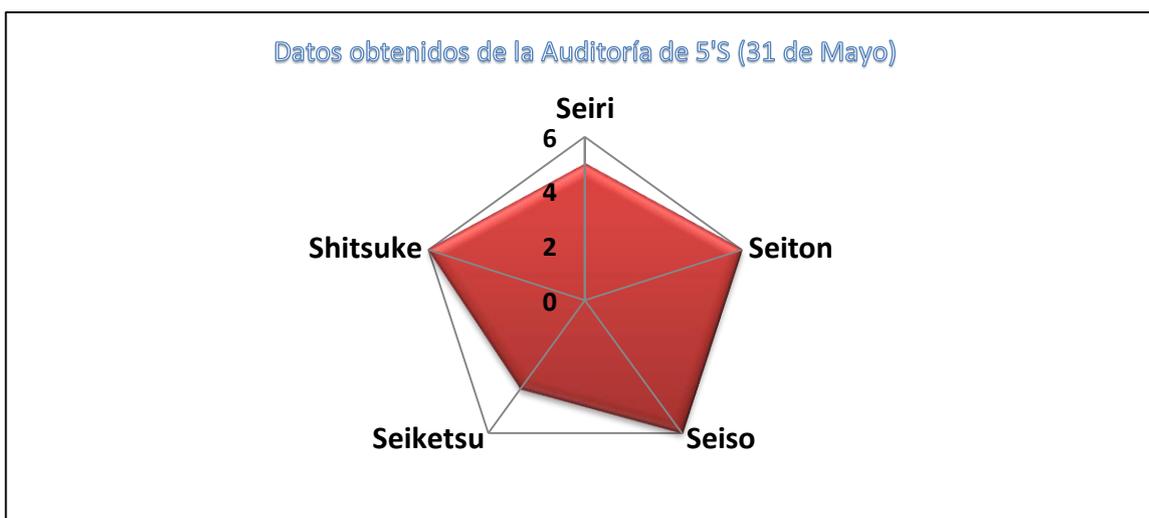
Apreciando la Gráfica 9, se puede observar los tipos de defectos, los cuales están distribuidos en términos de “porcentaje” para el mes de Mayo, de la siguiente forma: piezas con porosidad con 42.50%, piezas con burbujas de aire con 26.25% y por último, piezas con rugosidad con un 31.25%.

• **CAUSA: Falta de orden y limpieza**

Varios factores intervienen en la falta de orden y limpieza, existente dentro de las instalaciones donde se realiza la línea de producción casting. Dentro de ella, se han detectado objetos, maquinarias, herramientas, elementos o componentes innecesarios y mal colocados en áreas o zonas donde no les corresponde situarse.

A continuación, se presenta la Gráfica 10, con los datos obtenidos de la Auditoría 5’S del 31 de Mayo. Con ello, se podrá identificar a las variables altas o bajas; de este modo, ver su rendimiento.

Gráfico 10. Datos obtenidos de la Auditoría 5'S (31 de Mayo)



Fuente. Elaboración propia

Asimismo, en la Tabla 18, se aprecia a mayor detalle los puntajes obtenidos de cada día laborado del mes de Mayo.

En la Tabla 23, se pueden observar cada puntaje logrado por las auditorías internas 5S, en el cual se aprecia que el mes de Febrero tiene mayor puntaje con 65.15%.

Tabla 23. Índice de cumplimiento 5'S

AUDITORÍA 5'S DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.			
Empresa:			Área: <i>Producción</i>
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción: <i>Casting</i>
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>		
MES	Índice de cumplimiento de 5'S (Enero - Mayo)		
Enero	41.56%		
Febrero	65.15%		
Marzo	52.41%		
Abril	25.50%		
Mayo	53.56%		

Fuente. Elaboración propia

Tabla 24. Datos obtenidos de la Auditoría 5'S (Mayo)

AUDITORÍA INTERNAS'S DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A. (MAYO)					
Empresa:				Área:	<i>Producción</i>
Método:	PRE-TEST	POST-TEST		Línea de producción:	<i>Casting</i>
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>				
Fecha	5'S	Puntaje obtenido	Total	Puntaje Planificado	Índice de cumplimiento
1 de Mayo del 2018	Seiri	4	24	50	48.00%
	Seiton	6			
	Seiso	5			
	Seiketsu	4			
	Shitsuke	5			
2 de Mayo del 2018	Seiri	6	27	50	54.00%
	Seiton	4			
	Seiso	7			
	Seiketsu	5			
	Shitsuke	5			
3 de Mayo del 2018	Seiri	4	29	50	58.00%
	Seiton	6			
	Seiso	7			
	Seiketsu	7			
	Shitsuke	5			
4 de Mayo del 2018	Seiri	6	27	50	54.00%
	Seiton	7			
	Seiso	5			
	Seiketsu	4			
	Shitsuke	5			
5 de Mayo del 2018	Seiri	5	28	50	56.00%
	Seiton	5			
	Seiso	6			
	Seiketsu	6			
	Shitsuke	6			
7 de Mayo del 2018	Seiri	5	24	50	48.00%
	Seiton	4			
	Seiso	6			
	Seiketsu	4			
	Shitsuke	5			
8 de Mayo del 2018	Seiri	6	26	50	52.00%
	Seiton	6			
	Seiso	5			
	Seiketsu	5			
	Shitsuke	4			
9 de Mayo del 2018	Seiri	7	27	50	54.00%
	Seiton	5			
	Seiso	4			
	Seiketsu	6			
	Shitsuke	5			
10 de Mayo del 2018	Seiri	7	28	50	56.00%
	Seiton	4			
	Seiso	7			
	Seiketsu	5			
	Shitsuke	5			

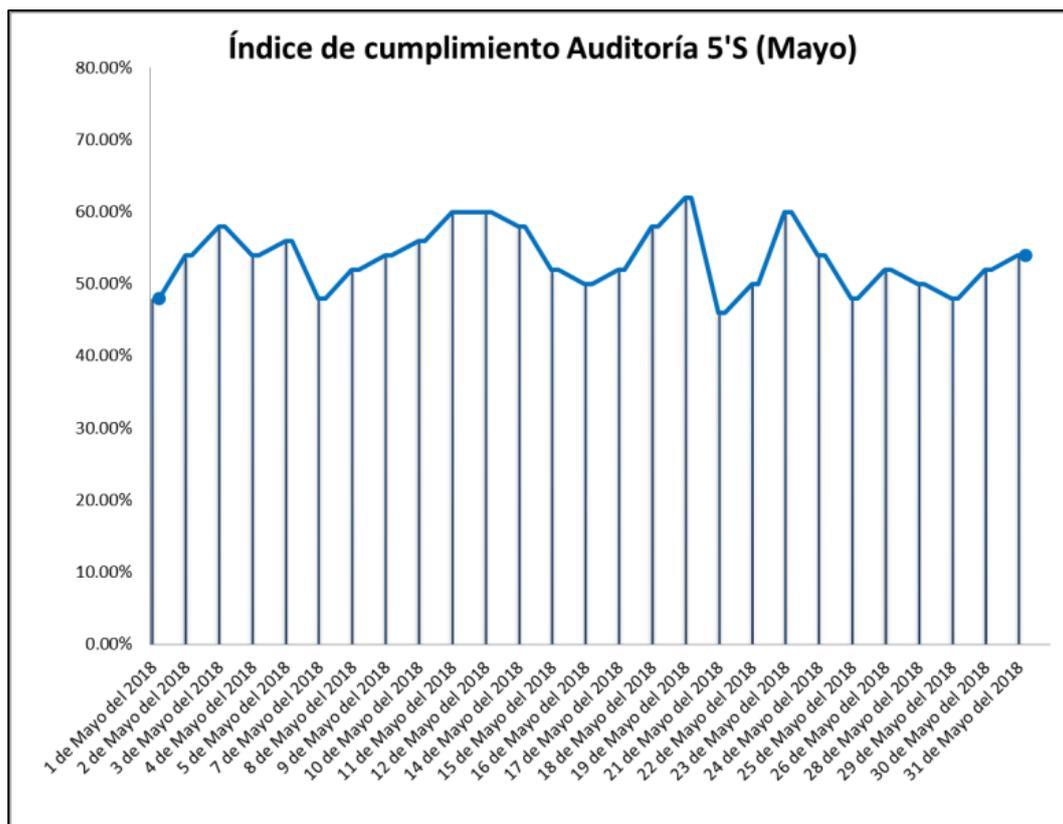
11 de Mayo del 2018	Seiri	6	30	50	60.00%
	Seiton	7			
	Seiso	5			
	Seiketsu	6			
	Shitsuke	6			
12 de Mayo del 2018	Seiri	5	30	50	60.00%
	Seiton	7			
	Seiso	5			
	Seiketsu	6			
	Shitsuke	7			
14 de Mayo del 2018	Seiri	5	29	50	58.00%
	Seiton	6			
	Seiso	6			
	Seiketsu	7			
	Shitsuke	5			
15 de Mayo del 2018	Seiri	5	26	50	52.00%
	Seiton	6			
	Seiso	7			
	Seiketsu	4			
	Shitsuke	4			
16 de Mayo del 2018	Seiri	5	25	50	50.00%
	Seiton	7			
	Seiso	5			
	Seiketsu	4			
	Shitsuke	4			
17 de Mayo del 2018	Seiri	4	26	50	52.00%
	Seiton	7			
	Seiso	6			
	Seiketsu	5			
	Shitsuke	4			
18 de Mayo del 2018	Seiri	6	29	50	58.00%
	Seiton	7			
	Seiso	6			
	Seiketsu	5			
	Shitsuke	5			
19 de Mayo del 2018	Seiri	6	31	50	62.00%
	Seiton	7			
	Seiso	6			
	Seiketsu	6			
	Shitsuke	6			
21 de Mayo del 2018	Seiri	4	23	50	46.00%
	Seiton	5			
	Seiso	5			
	Seiketsu	4			
	Shitsuke	5			
22 de Mayo del 2018	Seiri	6	25	50	50.00%
	Seiton	4			
	Seiso	5			
	Seiketsu	5			
	Shitsuke	5			
23 de Mayo del 2018	Seiri	6	30	50	60.00%
	Seiton	5			
	Seiso	7			
	Seiketsu	6			
	Shitsuke	6			

24 de Mayo del 2018	Seiri	5	27	50	54.00%
	Seiton	4			
	Seiso	6			
	Seiketsu	6			
	Shitsuke	6			
25 de Mayo del 2018	Seiri	5	24	50	48.00%
	Seiton	5			
	Seiso	6			
	Seiketsu	4			
	Shitsuke	4			
26 de Mayo del 2018	Seiri	6	26	50	52.00%
	Seiton	4			
	Seiso	5			
	Seiketsu	6			
	Shitsuke	5			
28 de Mayo del 2018	Seiri	6	25	50	50.00%
	Seiton	5			
	Seiso	5			
	Seiketsu	4			
	Shitsuke	5			
29 de Mayo del 2018	Seiri	6	24	50	48.00%
	Seiton	4			
	Seiso	4			
	Seiketsu	5			
	Shitsuke	5			
30 de Mayo del 2018	Seiri	5	26	50	52.00%
	Seiton	5			
	Seiso	4			
	Seiketsu	6			
	Shitsuke	6			
31 de Mayo del 2018	Seiri	5	27	50	54.00%
	Seiton	6			
	Seiso	6			
	Seiketsu	4			
	Shitsuke	6			
TOTAL			723	1350	53.56%

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 24, se aprecia la cantidad de puntajes alcanzados por la auditoría interna de 5'S en el mes de Mayo. Por medio de esta tabla, se concluye que en los días 11, 12, 23 se obtuvieron un 60.00% y el día 19 de Mayo se logró un puntaje mayor de 62.00%, en relación a la auditoría interna de 5'S. Por otro lado, en el Gráfico 11, se apreciará el índice de cumplimiento del mes en mención.

Gráfico 11. Índice de cumplimiento Auditoría 5'S (Mayo)



Fuente. Elaboración propia

En el Gráfico 11, se pueden observar los puntajes en términos de porcentajes, que se han conseguido en el mes de Mayo. De igual forma, el día 21 de Mayo se consiguió un puntaje de 46.00 %, siendo este uno de los más bajos en relación a los demás días.

A continuación, se presenta en la Tabla 25, la evaluación del último día del mes de Mayo, de forma más detallada.

Tabla 25. Evaluación Auditoría Interna 5'S (31 de Mayo)

AUDITORÍA INTERNAS'S DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A. (MAYO)					
Empresa:			Área:	Producción	
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción:	Casting	
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas		Fecha:	31/05/2018	
Fecha	5'S	Puntaje obtenido	Puntaje Planificado	Índice de cumplimiento alcanzado	Índice de cumplimiento planificado
31 de Mayo del 2018	Seiri	5	10	10.00%	20.00%
	Seiton	6	10	12.00%	20.00%
	Seiso	6	10	12.00%	20.00%
	Seiketsu	4	10	8.00%	20.00%
	Shitsuke	6	10	12.00%	20.00%
TOTAL		27	50	54.00%	100.00%

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 26, se observa que la compañía está en un estado insatisfactorio en relación a la herramienta 5'S.

A continuación, se mostrarán las tablas de evaluación de auditoría interna de 5'S, que se ejecutaron en los últimos 5 meses, de igual forma se presenta el puntaje obtenido el día 31 de Mayo.

Tabla 26.Seiri

EVALUACIÓN DE LA SELECCIÓN DE LO NECESARIO E INNECESARIO - (SEIRI)	SÍ
¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?	x
¿Hay materias primas, semi elaborados o residuos en el entorno de trabajo?	x
¿Hay algún tipo de herramienta, tornillería, pieza de repuesto, útiles o similar en el entorno de trabajo?	x
¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenados, en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	
¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	
¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?	
¿Esta todo el mobiliario:mesas, sillas, armarios ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo?	x
¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?	
¿Existen elementos inutilizados: pautas, herramientas, útiles o similares en el entorno de trabajo?	x
¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?	
TOTAL	5

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 26, se pueden apreciar las 10 preguntas de evaluación para la primera "S" que es Seiri, con el puntaje de: 5 que se ha obtenido el 31 de Mayo.

Tabla 27. Seiton

EVALUACIÓN DEL ORDENAMIENTO - (SEITON)	SÍ
¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?	x
¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?	
¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto	x
¿Están todos los materiales, palets, contenedores almacenados de forma adecuada?	x
¿Hay algún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más	x
¿Tiene el suelo algún tipo de desperfecto: grietas, sobresalto...?	
¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?	x
¿Tienen los estantes letreros identificatorios para conocer que materiales van depositados en ellos?	x
¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?	
¿Hay líneas blancas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?	
TOTAL	6

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 27, se pueden apreciar las 10 preguntas de evaluación para la segunda “S” que es Seiton, con el puntaje de: 6 que se ha obtenido el 31 de Mayo.

Tabla 28.Seiso

EVALUACIÓN DE LA LIMPIEZA - (SEISO)	SÍ
¿Revisa cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	x
¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	x
¿Está la tubería tanto de aire como eléctrica sucia, deteriorada; en general en mal estado?	
¿Está el sistema de drenaje de los residuos de tinta o aceite obstruido (total o parcialmente)?	x
¿Hay elementos de la luminaria defectuosos (total o parcialmente)?	x
¿Se mantienen las paredes, suelo y techo limpios, libres de residuos?	
¿Se limpian las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de grasa, virutas...?	
¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?	x
¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?	x
¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?	
TOTAL	6

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 28, se pueden apreciar las 10 preguntas de evaluación para la tercera “S” que es Seiso, con el puntaje de: 6 que se ha obtenido el 31 de Mayo.

Tabla 29.Seiketsu

EVALUACIÓN DE ESTANDARIZACIÓN - (SEIKETSU)	SÍ
¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?	x
¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?	x
¿Hay algún problema con respecto a ruido, vibraciones o de temperatura (calor / frío)?	
¿Hay alguna ventana o puerta rota?	
¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y espacios habilitados para fumar?	x
¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?	x
¿Se actúa generalmente sobre las ideas de mejora?	
¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?	
¿Se consideran futuras normas como plan de mejora clara de la zona?	
¿Se mantienen las 3 primeras S (eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza)?	
TOTAL	4

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 29, se pueden apreciar las 10 preguntas de evaluación para la cuarta “S” que es Seiketsu, con el puntaje de: 4 que se ha obtenido el 31 de Mayo.

Tabla 30. Shitsuke

EVALUACIÓN DE DISCIPLINA- (SHITSUKE)	SÍ
¿Se realiza el control diario de limpieza?	x
¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?	x
¿Se utiliza el uniforme reglamentario así como el material de protección diario para las actividades	x
¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (arnés, casco...?)	x
¿Cumplen los miembros de la comisión de seguimiento el cumplimiento de los horarios de las	x
¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándares definidos?	
¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?	
¿Se están cumpliendo los controles de stocks?	x
¿Existen procedimientos de mejora, son revisados con regularidad?	
¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos definidos?	
TOTAL	6

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 30, se pueden apreciar las 10 preguntas de evaluación para la última “S” que es Shitsuke, con el puntaje de: 6 que se ha obtenido el 31 de Mayo.

- **CAUSA: Falta de capacitación**

Una de las causas que origina la existencia de baja productividad en la compañía es la falta de capacitación a los trabajadores, puesto que la mayoría de actividades de la línea de producción de casting se dan en base a la experiencia, sin instrucciones de cómo se debería de realizar en cada proceso.

- **CAUSA: Horas de máquina parada**

Una de las causas que produce la baja productividad de la compañía, son las horas de máquina parada, esto produce que se embotelle en un período de tiempo y que no se consigan las metas trazadas de la producción.

Para la línea de producción casting, se requiere maquinarias, las cuales se muestran en la Tabla 31.

Tabla 31. Máquinas para la línea producción de casting

ÁREA	MÁQUINARIA O EQUIPO
Inyectado de cera	Inyectora de cera TR 3K Digital
Vaciado de revestimiento	Bomba de vacío microfusión M, 8m3
Cocción de yeso	Horno de revestimiento de yeso Artelux
Fundición de oro	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3

Fuente. Elaboración propia

A continuación, se presenta el número de horas por maquinaria parada, halladas en los primeros 5 meses del año; en la Tabla 32.

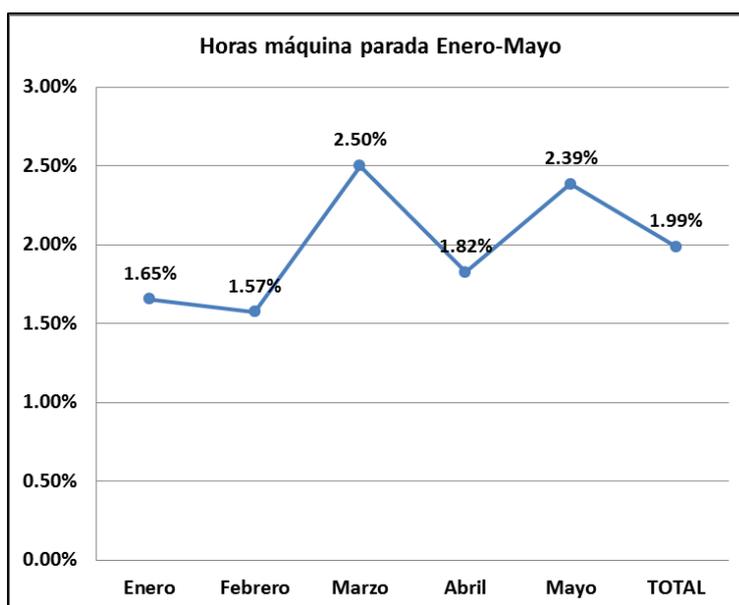
Tabla 32. Horas máquina parada 5 meses antes

HORAS MÁQUINA PARADA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.			
Empresa:			Área: <i>Producción</i>
Método:	<i>PRE-TEST</i>	POST-TEST	Línea de producción: <i>Casting</i>
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>		
Mes	Número de hrs. máquina parada	Horas de trabajo	% hrs. Máquina parada
Enero	9	544	1.65%
Febrero	9	572	1.57%
Marzo	13	520	2.50%
Abril	10	548	1.82%
Mayo	14	587	2.39%
TOTAL	55	2771	1.99%

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 32, se puede observar que han ocurrido 49 horas máquina parada entre los meses de Enero a Mayo.

Gráfico 12. Horas máquina parada Enero-Mayo



Fuente. Elaboración propia

En la Gráfica 12, se observa que en el mes de Mayo, ha existido mayores horas de máquina parada con un 2.39% .

A continuación, se muestra la Tabla 33, que muestra las horas máquina parada para el mes de Enero.

Tabla 33. Horas máquina parada mes de Enero

HORAS MÁQUINA PARADA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A. (ENERO)					
Empresa:			Área:	Producción	
Método:	PRE-TEST	POST-TEST		Línea de producción:	Casting
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas			Fecha:	01/01/2018
Fecha	Tipo de servicio	Máquina Parada	Horas máq. parada	Horas totales de Enero	Índice de horas máq. parada
5 de Enero	Inyección de cera a molde de hule	Inyectora de cera TR 3K Digital	3	544	0.55%
12 de Enero	Fundición de aleación del metal	Horno de casting continuo IECO	2		0.37%
22 de Enero	Fundición de aleación del metal	Horno de casting continuo IECO	1		0.18%
25 de Enero	Fundición de aleación del metal	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg 2	3		0.55%
TOTAL			9		1.65%

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 33, se observa que el 5 y 25 de Enero se tuvo 3 horas máquina parada de la máquina Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3 y la Inyectora de cera TR 3K Digital, el cual representa un 0.55% del total de índice de horas máquina parada.

Tabla 34. Horas máquina parada mes de Febrero

HORAS MÁQUINA PARADA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A. (FEBRERO)					
Empresa:				Área:	Producción
Método:	PRE-TEST	POST-TEST		Línea de producción:	Casting
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas			Fecha:	01/02/2018
Fecha	Tipo de servicio	Máquina Parada	Horas máq. parada	Horas totales de Febrero	Índice de horas máq. parada
6 de Febrero	Fundición de aleación del metal	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	1	572	0.17%
13 de Febrero	Inyección de cera a molde de hule	Inyectora de cera TR 3K Digital	5		0.87%
26 de Febrero	Fundición de aleación del metal	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	3		0.52%
TOTAL			9		1.57%

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 34, se observa que el 13 de Febrero se tuvo 5 horas máquina parada de la máquina Inyectora de cera TR 3K Digital, el cual representa un 0.87% del total de índice de horas máquina parada.

Tabla 35. Horas máquina parada mes de Marzo

HORAS MÁQUINA PARADA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A. (MARZO)					
Empresa:				Área:	Producción
Método:	PRE-TEST	POST-TEST		Línea de producción:	Casting
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas			Fecha:	01/03/2018
Fecha	Tipo de servicio	Máquina Parada	Horas máq. parada	Horas totales de Marzo	Índice de horas máq. parada
2 de Marzo	Fundición de aleación del metal	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	1	520	0.19%
10 de Marzo	Inyección de cera a molde de hule	Inyectora de cera TR 3K Digital	2		0.38%
17 de Marzo	Inyección de cera a molde de hule	Inyectora de cera TR 3K Digital	3		0.58%
24 de Marzo	Fundición de aleación del metal	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	1		0.19%
27 de Marzo	Fundición de aleación del metal	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	6		1.15%
TOTAL			13		2.50%

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 35, se observa que el 27 de Marzo se tuvo 6 horas máquina parada de la máquina Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3, el cual representa un 1.15 % del total de índice de horas máquina parada.

Tabla 36. Horas máquina parada mes de Abril

HORAS MÁQUINA PARADA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A. (ABRIL)					
Empresa:				Área:	Producción
Método:	PRE-TEST	POST-TEST		Línea de producción:	Casting
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas			Fecha:	01/04/2018
Fecha	Tipo de servicio	Máquina Parada	Horas máq. parada	Horas totales de Abril	Índice de horas máq. parada
3 de Abril	Fundición de aleación del metal	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	3	548	0.55%
10 de Abril	Fundición de aleación del metal	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	1		0.18%
17 de Abril	Inyección de cera a molde de hule	Inyectora de cera TR 3K Digital	6		1.09%
TOTAL			10		1.82%

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 36, se observa que el 17 de Abril se tuvo 6 horas máquina parada de la máquina Inyectora de cera TR 3K Digital el cual representa un 1.09% del total de índice de horas máquina parada.

Tabla 37. Horas máquina parada mes de Mayo

HORAS MÁQUINA PARADA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A. (MAYO)					
Empresa:				Área:	Producción
Método:	PRE-TEST	POST-TEST		Línea de producción:	Casting
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas			Fecha:	01/05/2018
Fecha	Tipo de servicio	Máquina Parada	Horas máq. parada	Horas totales de Mayo	Índice de horas máq. parada
4 de Mayo	Fundición de aleación del metal	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	3	587	0.51%
9 de Mayo	Fundición de aleación del metal	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	2		0.34%
22 de Mayo	Fundición de aleación del metal	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	5		0.85%
26 de Mayo	Fundición de aleación del metal	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	4		0.68%
TOTAL			14		2.39%

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 37, se observa que el 22 de Mayo se tuvo 5 horas máquina parada de la máquina Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3, el cual representa un 0.85% del total de índice de horas máquina parada.

- **CAUSA: Falta de cronograma de mantenimiento**

Una de las causas que origina la existencia de baja productividad en la compañía es la falta de cronograma de mantenimiento, esto es de vital importancia, pues es un elemento clave para poder brindar a los usuarios un servicio íntegro y conservar en un buen estado las maquinarias.

2.7.2. Propuesta de Mejora

Después de lograr identificar y recolectar información sobre las causas que representan un mayor impacto y sobre las cuales se tendrán que emplear las alternativas de solución con el Lean Manufacturing para incrementar la productividad, se plantearán las diversas alternativas de solución. De igual forma, se mostrará un cronograma a seguir para la implementación de la propuesta, además, del presupuesto requerido para comenzar con la ejecución de la misma.

Tabla 38. Alternativas de solución de las causas principales

CAUSAS	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	
*Falta de orden y limpieza *Falta de capacitación *Productos terminados no conformes 	L E A N M A N U F A C T U R I N G	5'S 
*Falta de capacitación *Productos terminados no conformes 		Kaizen  <small>KAI = Cambio ZEN = Bueno</small>
*Horas de máquina parada *Falta de cronograma de mantenimiento *Productos terminados no conformes 		Mantenimiento Preventivo 

Fuente. Elaboración propia

La Tabla 38, nos indica que las causas seleccionadas como relevantes del Diagrama de Ishikawa (Figura 6), al igual que las alternativas de solución a implementar para con ello, solucionar cada una de ellas. De esta forma, se cumplirá con los objetivos de la presente investigación.

2.7.2.1. Presupuesto del Proyecto

En la Tabla 39, se observa el presupuesto para la implementación del Lean Manufacturing, que se ha mostrado a la gerencia para su posterior revisión.

Tabla 39. Presupuesto de Implementación

Recursos materiales	
Descripción	Costo
Cronómetro CASIO 151217 swt	S/. 110.00
Escoba barredora	S/. 16.00
Tableros	S/. 8.00
Lapiceros	S/. 5.00
Memoria USB 16GB Sandisk Cruzar Blade	S/. 36.00
Cintas Señalización de áreas Rfx	S/. 30.00
Hojas Bond (paquete)	S/. 16.00
TOTAL	S/. 221.00
Recursos humanos	
Descripción	Costo
Costo Horas- Hombre	S/. 5,000.00
TOTAL	S/. 5,000.00
Transporte	
Descripción	Costo
Transporte	S/. 780.00
TOTAL	S/. 780.00
PRESUPUESTO TOTAL	
Descripción Total	Costo
Recursos Materiales	S/. 221.00
Transporte	S/. 780.00
Recursos Humanos	S/. 5,000.00
TOTAL	S/. 6,001.00

Fuente. Elaboración Propia

2.7.3. Ejecución de la propuesta

2.7.3.1. Ejecución de las 5'S

Para poner en marcha la metodología de las 5'S, fue necesario saber que el alcance de esta implementación de la herramienta se dará en el área de producción, siendo más específicos en la línea de producción de casting de la empresa ARIN S.A.

De igual forma, es relevante resaltar algunos puntos importantes, los cuales serán pilares tomados en cuenta para la ejecución de las 5'S, entre los cuales están:

- Establecer con claridad cada objetivo trazado, darlos a conocer en el preciso momento de la ejecución de las 5'S, y con ello alcanzar, que las zonas en donde están realizando los procesos estén debidamente limpias y fuera de cosas innecesarias.
- Crear grupos de trabajo formados por los mismos empleados; para así tener jefes responsables de cada grupo, con ello, ejecutarse la retroalimentación pertinente durante la etapa de ejecución de esta herramienta.
- Realizar una capacitación continua de los trabajadores interesados en mejorar el ritmo de trabajo, esto va desde el mismo gerente, el área administrativa y principalmente los empleados del área de producción; facilitándoles la información de la herramienta de Lean.

Previamente, se dará una capacitación a los empleados, por medio de un curso a cada trabajador de campo y área administrativa. De igual forma, se realizarán documentos y textos importantes para tal capacitación, como se refleja en el Anexo 22.

En base al Diagrama de Gantt de las 5'S, el cual se muestra reflejado en el Anexo 20, podríamos decir que es sencilla su ejecución, pero es implica constancia en las acciones tomadas y dureza; con el triunfo de la realización, se logrará aumentar la productividad de la compañía ARIN S.A.

En seguida, se mostrará el detalle de cada punto puesto en el cronograma para le ejecución de las 5'S en la empresa.

A. Actividades Preliminares

En primera instancia se tienen cuenta las siguientes acciones a tomar para la implementación de las 5'S.

- **Sensibilización**

En este primer punto, se dió una charla a parte del personal de la compañía, teniendo en cuenta la información precisa y necesaria, para dar a conocer la herramienta y lo que se realizará en cada una de las "S".

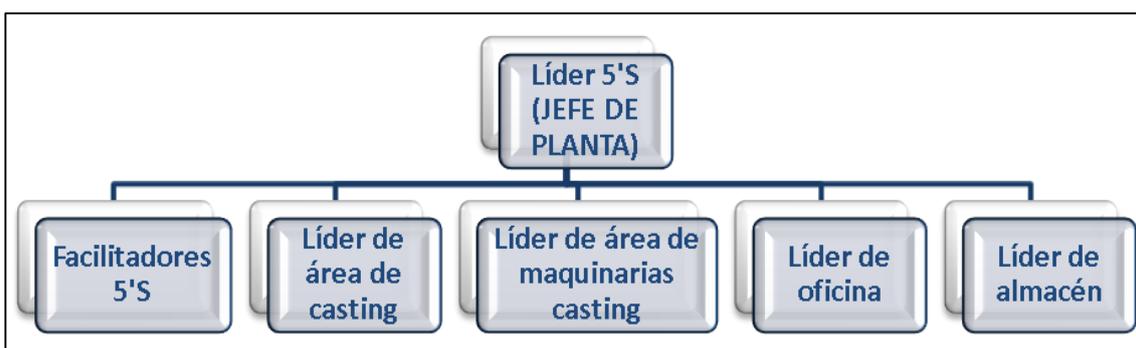
La reunión se realizó el lunes 23 de Julio del 2018, en el interior de la empresa, todo previamente coordinado con el gerente y jefe del área de producción, el cual fue dado al personal involucrado, teniendo una duración de 45 min. Seguido de ello, los empleados se quedaron con ganas de empezar la implementación, demostrando bastante interés en el plan. Por ello, se continuó con las siguientes acciones:

- **Formación de comités o equipos de trabajo**

Para este punto, se formó algunos comités de 5'S, los cuales tenían funciones relevantes, entre ellas tenemos:

- Velar por el eficaz cumplimiento de la ejecución de las 5'S.
- Promover la participación de los empleados de la empresa.
- Mejorar el hábito de trabajo.
- Motivar al personal para evitar el "miedo al cambio".
- Ejecución de auditorías antes y después de aplicar la herramienta.
- Ser líderes y ejemplo a seguir de sus compañeros de trabajo.

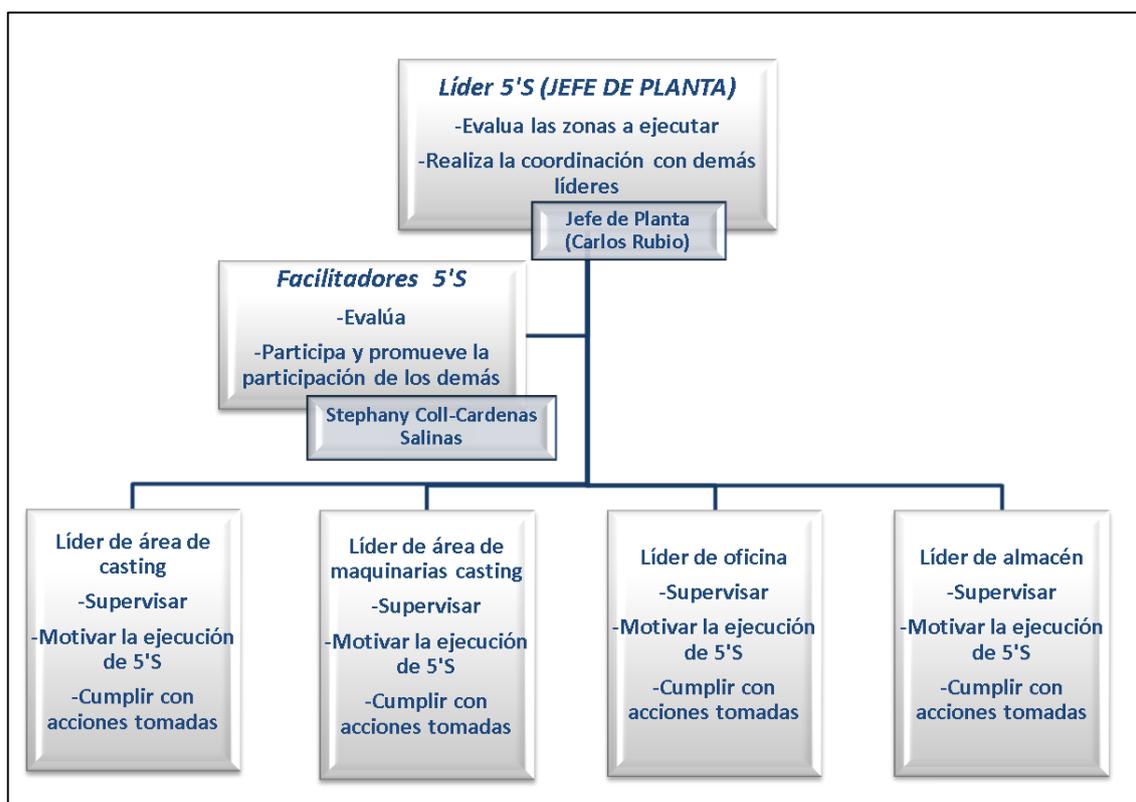
Gráfico 13. Organigrama estructural de comité de 5'S



Fuente. Elaboración propia

Con respecto al Gráfico 13, se aprecia el organigrama estructural de las 5'S, el cual está distribuido en un líder general que es el Jefe de Planta, seguido de los facilitadores de las 5'S, el líder del área de casting, de las maquinarias de casting, de oficina y por último, el líder de almacén.

Gráfico 14. Organigrama funcional de 5'S



Fuente. Elaboración propia

En el Gráfico 14, se aprecia el organigrama funcional de la herramienta 5'S, en el cual cada líder de cada comité cuenta con sus funciones a realizar para el éxito de la ejecución.

- **Entrenamiento del personal involucrado**

Luego de haber concluido con la creación de los comités de 5'S, se preparó y entrenó a parte del personal involucrado, para que sepan los pasos a seguir en la herramienta de calidad, y con ello, resolver todas sus dudas.

De igual forma, se realizó un plan de ejecución, en donde quedan descritas las acciones a realizar, por medio de un Diagrama de Gantt de las 5'S la cual se encuentra en la Tabla 35.

Para esta etapa de ejecución, se hizo un anuncio para comunicar a los trabajadores sobre lo que sería el plan de ejecutar las 5'S en el área de producción de casting, tal y como se muestra en el Gráfico 15.

Gráfico 15. Afiches de 5'S



Fuente. Elaboración propia

- **Evaluación Inicial 5S**

Para finalizar, antes de la ejecución de la primera "S" (Seiri), se hizo una auditoría inicial para las 5'S, con el fin de evaluar el estado real y actual de la compañía. En efecto, se usó el

Formato de Evaluación Inicial 5'S y de igual forma se apreciará la siguiente tabla de Clasificación de Calificaciones en la Tabla 41, a continuación:

Tabla 41. Clasificación de calificaciones para formato de evaluación inicial 5'S

TABLA DE CLASIFICACIÓN	
CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
0	5 o más problemas
1	4 problemas
2	3 problemas
3	2 problemas
4	1 problemas
5	0 problemas

Fuente. Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Tabla 41, se encuentran las calificaciones de un rango de 0 a 5 puntos, los cuales son tomados en cuenta para el formato de la Evaluación Inicial de las 5'S. A continuación el Formato de Evaluación Inicial en la Tabla 43.

Como se aprecia en la Tabla 42, se puede obtuvo en la primera S un puntaje de 5, en la segunda S un puntaje de 0, en la tercera S un puntaje de 5, en la cuarta S un puntaje de 0 y en la última un puntaje de 0. A continuación, se mostrará un resumen de los datos obtenidos de la Evaluación Inicial de 5'S.

Tabla 42. Formato de Evaluación Inicial 5'S

EVALUACIÓN INICIAL DE 5'S - ARIN S.A.									
Empresa:				Área:	Producción				
Método:	PRE-TEST	POST-TEST		Línea de producción:	Casting				
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas			Fecha:	26/07/2018				
"S" EVALUADA	ITEM	Criterio de Evaluación	CALIFICACIÓN					TOTAL	
			0	1	2	3	4		5
SEIRI (SELECCIONAR)	1	¿Hay herramientas en mal estado o desechables?		X					5
	2	¿Existen equipos que no se usen en el puesto de trabajo?				X			
	3	¿Los pasillos se encuentran bloqueados?		X					
SEITON (ORDENAR)	4	¿Están materiales fuera del alcance del operario?	X						0
	5	¿Le falta identificación al puesto de trabajo ?	X						
	6	¿Hay materiales fuera de su lugar ?	X						
SEISO (LIMPIAR)	7	¿Existe suciedad, basura en el puesto de trabajo (pisos, ventanas, mesas, etc.)?		X					5
	8	¿Existe fugas de aceite, agua o aire en la zona?					X		
	9	¿Están las máquinas sucias?	X						
SEIKETSU (ESTANDARIZAR)	10	¿Se realiza la operación de forma repetitiva?	X						0
	11	¿El operario conoce y hace la operación de forma correcta?	X						
	12	¿La identificación y señalización son iguales y estandarizados?	X						
SHITSUKE (DISCIPLINA)	13	¿Se sigue con el cronograma planeado?	X						0
	14	¿El personal conoce las 5'S, ha recibido capacitaciones al respecto?	X						
	15	¿Se aplica la cultura de 'S' y principios de clasificación, orden y limpieza?	X						

Fuente. Elaboración propia

Tabla 43. Datos obtenidos de la Evaluación Inicial de 5'S

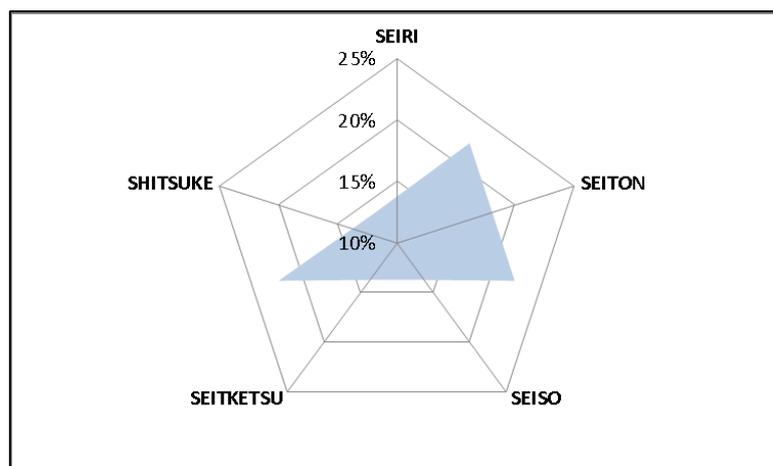
DATOS OBTENIDOS DE LA EVALUACIÓN INICIAL		
5'S	SUMATORIA	PUNTAJE OBTENIDO
SEIRI	5	7%
SEITON	0	0%
SEISO	5	7%
SEITKETSU	0	0%
SHITSUKE	0	0%
TOTAL	10	14%
PUNTAJE MÁXIMO	75	100%

Fuente. Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 43, se muestra en Seiri un porcentaje de 7% al igual que Seiso, en relación a Seiton, Seiketsu y Shitsuke con un porcentaje de 0%. Agregando a lo dicho anteriormente, se puede obtener como máxima calificación en cada “S” un puntaje de 15, siendo 5 las etapas sumarían un puntaje total o máximo de 75. En base a lo planteado, se observará como está la compañía en estos momentos en relación a la herramienta de las 5’S.

De igual forma, se muestran los datos de la Evaluación Inicial que se hizo en la compañía ARIN S.A., como se puede observar esta tiene una calificación de 10 de un total de 75, siendo el 14% del total.

Gráfico 16. Datos obtenidos de la Evaluación Inicial 5'S



Fuente. Elaboración propia

En el Gráfico 16, se observa que la compañía está en un estado de insatisfacción en relación a las 5'S.

De igual forma, en el Gráfico 17, se muestra que el nivel de oportunidad de mejorar es del 86% en la empresa, pues en la Tabla 44 se observó que el porcentaje obtenido a partir de la evaluación inicial de 5'S arrojó un 14%.

Gráfico 17. Nivel de oportunidad de mejora de 5'S



Fuente. Elaboración propia

B. 1° S: SEIRI (SELECCIONAR)

Para el proceso de inicio de la etapa de “Seleccionar”, es importante identificar cuáles son los objetos o herramientas necesarias o no relevantes en el área de trabajo; es decir, determinar los aspectos o criterios para descartar y catalogar los materiales. Principalmente, en este punto se crearán las “tarjetas rojas”. Tal y como se muestra, en la Tabla 44, a continuación:

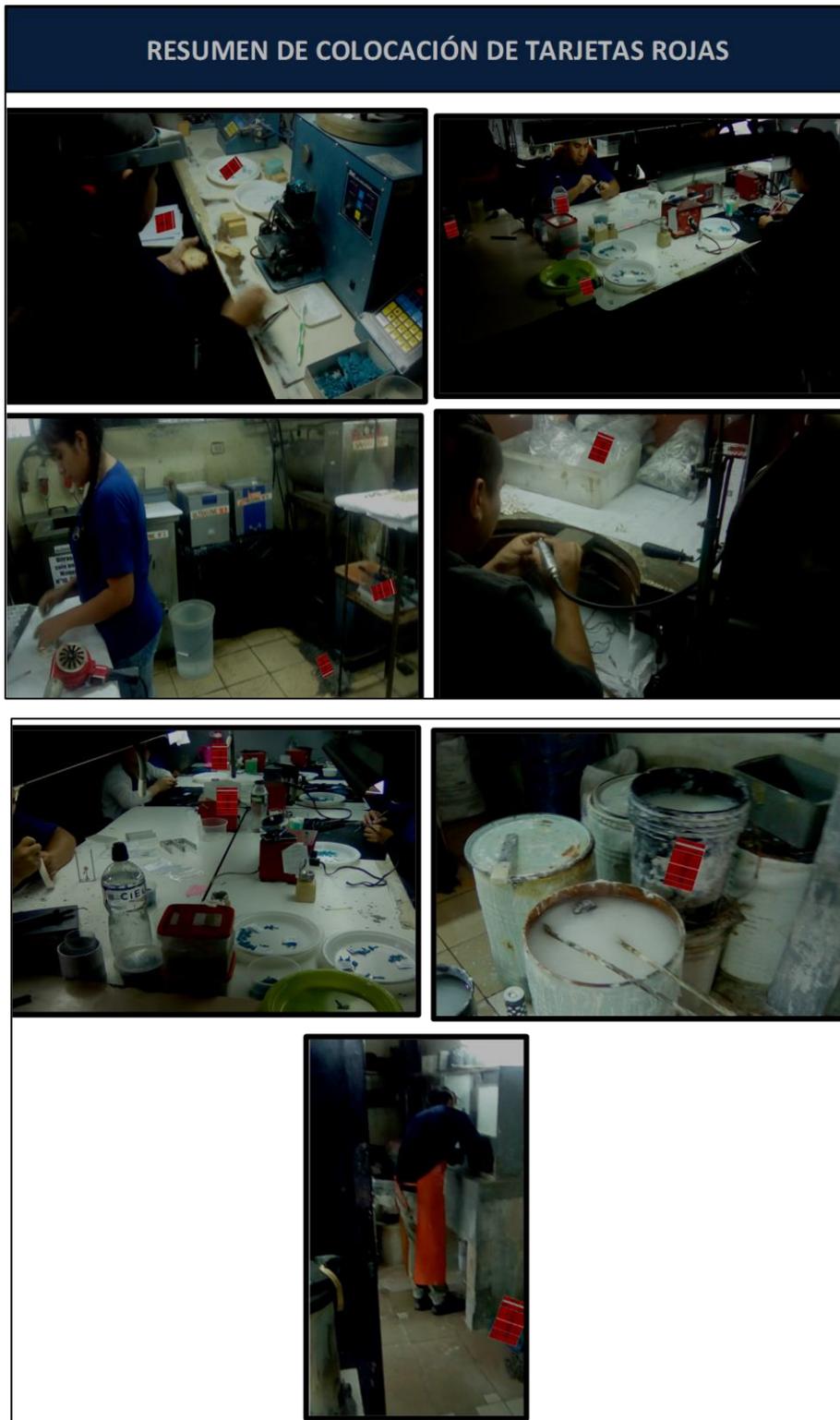
Tabla 44. Tarjeta roja

TARJETA ROJA		N°
NOMBRE DEL ARTÍCULO:		CANTIDAD:
LOCALIZACIÓN:		FECHA:
CATEGORÍA	Materia prima	
	Producto en proceso	
	Producto terminado	
	Máquinaria o equipo	
	Herramientas	
	Útiles	
	Mobiliaria	
	Producto químico	
Otro (especifique)		
RAZÓN DE TARJETA	Defectuoso	
	Residuo	
	Uso desconocido	
	Contaminante	
	No se usa	
	Obsoleto	
	Dañado	
	Otro (especifique)	
ACCION A TOMAR	Desechar	
	Organizar	
	Mover a almacén	
	Sugerencia	
Evaluator:		
Observaciones		

Fuente. Elaboración propia

Con respecto a la etapa de “Seleccionar”, se hizo la recolección de datos en las tarjetas rojas, las cuales fueron colocadas en los objetos que pertenecen al área de producción de la línea de casting. En la Figura 15, se aprecian los objetos donde han sido puestas las tarjetas rojas, para luego llevarlos a otra área o desecharlos.

Figura 15. Resumen de colocación de tarjetas rojas



Fuente. Elaboración propia

A continuación, en la Tabla 46, se pusieron 12 tarjetas rojas a varios elementos, obteniendo de esta forma, un mejor manejo visual. Con ello, poder obtener más espacio de trabajo para el operario, reduciendo los tiempos en alcanzar a las herramientas.

Con respecto a la Tabla 45, se aprecia el formato de Registro de tarjetas rojas, en el cual se tomó en cuenta los objetos encontrados que son innecesarios en el puesto de trabajo, los cuales se tienen que desechar, organizar, mover y vender. Seguido de ello, se deberá continuar con la siguiente etapa de “Ordenar”.

Tabla 45.Registro de tarjetas rojas

REGISTRO DE TARJETAS ROJAS DE OBJETOS INNECESARIOS DE LA EMPRESA ARIN S.A.							
Empresa:				Área:	Producción		
Método:	PRE-TEST	POST-TEST		Línea de producción:	Casting		
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas						
Ítem	Fecha	Elemento	Categoría	Razón de tarjeta	Cantidad	Acción a tomar	Ubicación
1	31/07/2018	Trapos	Útiles	Reduce espacio	1 und.	Mover	Almacén
2	31/07/2018	Bolsas transparentes	Útiles	Material sobrante	1 und.	Mover	Almacén
3	31/07/2018	SERRUCHO	Herramientas	Material sobrante	1 und.	Organizar	Taller
4	31/07/2018	Restos de molde de hule	Materia prima	Material sobrante	250 gr.	Reutilizar	Taller
5	31/07/2018	Hojas bond	Útiles	Material sobrante	80 gr	Vender	Recicladores
6	31/07/2018	Botellas de plástico	Útiles	Reduce espacio	2 und.	Vender	Recicladores
7	31/07/2018	Platos de corrospum	Útiles	Reduce espacio	4 und.	Vender	Recicladores
8	31/07/2018	Vasos de plástico	Útiles	Reduce espacio	5 und.	Desechar	Contenedor de basura
9	31/07/2018	Tomatodos	Útiles	Reduce espacio	2 und.	Organizar	Taller
10	31/07/2018	Valdes con residuos líquidos	Producto químico	Contaminante	5 und.	Desechar	Contenedor de basura
11	31/07/2018	Palos de escobas	Útiles	Reduce espacio	2 und.	Mover	Taller
12	31/07/2018	Taper contenedor de plástico	Útiles	Reduce espacio	3 und.	Organizar	Taller

Fuente. Elaboración propia

C. 2° S: SEITON (ORDENAR)

Luego de haber seleccionado los elementos innecesarios del puesto de trabajo, se procede a ordenar; para ello, se deberá realizar una delimitación de los espacios y la reubicación u organización de los materiales y elementos en relación a su uso.

En relación al ordenamiento de los objetos se tomará en cuenta el “Círculo de Frecuencia de Uso”, la cual se muestra la Figura 16; siendo esta necesaria para poder identificar los lugares o zonas en donde se van a reubicar los elementos. Con ello, estos puedan ser hallados fácilmente por cada uno de los operarios del área de casting.

Figura 16. Círculo de Frecuencia de uso



Fuente. Rajadell y Sánchez (2010)

En seguida, se tendrá en cuenta el “Registro de objetos necesarios”, la cual demostrará información precisa y real sobre aquellas herramientas que son importantes para el operario. De igual forma, se tomará en cuenta la frecuencia de uso, para darle una ubicación adecuada al objeto, y es con esa información, que se demostrarán en la Tabla 46 la ubicación correcta de cada uno de los elementos.

Tabla 46. Registro de elementos necesarios

REGISTRO DE OBJETOS NECESARIOS DE LA EMPRESA ARIN S.A.							
Empresa:			Área:	Producción			
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción:	Casting			
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas						
Ítem	Área	Elemento	Cantidad	Ubicación	Categoría	Frecuencia de Uso	Ubicación Final
1	Producción	Cepillos	10	Mesa de inyectado de cera	Herramienta	Varias veces al día	Mesa de inyectado de cera
2	Producción	Moldes de hule	50	Mesa de inyectado de cera	Insumo	Varias veces al día	Mesa de inyectado de cera
3	Producción	Pinzas oblicua	10	Mesa de retoque	Herramienta	Cada hora	Mesa de retoque
4	Producción	Vaso descartable	12	Mesa de pulido	Útiles	Cada hora	Mesa de retoque
5	Producción	Bolsas de plástico	6	Área de revestimiento de yeso	Útiles	Cada hora	Mesa de pulido
6	Producción	Secadora	3	Área de secado	Herramienta	Cada hora	Área de secado
7	Producción	Cuchillas	14	Área de pulido	Herramienta	Varias veces al día	Área de retoque
8	Producción	Hisopos con caja	60	Mesa de retoque	Útiles	Varias veces al día	Mesa de retoque
9	Producción	Reglas	15	Mesa de pulido	Útiles	Cada hora	Mesa de pulido
10	Producción	Bebedero de cera	26	Mesa de inyectado de cera	Insumo	Varias veces al día	Mesa de inyectado de cera
11	Producción	Pinzas para cilindros	6	Área de revestimiento de yeso	Herramienta	Cada hora	Área de revestimiento de yeso
12	Producción	Calculadora	14	Mesa de retoque	Útiles	Varias veces al día	Mesa de pulido
13	Producción	Balanza de precisión	5	Mesa de pulido	Equipo	Varias veces al día	Mesa de pulido
14	Producción	Alicate de corte	14	Mesa de pulido	Herramienta	Varias veces al día	Mesa de pulido
15	Producción	Bisturí	16	Mesa de retoque	Herramienta	Varias veces al día	Mesa de retoque
16	Producción	Bencina en botella	50	Mesa de retoque	Producto químico	Varias veces al día	Mesa de retoque

Fuente. Elaboración propia

D. 3° S: SEISO (LIMPIAR)

Para este tercer punto, se tomó en cuenta que la limpieza es En esta tercera etapa de las 5S, se tiene en cuenta que la limpieza es completa. Se estableció, que el día miércoles 08 de Agosto del presente año, se llevará a cabo una limpieza en el área de casting, para demostrar que la herramienta aplicada se está llevando.

- Identificar y erradicar fuentes de suciedad

Para esta etapa fue relevante, conocer cuáles eran los focos principales de suciedad en los puestos de trabajo, y con ello, tomar acciones de erradicación, por medio de la eliminación de polvo y despilfarros.

- Asignación de limpieza por zona

La limpieza se dará en forma periódica y con un tiempo establecido no mayor de 12 minutos/día. La meta principal es que, cada trabajador conserve limpio cada una de las maquinarias que maneja, de igual forma, sus herramientas de trabajo y/o insumos con los que cuenta, al finalizar el día. A cada trabajador del área, se le brindará la responsabilidad absoluta de conservar su puesto de labor. Asimismo, se le darán pautas a seguir, acerca de lo que cada uno de ellos tendría que realizar para mantener y lograr que su zona de trabajo esté como se estableció e indicó, o en mejor de los casos, este mejor.

Tabla 47. Asignación de limpieza por zonas

ASIGNACIÓN DE LIMPIEZA POR ZONACASTING - ARIN S.A.								
Empresa:					Área:	Producción		
Método:	PRE-TEST		POST-TEST		Línea de producción:	Casting		
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas							
Nombre del encargado	ÁREAS A LIMPIAR							
	Vulcanizado	Inyectado	Revestimiento (yeso)	Fundición	Pulido	Empaquetado	Almacén	Despacho
Sonia Neyra					x			
Gloria Hurtado	x	x						
Pedro Solanilla							x	
Mario Vilcatoma			x					
David Jimenez				x				
Renzo Calle	x				x			
Olivia León						x		
Julio Robles								x

Fuente. Elaboración propia

En base a la Tabla 47, se observan las zonas que cada uno de los encargados deberá conservar totalmente limpio. Luego de haber ejecutado Seiso, ya se evidencia las mejoras en cada proceso, esto debido, a que cada pasadizo está libre y los trabajadores pueden moverse fácilmente.

E. 4° S: SEIKETSU (ESTANDARIZAR)

En esta etapa de “Estandarización”, se continúa con el concepto de estándares de control visual, los cuales consistieron en colocar elementos visibles que sirvieron para notificar algún tipo de peligro. De igual forma, se implementó señales de evacuación.

Por otro lado, se añadieron en la compañía algunos carteles textuales, en base a como se irá mejorando si se sigue ejecutando de forma correcta esta herramienta; asimismo, el progreso desde que se dio la primera auditoría o evaluación. De igual forma, en el Anexo 24, los instructivos de trabajo estandarizados para la línea de casting.

Figura 17. Colocación de carteles



Fuente. Elaboración propia

Figura 18. Colocación de alertas de peligros



Fuente. Elaboración propia

F. 5° S: SHITSUKE (DISCIPLINA)

Para finalizar, “Shitsuke”, considerada una de las etapas más complejas de la herramienta de 5’S, ya que busca la continuidad y evita el retroceso de las 4’S anteriores. De igual forma, busca que esta herramienta se convierta en un hábito cotidiano de mejora para la empresa.

- Evaluación final de 5’S

Para este punto de auditoría o evaluación final de la herramienta, se realizará un seguimiento y control de la metodología aplicada. Con ello, se logrará identificar las mejoras y constatar si se obtuvieron mejoras en el área de casting con la ejecución de las 5’S.

A continuación el Formato de Evaluación Final de 5’S en la Tabla 48, en donde se muestra datos obtenidos en la evaluación final de las 5’S, la cual fue realizada en la empresa ARIN S.A., tal y como se muestra se obtuvo un puntaje de 66 de un total de 75 puntos, siendo este el 88% del total.

Para tener una idea clara, de la implementación de las 5’S en el área de casting, se pasará a ver en los Anexos 15, 16, 17, 18 y 19.

Tabla 48. Datos de la evaluación 5'S

EVALUACIÓN FINAL DE 5'S - ARIN S.A.									
Empresa:			Área:	Producción					
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción:	Casting					
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas		Fecha:	16/08/2018					
"S" EVALUADA	ITEM	Criterio de Evaluación	CALIFICACIÓN					TOTAL	
			0	1	2	3	4		5
SEIRI (SELECCIONAR)	1	¿Hay herramientas en mal estado o desechables?					x		13
	2	¿Existen equipos que no se usen en el puesto de trabajo?					x		
	3	¿Los pasillos se encuentran bloqueados?						x	
SEITON (ORDENAR)	4	¿Están materiales fuera del alcance del operario?						x	15
	5	¿Le falta identificación al puesto de trabajo ?						x	
	6	¿Hay materiales fuera de su lugar ?						x	
SEISO (LIMPIAR)	7	¿Existe suciedad, basura en el puesto de trabajo (pisos, ventanas, mesas,etc.)?					x		12
	8	¿Existe fugas de aceite, agua o aire en la zona?						x	
	9	¿Están las máquinas sucias?				x			
SEIKETSU (ESTANDARIZAR)	10	¿Se realiza la operación de forma repetitiva?						x	13
	11	¿El operario conoce y hace la operación de forma correcta?					x		
	12	¿La identificación y señalización son iguales y estandarizados?					x		
SHITSUKE (DISCIPLINA)	13	¿Se sigue con el cronograma planeado?						x	13
	14	¿El personal conoce las 5'S, ha recibido capacitaciones al respecto?						x	
	15	¿Se aplica la cultura de 'S' y principios de clasificación, orden y limpieza?					x		

Fuente. Elaboración propia

Como se aprecia en la Tabla 48, se puede obtener en la primera S un puntaje de 13, en la segunda S un puntaje de 15, en la tercera S un puntaje de 12, en la cuarta S un puntaje de 13 y en la última un puntaje de 13. A continuación, se mostrarán un resumen de los datos obtenidos de la Evaluación de 5'S.

Tabla 49. Datos obtenidos de la Evaluación de 5'S

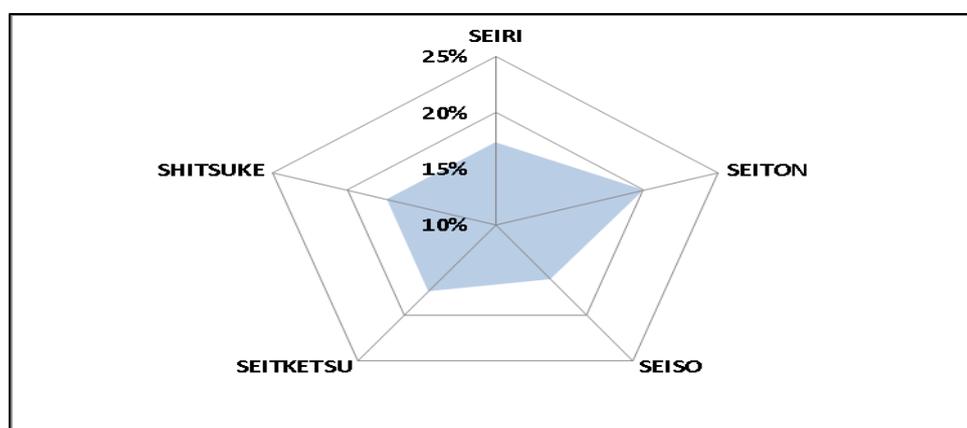
DATOS OBTENIDOS DE LA EVALUACIÓN		
5'S	SUMATORIA	PUNTAJE OBTENIDO
SEIRI	13	17%
SEITON	15	20%
SEISO	12	16%
SEITKETSU	13	17%
SHITSUKE	13	17%
TOTAL	66	88%
PUNTAJE MÁXIMO	75	100%

Fuente. Elaboración propia

Como se observa en la Tabla N° 49, se muestra en Seiri un porcentaje de 17% al igual que Seiketsu y Shitsuke, en relación a Seiton, con un porcentaje de 20% y Seiso con un porcentaje de 16%. Agregando a lo dicho anteriormente, se puede obtener como máxima calificación en cada “S” un puntaje de 15, siendo 5 las etapas sumarían un puntaje máximo de 75. En base a lo trazado, se observará como está la compañía en estos momentos en relación a la herramienta de las 5’S.

De igual forma, se muestran en la Figura 37 los datos de la Evaluación que se hizo en la compañía ARIN S.A., en donde se muestra que la compañía está en un nivel de satisfacción alta en relación a la herramienta ejecutada en el área de casting.

Gráfico 18. Datos de evaluación 5'S



Fuente. Elaboración propia

De igual forma, en el Gráfico 19, se muestra que el nivel de oportunidad de mejora actual después de la aplicación de 5'S es de un 86% en la empresa, pues en Tabla 50, se observó que el porcentaje obtenido a partir de la Evaluación Final de 5'S arrojó un 88%.

Gráfico 19. Nivel de oportunidad de mejora actual 5'S



Fuente. Elaboración propia

Adicionalmente, se hizo un compromiso por parte de los trabajadores del área para culminar con “Shitsuke”. De igual forma, para evitar el retroceso de las S anteriores, se procede a aplicar el “Manual de las 5’S”, el cual se refleja en el Anexo 22.

2.7.3.2. Ejecución de Mantenimiento Preventivo

○ Disponibilidad inicial:

En relación al mantenimiento preventivo, se hizo previamente con el cálculo inicial de “Disponibilidad” de la maquinarias que presentan el número más alto de fallas presentes, las cuales son: el Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3 y la Inyectora de cera TR 3K Digital.

A continuación, se mostrará las fichas técnicas de las maquinarias que pasarán por mantenimiento preventivo, pero antes de ello se mostrará el inventario de las máquinas en total del área.

Inventario de equipos:

Realizar un inventario de las maquinarias es indispensable antes de dar marcha al mantenimiento preventivo, pues de esta forma se tendrá una gestión descrita, es decir que con ello, se permitirá realizar el control y organización de los trabajos, la asignación de las actividades y mantener adecuadamente el histórico de las maquinarias. Con ello, cada operario llevará el formato de los equipos, de forma ordenada.

A continuación, el “Inventario de equipos” en la Tabla 50.

Tabla 50. Inventario de equipos

		INVENTARIO DE EQUIPOS -PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MÁQUINAS - ARIN S.A.			Fecha: 21/08/18	
					Versión: 001	
				Cód.: PMP		
Ítem	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	PAÍS	AÑO
1	Injectora de cera TR 3K Digital	BOKING	BK	0062	China	2011
2	Bomba de vacío microfusión M, 8m3	COMPACT 2000	COM	COM7701	España	-
3	Horno de revestimiento de yeso Artelux	Shanghai Alarge Furnace Co.	ABF-Series	1552164	China	2014
4	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	GOLDPRO®	Z50-303MI	IECO Kg, 3	Estados Unidos	2013

Fuente. Elaboración propia

Tabla 51. Ficha técnica de inyectora de cera TR 3K Digital

FICHA TÉCNICA DE INYECTORA DE CERA TR 3K DIGITAL - ARIN S.A.					
Empresa:			Área:	Producción	
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas		Línea de producción:	Casting	
DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO					
Nombre	Inyectora de cera TR 3K Digital				
Código	IN-C-01				
Marca	BOKING				
N° de Serie	BK-0062				
Modelo	BK				
Año de Fabricación	2013				
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO					
Sistema de Alimentación	220 V. Monofásico				
Año de Fabricación	2013				
Ajuste de tiempo para el vacío	0-25 segundos				
Ajuste de tiempo para la inyección de cera	0-25 segundos				
Temperatura máx.	90° C				
Dimensiones generales	45 x 33 x 30 cm				
Gama de aire máx.	0.30-0.70MPa				
Potencia	0.4 KW.	Peso	Alto	Ancho	Largo
Presión de aire máx.	2.5 kg/ cm2	12 kg.	45 cm	33 cm	30 cm
CONDICIONES GENERALES					
Actividad	Inyectado de cera				
Años de Servicio	7 AÑOS				
Situación Actual	OPERATIVO				
Observaciones	PROCEDENCIA CHINA				
Criticidad	BAJA				

Fuente. Elaboración propia

Tabla 52. Ficha técnica de Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3

MAQUINARIAS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.					
Empresa:			Área:	Producción	
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas		Línea de producción:	Casting	
DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO					
Nombre	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO®				
Código	HRC-C-04				
Marca	GOLDPRO®				
N° de Serie	IECO Kg, 3				
Modelo	Z50-303MI				
Año de Fabricación	2013				
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO					
Sistema de Alimentación	220 / 380V 50 / 60Hz / Trifásico				
Año de Fabricación	2013				
Gas para protección	Nitrógeno o argón				
Frecuencia de trabajo del convertidor	20 Khz				
Temperatura máx.	1250° C.				
Dimensiones generales	650 x 860 x 700 mm.				
Consumo de gas	(0,5 - 1 bar) 10 l / min				
Potencia	3 kw.	Peso	Alto	Ancho	Largo
Consumo de agua	(T° 15 a 30° c - Presión 2- 3 bar) 15 l / min	160 kg.	650 mm.	860 mm.	700 mm.
CONDICIONES GENERALES					
Actividad	Fundición de metal				
Años de Servicio	6 AÑOS				
Situación Actual	OPERATIVO				
Observaciones	PROCEDENCIA EE.UU.				
Criticidad	BAJA				



Fuente. Elaboración propia

Teniendo las máquinas críticas del área de casting, se deberá realizar el cálculo, tomando en cuenta el MTTF (tiempo promedio entre fallas), el MTTR (tiempo promedio entre reparaciones) y de igual forma, la frecuencia de falla. En la siguiente figura, se hará la toma de “Disponibilidad Inicial” de las 2 maquinarias seleccionadas. Para este paso, es relevante rescatar, que para este cálculo, se hará mención del tiempo total de operación de las máquinas entre los meses de Enero a Mayo del 2018.

A) Cálculo de la Disponibilidad Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3

○ **Cálculo del Tiempo medio de buen funcionamiento (MTBF):**

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación min. (TBF)}}{\text{N° de fallos (n)}}$$

$$MTBF = \frac{5980+5520+5750+5750+5980}{19} = \frac{28980 \text{ min.}}{19 \text{ min.}}$$

$$MTBF = 1525.26 \text{ min.} \approx 25.42 \text{ hrs.}$$

La maquinaria **Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3**, tiene un tiempo de buen trabajo de marcha de 1525.26 minutos en 5 meses, lo cual equivale a 25.42 horas en ese lapso de meses mencionados.

○ **Cálculo del Tiempo Medio entre Falla (MTTR):**

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones en min.}}{\text{N° de reparaciones correctivas}}$$

$$MTTR = \frac{360+240+480+240+840}{5} = \frac{2160 \text{ min.}}{5 \text{ min.}}$$

$$MTTR = 432 \text{ min.} \approx 7.20 \text{ hrs.}$$

La maquinaria **Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3**, tiene un tiempo de promedio de reparación de 432 minutos en 5 meses, lo cual equivale a 7.20 horas en 5 meses.

○ **Cálculo de la Disponibilidad:**

MTBF: Tiempo medio entre fallas

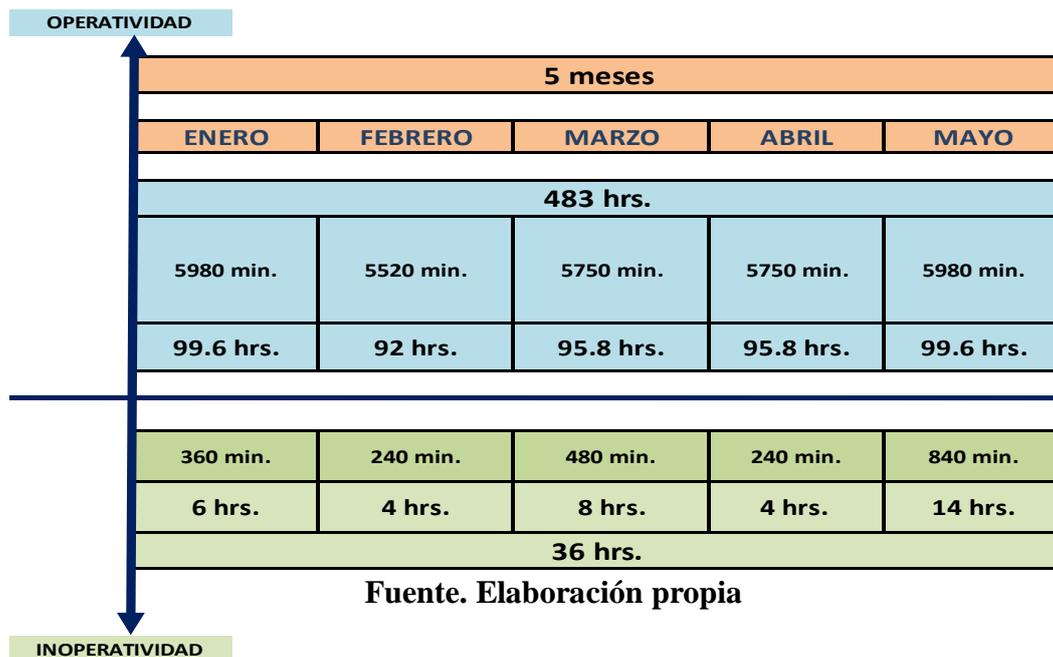
MTTR: Tiempo medio de reparación

$$D = \frac{MTBF}{(MTBF+MTTR)} \Rightarrow D = \frac{1525.26 \text{ min.}}{(1525.26 \text{ min.}+432 \text{ min.})} \Rightarrow D = \frac{1525.26 \text{ min.}}{(1957.26 \text{ min.})}$$

$\Rightarrow 0.7793 * 100 \Rightarrow 77.93\%$

La máquina **Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3**, tiene una disponibilidad operativa del 77.93% en 5 meses. A continuación, se mostrará la Figura 19, en la que se muestra detalladamente la operatividad e inoperatividad de la maquinaria en mención.

Figura 19. Operatividad e inoperatividad de Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3



Fuente. Elaboración propia

Tabla 53. Disponibilidad Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3

Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3N - ARIN S.A.			
Empresa:			Área: <i>Producción</i>
Método:	<i>PRE-TEST</i>	POST-TEST	Línea de producción: <i>Casting</i>
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>		
Tiempo en marcha (en min) (5 meses)			
28980			
Numero de reparaciones correctivas (5 meses)			
5			
Total de paradas o fallas (5 meses)	19		Tiempo total de reparaciones correctivas (en min) (5 meses)
MTBF (en min)	1525.26		
MTTR (en min)	432.00		2160
DISPONIBILIDAD	77.93%		

Fuente. Elaboración propia

Por otro lado, se muestra en la Tabla 53, al detalle los tiempos de la maquinaria en mención, para con ello, hallar la disponibilidad que tuvo en esos 5 meses.

B) Cálculo de la Disponibilidad de Inyectora de cera TR 3K Digital

- **Cálculo del Tiempo medio de buen funcionamiento (MTBF):**

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación min. (TBF)}}{\text{N° de fallos (n)}}$$

$$MTBF = \frac{2600+2400+2500+2500+2600}{5} = \frac{12600 \text{ min.}}{5 \text{ min.}}$$

$$MTBF = 2520 \text{ min.} \approx 42 \text{ hrs.}$$

La maquinaria **Inyectora de cera TR 3K Digital**, tiene un tiempo de buen trabajo de marcha de 2520 minutos en 5 meses, lo cual equivale a 42 horas en ese lapso de meses mencionados.

- **Cálculo del Tiempo Medio entre Falla (MTTR):**

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones en min.}}{\text{N° de reparaciones correctivas}}$$

$$\text{MTTR} = \frac{180+300+300+360+0}{5} = \frac{1140 \text{ min.}}{5 \text{ min.}}$$

$$\text{MTTR} = 228 \text{ min.} \approx 3.80 \text{ hrs.}$$

La maquinaria **Inyectora de cera TR 3K Digital**, tiene un tiempo de promedio de reparación de 228 minutos en 5 meses, lo cual equivale a 3.80 horas en 5 meses.

- **Cálculo de la Disponibilidad:**

MTBF: Tiempo medio entre fallas

MTTR: Tiempo medio de reparación

$$D = \frac{MTBF}{(MTBF+MTTR)} \Rightarrow D = \frac{2520 \text{ min.}}{(2520 \text{ min.}+228 \text{ min.})} \Rightarrow D = \frac{2520 \text{ min.}}{(2728 \text{ min.})} \Rightarrow 0.9170*100$$

$$\Rightarrow \mathbf{91.70\%}$$

La máquina **Inyectora de cera TR 3K Digital** tiene una disponibilidad operativa del 91.70% en 5 meses. A continuación, se mostrarán la Figura 20, en la que se muestra detalladamente la operatividad e inoperatividad de la maquinaria en mención.

Figura 20. Operatividad e inoperatividad de Inyectora de cera TR 3K Digital



Fuente. Elaboración propia

Por otro lado, se muestra en la Tabla 54, al detalle los tiempos de la maquinaria en mención, para con ello, hallar la disponibilidad que tuvo en esos 5 meses.

Tabla 54. Disponibilidad de Inyectora de cera TR 3K Digital

Inyectora de cera TR 3K Digital - ARIN S.A.			
Empresa:		Área:	Producción
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción: Casting
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas		
Tiempo en marcha (en min) (5 meses)			
12600			
Numero de reparaciones correctivas (5 meses)			
5			
Total de paradas o fallas (5 meses)	5	Tiempo total de reparaciones correctivas (en min) (5 meses)	
MTBF (en min)	2520.00	2160	
MTRR (en min)	228.00		
DISPONIBILIDAD	91.70%		

Fuente. Elaboración propia

○ **Análisis de Criticidad**

El desarrollo del análisis de criticidad permitirá realizar un análisis y jerarquizar las maquinarias en relación a su impacto, esto permitirá tomar decisiones adecuadas para aumentar la disponibilidad de las maquinarias. Como también, establecer criterios de evaluación en las distintas áreas de la empresa, específicamente de la línea de producción de casting. Una vez establecidos los criterios de evaluación se determinara un método de evaluación para jerarquizar la selección de la frecuencia del análisis.

Figura 21. Criterios de evaluación para determinar la frecuencia

Categoría	Tiempo promedio entre fallas TPEF, en años	Número de fallas por año	Interpretación
5	$TPEF < 1$	$\lambda > 1$	Es probable que ocurran varias fallas en un año.
4	$1 \leq TPEF < 10$	$0.1 < \lambda \leq 1$	Es probable que ocurran varias fallas en 10 años, pero es poco probable que ocurra en 1 año.
3	$10 \leq TPEF < 100$	$0.01 < \lambda \leq 0.1$	Es probable que ocurran varias fallas en 100 años, pero es poco probable que ocurra en 10 años.
2	$100 \leq TPEF < 1000$	$0.001 < \lambda \leq 0.01$	Es probable que ocurran varias fallas en 1000 años, pero es poco probable que ocurra en 100 años.
1	$TPEF \geq 1000$	$0.001 \leq \lambda$	Es poco probable que ocurran en 1000 años.

Fuente. PEMEX

Figura 22. Criterios para determinar las consecuencias

Categoría	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida de producción (USD)	Daños a la instalación (USD)
5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad.	Daños irreversibles al ambiente y que violen regulaciones y leyes ambientales.	Mayor de 50 MM	Mayor de 50 MM
4	Incapacidad parcial, permanente, heridas severas o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Incapacidad parcial, permanente, daños o enfermedades en al menos un miembro de la población.	Daños irreversibles al ambiente pero que violan regulaciones y leyes ambientales.	De 15 a 50 MM	De 15 a 50 MM
3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Requiere suspensión laboral.	Puede resultar en la hospitalización de al menos 3 personas.	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	De 5 a 15 MM	De 5 a 15 MM
2	El personal de la planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	Puede resultar en heridas o enfermedades que requieran tratamiento médico o primeros auxilios.	Mínimos daños ambientales sin violación de leyes y regulaciones.	De 500 mil a 5 MM	De 500 mil a 5 MM
1	Sin impacto en el personal de la planta.	Sin efecto en la población	Sin daños ambientales ni violación de leyes y regulaciones.	Hasta 500 mil	Hasta 500 mil

Fuente. PEMEX

Figura 23. Matriz de criticidad



Fuente. PEMEX

La empresa ARIN S.A. tiene dos turnos de trabajo con sus colaboradores estas cuentan de 8 horas cada uno, agregando 4 horas extras para el área de producción. No obstante, el tiempo promedio de fallas anual de las maquinas son las siguientes:

Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3N

MTBF (min.)	1525.26
--------------------	---------

La maquinaria **Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3N** tiene un tiempo de buen trabajo de marcha de 1525.26 minutos en 5 meses, lo cual equivale a 25.42 horas en ese lapso de meses mencionados.

Inyectora de cera TR 3K Digital

MTBF (min.)	2520.00
--------------------	---------

La maquinaria **Inyectora de cera TR 3K Digital**, tiene un tiempo de buen trabajo de marcha de 2520 minutos en 5 meses, lo cual equivale a 42 horas en ese lapso de meses mencionados.

Tabla 55. Matriz de criticidad para la empresa ARIN S.A.

MATRIZ DE CRITICIDAD DE MÁQUINAS CRÍTICAS DE LA EMPRESA ARIN S.A. (5 MESES)						
ITEM	MAQUINA	PARADAS	FRECUENCIA	CONSECUENCIA	META CRITICA	GRADO
1	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	19	5	4	20	ALTA
2	Inyectora de cera TR 3K Digital	5	3	3	9	MEDIA

Fuente. Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 55, la matriz de criticidad de las máquinas críticas, las cuales pasarán por Mantenimiento Preventivo. Al apreciar la tabla, el **Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3N** presenta un grado ALTO de criticidad debido a las paradas de máquina constante que se presentan, mientras que la **Inyectora de cera TR 3K Digital** presenta un grado MEDIO por tener baja frecuencia de fallas.

Tabla 56. Clasificación de equipos de la empresa ARIN S.A.

MATRIZ DE CRITICIDAD DE MÁQUINAS CRÍTICAS DE LA EMPRESA ARIN S.A. (5 MESES)						
ITEM	MAQUINA	CÓDIGO	FRECUENCIA	PRIORIDAD	TIPO DE EQUIPO	CLASIFICACIÓN
1	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	IN-C-01	5	ALTA	MECANIZADO	PRODUCCIÓN
2	Inyectora de cera TR 3K Digital	HRC-C-04	3	MEDIA	MECANIZADO	PRODUCCIÓN

Fuente. Elaboración propia

Por otro lado, se muestra en la Tabla 57, el Análisis del Modo y Efectos de Fallas (AMEF) es actualmente la técnica más utilizada para el análisis de riesgos.

Tabla 57. Análisis de modos de fallas

AMEF					
Maquinaria	Descripción de la función	Falla Funcional	Modos de falla	Efecto	Consecuencia del modo de fallo
Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	Fundición de metales	El flujómetro varía de nivel de agua	Desgaste del Chiller, falta de llenado de agua	Falla en el Chiller, mal ajuste de válvula	Operacional
		Recalentamiento		Salto del fusible en la red eléctrica	Operacional
Inyectora de cera TR 3K Digital	Inyectado de cera a moldes de caucho	Recalentamiento	Incremento de la corriente	Calentamiento en los devanados y daño del aislamiento	Operacional
		Voltaje mínimo			Operacional
		Desajuste de pernos de sujeción de cilindro de: inyección, apertura, cierre y expulsión	Deterioro de la inyectora	Funcionamiento en malas condiciones	Operacional
		Tarea ineficiente	Daños en la inyectora		Operacional

Fuente. Elaboración propia

○ **Disponibilidad final**

En toda compañía es necesario realizar mantenimiento constante o periódica en cada una de las maquinarias usadas en los procesos de producción; esto se da con la finalidad de conservar la calidad máxima de los productos terminados, la confiabilidad y disponibilidad de las maquinarias, así como, la seguridad total de cada uno de los operarios influyentes en la fabricación del bien.

En este caso, se realizará un mantenimiento preventivo que comprenda todos los elementos constituyentes de los equipos en los que se tenga que hacer un respectivo análisis y evaluación; teniendo en cuenta aspectos que originen secuelas en las máquinas, afectando así la productividad de la empresa ARIN S.A., con el fin, de prevenir fallas e anomalías que se presenten.

En la propuesta de mejora se menciona que se pretende llegar a aplicar mantenimiento preventivo para las máquinas que cuentan con la mayor cantidad de fallas en la línea de casting de la empresa ARIN S.A. Para ello, se realizó un cronograma de actividades preliminares de mantenimiento preventivo el cual se muestra en la Tabla 55. El cual tiene como objetivos:

- Conservar en adecuadas condiciones el funcionamiento de los equipos críticos de la línea de producción de casting.
- Advertir sobre los posibles riesgos de accidentes que podrían darse, por el mal trabajo de los equipos usados.
- Revisar en forma periódica toda máquina que esté implicada con las actividades de la línea de casting.
- Seguimiento continuo del cronograma de mantenimiento preventivo.

Seguido de ello, se deberá realizar un segundo cálculo, tomando en cuenta el MTTF (tiempo promedio entre fallas), el MTTR (tiempo promedio entre reparaciones) y de igual forma, la frecuencia de falla. En la siguiente figura, se hará la toma de “Disponibilidad Final” de las 2 maquinarias seleccionadas. Para este paso, es relevante rescatar, que para este cálculo, se hará mención del tiempo total de operación de las máquinas entre los meses de Enero a Mayo del 2018.

Por otro lado en el Anexo 21, se verá a detalle las actividades preliminares programadas previamente antes de dar inicio al programa de mantenimiento preventivo anual, no solo para las máquinas más críticas, sino para los 4 equipos que forman parte de la línea de producción de casting.

A continuación, se dará el detalle de las acciones del mantenimiento preventivo de la línea de casting.

A. Identificación de estado actual de los equipos

Para ello, se recurrió a las horas máquina parada de los meses de Enero a Mayo, en donde se dedujo cuáles eran los equipos que se encontraban en estado crítico. De igual forma, en con el cálculo de la disponibilidad, para determinar cuál es la capacidad que tiene un componente de estar apto para realizar una función o trabajo requerido, bajo una serie de condiciones o términos dados en un lapso de tiempo determinado.

B. Inspecciones en puestos de trabajo

Para este punto, realizado del día 31 de agosto hasta el lunes 03 de septiembre, se identificaron los focos de suciedad presentes en las máquinas, para con ello, asegurar que cada equipo esté en buenas condiciones y que se realicen prácticas de trabajo seguras, asegurando de igual forma, que los controles adecuados de peligros sigan siendo efectivos. En estas inspecciones, lo que se pretende conseguir es que se mantenga la integridad del trabajador, se sigan estándares de orden y limpieza con la máquina.

C. Capacitaciones con los operarios

Para esta actividad preliminar, se sugirió realizar charlas con los trabajadores desde el día martes 04 de septiembre al viernes 07 de septiembre del presente año, las cuales se realizaron con el objetivo, de desarrollar capacidades para el buen manejo de sus máquinas, optimizando el uso de cada uno de los recursos, todo ello basado en el correcto funcionamiento de los equipos.

Por otro lado, el encargado del área de mantenimiento, informó de los beneficios de la capacitación, entre las cuales están:

- Mantener al día las prácticas de reparación correcta y mantenimiento.
- Conseguir un mejor rendimiento de las máquinas y de los operarios que las manejan.

- Uso correcto de los recursos técnicos de mantenimiento cuando se necesite reparar un equipo.
- Obtener una mayor productividad, evitando que se realicen constantemente intervenciones de mantenimiento correctivo en las maquinarias.

D. Creación de un Programa anual de Mantenimiento Preventivo a máquinas (cronograma)

Para complementar el Programa anual de Mantenimiento, se procederá a aplicar el “Manual de las Mantenimiento Preventivo”, el cual se refleja en el Anexo 23, con el fin de tener procedimientos estandarizados.

Tabla 58. Programa anual de Mantenimiento Preventivo en máquinas (cronograma) –ARIN S.A.

		PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MÁQUINAS (CRONOGRAMA) - ARIN S.A.																Vigencia: Agosto 2018- Agosto 2018																																					
																		Versión: 002																																					
Código de máq.	Máquina	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	2018																				2019																															
				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
IN-C01	Inyectora de cera TR 3K Digital	Limpiar el tablero eléctrico	Mensual	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█							
		Revisar estado de conductores	Mensual		█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█										
		Cambio de aceite	Trimestral	█												█								█								█								█															
		Ajustar tornillos de borneras	Trimestral			█												█																																					
		Ajustar los pernos de anclaje de la máquina	Semestral	█																																								█											
		Ajustar pernos de sujeción de cilindro de: inyección, apertura, cierre y expulsión	Anual			█																																																	
HRC-C04	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	Ajuste de bandeja de goteo	Mensual	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█											
		Mantenimiento del cable de energía eléctrica	Trimestral		█																																																		
		Inspección del tablero de control	Mensual			█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█									
		Cambio de resistencias	Trimestral		█																																																		
		Calibrar el control de temperatura.	Semestral			█																																																	

Fuente. Elaboración propia

Por otro lado, se tomará en cuenta el presupuesto para la ejecución del mantenimiento preventivo que consta de 3 aspectos: Costo de mano de obra, de repuestos y de insumos necesarios para la realización de esta herramienta.

Tabla 59. Costo Total de Mano de obra

COSTO MANO DE OBRA INVOLUCRADA EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO - ARIN S.A.				
Empresa:			Área:	<i>Producción</i>
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción:	<i>Casting</i>
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>			
Descripción		Salario	Costo por hra.	
Personal administrativo		S/. 1,600.00	S/. 6.25	
Operarios		S/. 950.00	S/. 2.63	
Asistentes		S/. 550.00	S/. 2.29	
Profesional de Mantenimiento Preventivo		S/. 1,700.00	S/. 7.08	
Total Horas-Hombre				

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 59, se resume en todas las horas por cada persona involucrada en el mantenimiento preventivo, el salario que recibe cada uno de ellos y el costo por hora. Por otro lado, en la Tabla 60, se muestra el costo de los repuestos que se usarán periódicamente como se indica en el “Programa Anual de Mantenimiento”, para las 2 máquinas críticas de la línea de producción de casting.

Tabla 60. Costo de repuestos

COSTO DE REPUESTOS EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO - ARIN S.A.				
Empresa:			Área:	<i>Producción</i>
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción:	<i>Casting</i>
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>			
Descripción		Costo		
Empaquetadura de silicona		S/.	10.00	
Empaquetadura de grafito		S/.	25.00	
Tuerca hexagonal (paquete)		S/.	10.00	
Cables thw (4 metros)		S/.	11.00	
Manta de fibra cerámica de alta temperatura a granel (caja)		S/.	50.00	
Tornillo (paquete x4)		S/.	3.60	
Tuercas de union		S/.	12.00	
Resorte (paquete)		S/.	12.00	
Tubo de cobre		S/.	5.00	
Circuitos integrados ECG960		S/.	30.00	
Repuesto de válvulas		S/.	70.00	

Fuente. Elaboración propia

A lo dicho anteriormente, de la Tabla 60, se deduce cada uno de los repuestos para la “Inyectora de cera TR 3K” y “Horno de casting continuo IECO GOLDPRO®”.

A continuación, se mostrará la Tabla 61, el cual indica cuales son los insumos necesarios para el mantenimiento preventivo que se dará y el costo por cada uno de ellos.

Tabla 61. Costo de insumos

COSTO DE INSUMOS EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO - ARIN S.A.			
Empresa:			Área: <i>Producción</i>
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción: <i>Casting</i>
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>		

Descripción	Costo	
Aceite para vaciado	S/.	15.00
Gasolina (lt.)	S/.	5.00
Grasa skf #2	S/.	180.00
Alicate universal	S/.	29.00
Alicate plano	S/.	20.00
Alicate de corte	S/.	22.00
Cinta aislante	S/.	6.00
Llave inglesa	S/.	30.00

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 61, se resume que los insumos necesarios para el mantenimiento preventivo de ambas máquinas.

2.7.3.3. Ejecución de Kaizen

Para dicha implementación de Kaizen se usó el TOC (teoría de restricciones), con el fin de prevalecer, en la línea de producción de casting, el “mejoramiento continuo” en procesos externos e internos del área. Este objetivo, se ejecuta mediante un método ordenado para corregir y mejorar cada proceso en sí. Para ello, se hizo énfasis en la prevención de fallas, por medio de herramientas de identificación y resolución de problemas.

Para ello se recurre a la Figura 24, en la cual se muestra las fases del TOC, para prevenir los cuellos de botellas y erradicarlos del proceso de producción de casting; puesto que la meta de la empresa ARIN S.A., con fines de lucro, es conseguir dinero de forma sostenida,

incluyendo la satisfacción completa de sus clientes, de sus socios y de sus trabajadores; si es que esta, no gana una suma ilimitada es debido a que algo se lo está imposibilitando: sus propias restricciones.

Figura 24. Las cinco fases del TOC

**Fuente. Carlos Iván
Aguilera (2000)**

- Paso 1: Identificar la(s) restricción(es) del sistema.
- Paso 2: Explotar la(s) restricción(es) del sistema.
- Paso 3: Subordinar cualquier otra cosa a la decisión anterior.
- Paso 4: Elevar la(s) restricción(es) del sistema.
- Paso 5: Si una restricción es superada, vuelva al paso 1. No deje que la inercia sea la mayor restricción del sistema.

El plan de mejora que se propuso a gerencia, pasó por una propuesta exhaustiva, teniendo mucho cuidado en la “gestión”, tomando en forma directa fases importantes que anteriormente se encontraban en manos de terciarios, reduciendo la presencia de compañías que brindan el servicio de terceros en la línea de producción de casting. De otra forma, los períodos previos fueron asumidos por empresas vinculadas a ARIN S.A.

Por otro lado, se observa actualmente la inexistencia de un sistema estándar para la línea de producción de casting, el cual permita acrecentar la productividad del área en mención. Por ello, es que la escasez de falta de técnicas, tiene un impacto directamente dentro del control de calidad del producto terminado. De igual forma, se logró identificar la existencia de varios tiempos muertos, los cuales se deberían de aprovechar en esta línea de producción.

Agregando a ella, la gerencia priorizó el aumento de la capacidad de producción, también la creación de manuales para mejorar los procedimientos y con ello, lograr la estandarización de procesos en la línea de casting. Además, a corto plazo se propuso tener un beneficio razonable, pues al tener un sistema estandarizado y óptimo para ejecutar correctamente los procesos, se ahorrarán recursos y se efectuará adecuadamente los pedidos.

De esta forma, se quiere lograr superar las metas para el año 2019, entre las cuales se encuentran: aumentar la producción y con ello conseguir el crecimiento de las ventas, incremento de la productividad, mejorar la calidad de los productos terminados y eliminar la mayor cantidad de despilfarros y cuellos de botellas en la línea de producción. Con el fin

de lograr las propuestas planificadas, se observará el uso sistemático del Kaizen mostrado en la Tabla 62, el cual cuenta con el apoyo del TOC (teoría de restricciones) para con ello, obtener una solución factible a los cuellos de botella presentes en el área.

Tabla 62. Propuesta para Kaizen en línea de casting

Propuesta metodológica para Kaizen
1. Identificación del problema
2. Análisis del contexto
3. Identificación de las causas
4. Plan de acción

Fuente. Elaboración propia

Con ayuda de esta propuesta, se requiere utilizar la “Teoría de Restricciones”, hasta que consigan las metas planificadas desde un inicio; para con ello, obtener la mejora continua en los procesos. En base al modelo planteado en la Figura 24, se procede a ejecutar la propuesta de la Teoría de Restricciones para lograr la mejora continua en la línea de producción de casting.

- **Propuesta metodológica para Kaizen**

Gracias a lo planificado en la Tabla 63, se pasará a realizar un correcto análisis de los puntos críticos que representan los llamados “cuellos de botellas” dentro del proceso, para así, plantear soluciones adecuadas.

o **Identificación del problema - TOC**

Tabla 63. Análisis TOC

Lote: 535 unidades

Producción Actual		
Actividades	Tiempo (min)	%
Recepción y almacenamiento de materia prima	2.92	6.67%
Inspección de materia prima	5.74	13.11%
Transporte del material	1.92	4.38%
Casting inyectado	5.54	12.65%
Mezclado del revestimiento	2.20	5.02%
Vertimiento del revestimiento	0.15	0.34%
Transporte al horno	0.18	0.40%
Transporte al cilindro a máq. centrifuga	0.17	0.39%
Remoción del yeso	15.78	36.02%
Corte de la pieza	2.41	5.49%
Liman uniones	0.94	2.13%
Limpieza y acabado	0.22	0.51%
Transporte al almacén y almacenamiento de productos terminados	5.64	12.88%
TOTAL	43.81	100%

Fuente. Elaboración propia

○ **Análisis de las causas**

A raíz de la Tabla 63, se puede apreciar que los puntos críticos que representan la mayor cantidad de cuellos de botellas son: la remoción del yeso, inspección de la materia prima, el inyectado de cera y por último, el transporte del material al área de almacén; representando el 36.02 %, 13.11%, 12.65 y 12.88%, respectivamente; sumando un total de 74.66 % en puntos críticos.

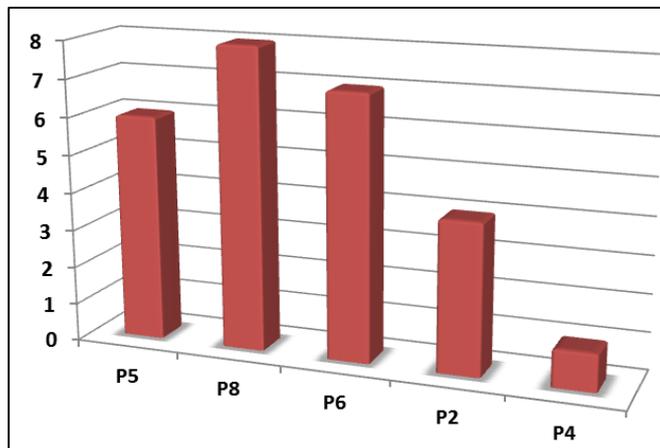
○ **Identificación de las causas**

Los problemas que originan los cuellos de botella son:

- P5: Falta de capacitación
- P8: Falta de orden y limpieza
- P6: Horas de máquina parada
- P2: Mala calidad de la materia prima
- P4: Jornadas laborales largas

En el Gráfico 20, se aprecia la frecuencia de las causas que originan el tiempo excesivo de los puntos críticos.

Gráfico 20. Frecuencia de problemas encontrados en TOC



Fuente. Elaboración propia

○ **Plan de acción**

Luego de haber analizado el DAP actual de la línea de producción de casting, la cual se encuentra en la Tabla 14, y tener diferentes alternativas de solución a los cuellos de botella; se determinó que es importante que se definan correctamente las características

concretas de la materia prima a solicitar, debido a que se desperdicia tiempo en inspeccionar el material y resulta que no siempre es el que se solicita a los proveedores.

De igual forma, se disminuirían los tiempos en el proceso de “remoción de yeso”, si se mantuviera ordenado y limpio el área de revestimiento de yeso, debido a que los baldes, en donde se limpian y se remueven estos, están llenos de desperdicios, los cuales se fijó con el encargado del área de casting, que serán utilizados para diferentes fines, pues a los desechos generados por esta área no se les realiza ningún tipo de uso o tratamiento.

Con el plan de acción puesto en marcha, el cambio en el proceso se verá reflejado en los tiempos a futuro, y se tomará las precauciones del caso para evitar la aparición de estos defectos en el producto terminado.

De igual forma, se replantea perfeccionar o reparar el proceso existente, incorporando más inspecciones en el área de revestimiento, para que se fortalezcan las actividades constantes; además, de poner en marcha el reuso de los desechos del yeso.

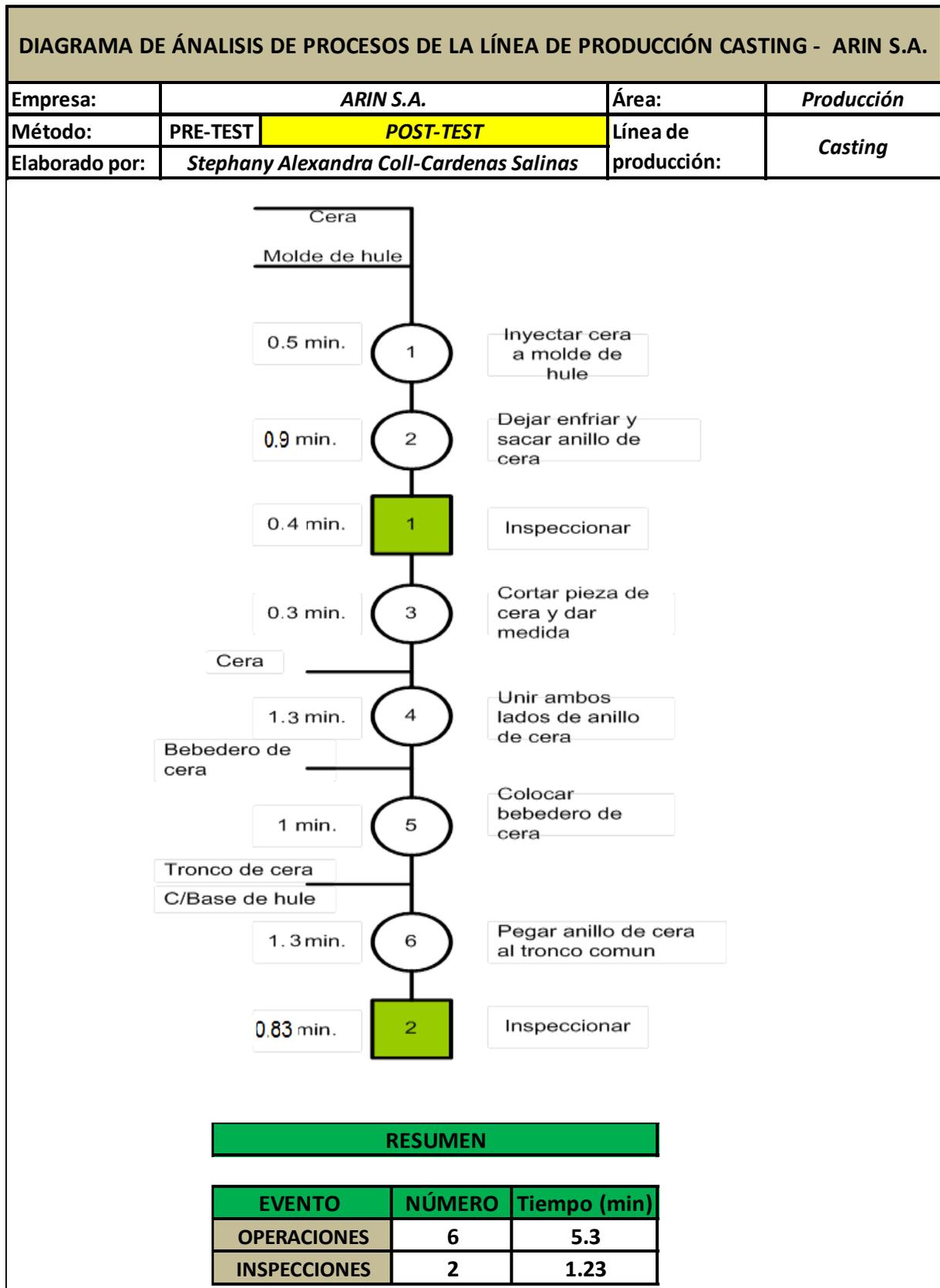
Por último, el Kaizen es implementado en esta área para que todos los trabajadores mantengan una constancia de las metas planteadas, compartiendo la visión de mejorar y perfeccionar sus procesos en futuro. En donde, se prevalezca la calidad en sus procedimientos, así como, la fijación de estándares a seguir, pues todo el personal debería de conocerlo y trabajar a favor de este; puesto que la coherencia en los hechos es relevante y las metas desconformes llevan al fracaso de la empresa.

2.7.4. Resultados de la implementación

En este punto, se observarán los resultados en relación a la implementación de la propuesta de mejora para aumentar la productividad en la empresa ARIN S.A.

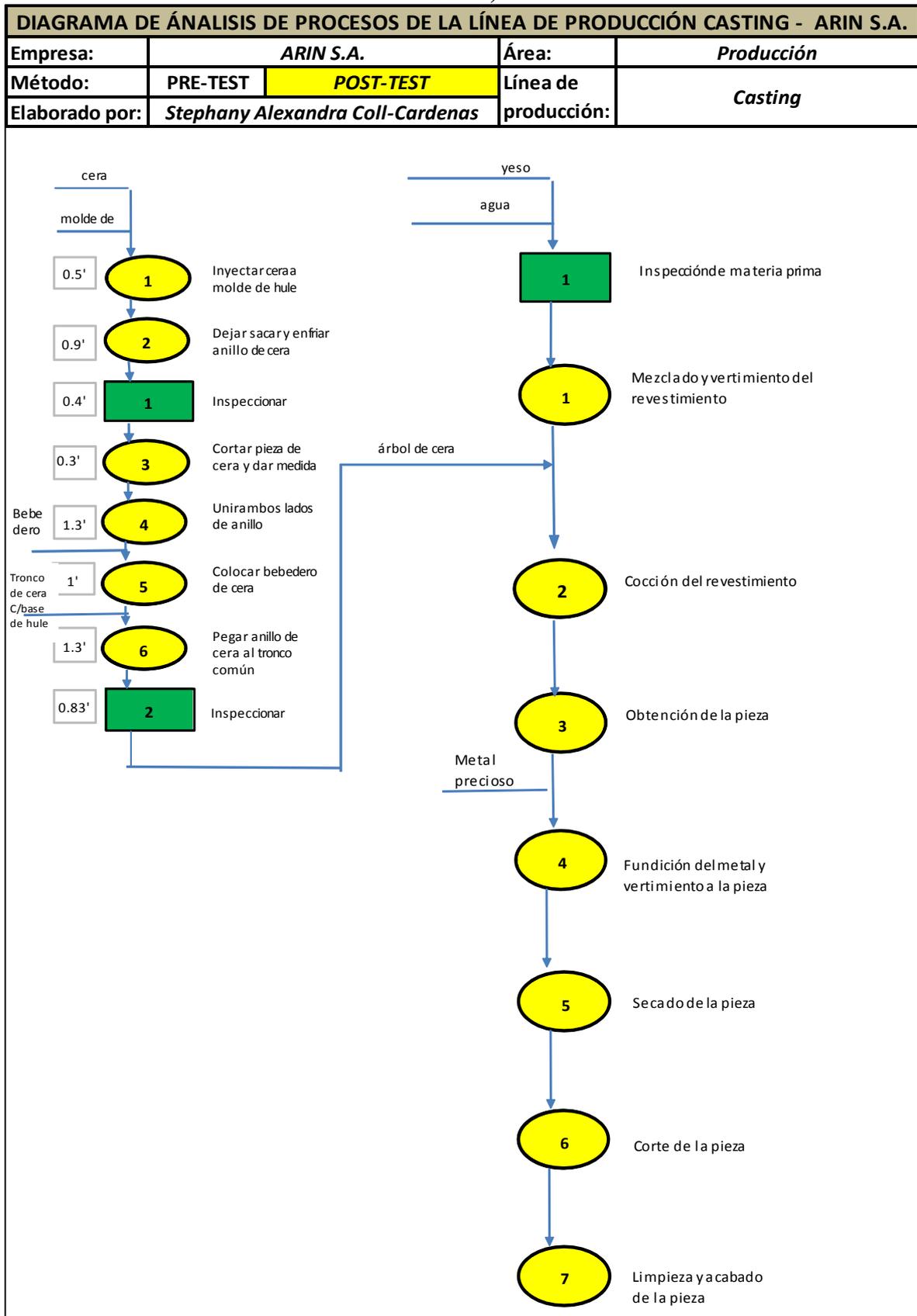
Para ello, se mostrarán el DOP en la Figura 22 y el DAP en la Figura 25.

Figura 25. Diagrama de Análisis de Procesos de árbol de cera (POST-TEST)



Fuente. Elaboración propia

Figura 26. Diagrama de Análisis de Procesos de línea de producción casting (POST-TEST)



Fuente. Elaboración propia

Tabla 64. Diagrama de Análisis de procesos de la línea de producción casting ARIN S.A. (Post-Test)

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.										
Empresa:			RESUMEN							
			ACTIVIDAD	PRE-TEST	POST-TEST					
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Operación		65					
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas		Inspección		9					
Área:	Producción		Transporte		6					
Línea de producción:	Casting		Demora		8					
			Almacén		1					
			Inspección/Operación		3					
			DISTANCIA (m)		8.6 m.					
			TIEMPO (min)		228.76 min					
Descripción de las actividades	Distancia	Tiempos (min)	SÍMBOLOS							
										
Recepción y almacenamiento de materia prima		3.76								
Inspección de materia prima		6.54								
Transporte al material de mesa	1.6	2.15								
Vulcanizado de molde hule										
Cortar dos piezas de caucho según la pieza original.		0.5								
Sobreponer el caucho en la pieza original.		0.94								
Colocar caucho dentro del aluminio.		1.05								
Inspección de cortado de caucho.		0.12								
Ajustar la tapa de aluminio de la vulcanizadora.		0.75								
Presionar el botón de encendido de la vulcanizadora		0.03								
Calentar el caucho hasta hacerse		7.48								
Inspeccionar y vulcanizar.		0.04								
Presiona botón de apagado de la vulcanizadora.		0.28								
Esperar enfriado de caucho.		3.01								
Cortado de caucho por la mitad.		2.84								
Inspeccionado y cortado del caucho		0.11								
Traslado del caucho vulcanizado	2.5	0.03								

Inyectado de cera al molde								
Digitar en el panel de la inyectora de cera para empezar la operación.		0.05						
Colocar el caucho sobre la pinza de inyectora de cera.		0.03						
Esperar que la máquina inyecte.		0.03						
Retirar el molde de caucho.		0.04						
Esperar que el molde enfríe.		0.04						
Destapar el molde de caucho.		0.03						
Retirar pieza de cera del molde de caucho.		0.06						
Inspeccionar pieza de cera.		0.08						
Retoque y armado del árbol de cera								
Aplicar benzina a la pieza de cera.		0.03						
Limpiar la pieza de cera		0.08						
Habilitar tronco de cera.		0.14						
Sostener cautín.		0.05						
Soldar piezas en tronco de cera en ángulo de 80 °.		0.13						
Inspeccionar ángulo de 80 °.		0.05						
Trasladarse a siguiente estación	1.4	0.03						
Preparado del cilindro y ensamble								
Pesar el árbol de ceras		0.74						
Inspeccionar el pesado de árbol de cera.		0.61						
Retirar árbol de ceras de balanza.		0.03						
Seleccionar cilindro de metal.		0.6						
Introducir árbol de ceras en el cilindro		3.45						
Colocar manga de plástica alrededor del cilindro.		3.12						
Sellar el cilindro con cinta de embalaje.		1.45						
Inspeccionar el sellado del embalaje en el cilindro		0.15						
Traslardarse a la siguiente operación	1.6	0.04						

Revestimiento de árbol de cera								
Sostener yeso		0.03		●				
Pesar yeso		0.09		●				
Calcular el mezclado de agua y yeso		3.05		●				
Inspección del cálculo de mezcla		1.24	●					
Verter la mezcla en la máquina		0.06		●				
Digitar máquina para empezar el proceso		0.1		●				
Esperar hasta tener una mezcla uniforme		2.85			●			
Apagar la mezcladora de yeso		0.25		●				
Colocar cilindro bajo la boquilla de la mezcladora.		0.15		●				
Presionar botón para vaciar la mezcla en el cilindro.		0.03		●				
Retirar el cilindro de máquina mezcladora		0.12		●				
Esperar que el yeso macice		5.26			●			
Retirar manga plástica del cilindro		0.11		●				
Traslado a horno de recocido.	1.5	0.04					●	
Recocido de árbol de cera								
Abrir la puerta de horno de recocido		0.51		●				
Acomoda cilindro en el interior de horno de recocido.		1.43		●				
Cerrar la puerta del horno de recocido		0.1		●				
Digitar temperatura y dar inicio al proceso		0.78		●				
Quemado de cera.		100.03		●				
Abrir puerta del horno		0.54		●				
Sostener pinzas para retirar cilindro de horno.		3.34		●				
Inyección del metal precioso								
Sostiene pinzas para poner cilindro en inyectora de metal		0.81		●				
Ajustar cilindro con boquilla de maquina inyectora		1.49		●				
Abre la tapa de la maquina inyectora		0.35		●				
Pesar el metal requerido		1.94		●				
Verter el metal al crisol		0.43		●				

Cerrar la tapa de la máquina inyectora		0.31						
Ajustar la tapa de la máquina		0.64						
Digitar la máquina para empezar el proceso		0.34						
Fundir el metal		2.16						
Inspeccionar la fundición del metal		0.33						
Inyectar metal al cilindro		1.47						
Aflojar la boquilla de la máquina inyectora		0.97						
Sostener con pinzas para retirar cilindro de inyectora de metal.		3.21						
Retirar cilindro de la máquina inyectora		2.51						
Esperar que el cilindro enfríe		6.94						
Retirado de yeso y limpieza								
Colocar el cilindro dentro de la máquina		5.13						
Retirar el yeso del cilindro		1.46						
Retirar el árbol metálico del cilindro		0.76						
Colocar el árbol de metal al chorro de agua		3.54						
Retirar el yeso del árbol de metal		3.26						
Esperar a que seque árbol.		1.04						
Cortado y acabado								
Cortado de piezas de metal		3.59						
Limpieza de piezas de metal.		2.55						
Inspección de la limpieza de las piezas de metal.		0.07						
Colocar las piezas en el tambor rotatorio		5.19						
Pulido y brillo de las piezas mediante pines		1.73						
Retirar piezas de metal en un depósito		1.27						
Inspeccionar piezas terminadas		4.48						
Empaquetado		2.18						
Transporte al almacén		3.28						
Almacenamiento		4.43						
TOTAL	8.6	228.66	9	65	7	6	3	1

Fuente. Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 64, el proceso de la línea de producción de casting, ahora contiene un total de 65 operaciones, 6 transportes, 9 inspecciones, 7 demoras, 1 almacenamiento y 3 operación/inspección. De igual forma, la actividad de transporte hace un total de 8.6 metros de recorrido del procesos. Por ende, el tiempo de las actividades productivas suman un total de 199.49 minutos, mientras que los despilfarros suman un tiempo total de 29.17 minutos.

Ahora, gracias a la ejecución de mejoras en la línea de producción de casting, las actividades que no generan valor o en otros términos los despilfarros tienen un porcentaje menor en el POST-TEST de 12.76%; mientras que las actividades productivas representan un total de 87.24% del total.

a) Resultados de indicador Kaizen PRE-TEST y POST-TEST

Por otro lado, se mostrará en la Tabla 65, los resultados después de ejecutar esta herramienta, para reducir el problema de “**productos terminados no conformes**”; gracias a la capacitación que se brindó a una cantidad de operarios.

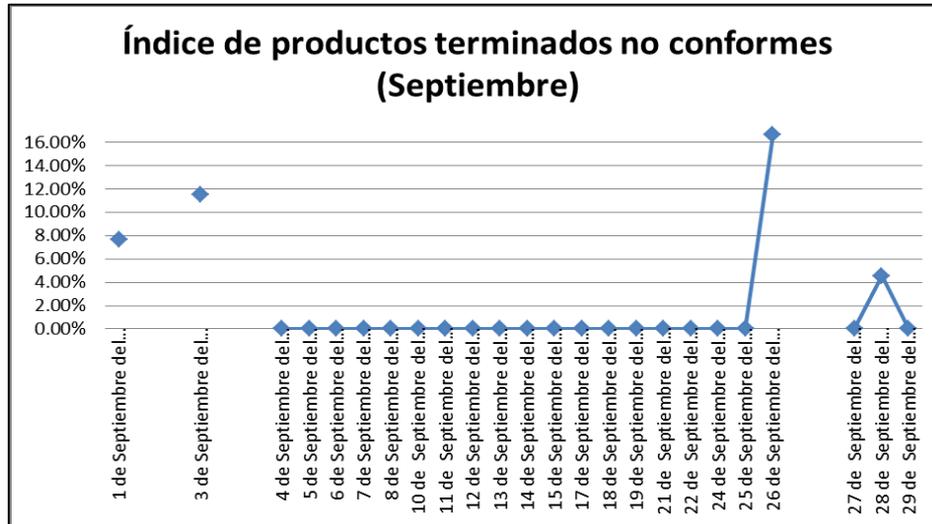
Tabla 65. Productos terminados no conformes (Septiembre)

PRODUCTOS TERMINADOS NO CONFORMES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.						
Empresa:			Área:	Producción		
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción:	Casting		
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas		Fecha:	30/09/2018		
DÍAS (SEPTIEMBRE)	Producción de piezas	Producción de piezas	Total de producción	Item	Descripción	Porcentaje de productos
1 de Septiembre del 2018	2	24	26	1	Piezas con porosidad	7.69%
				2	Piezas con burbujas de aire	
3 de Septiembre del 2018	3	23	26	1	Piezas con porosidad	11.54%
				2	Piezas con burbujas de aire	
				3	Piezas con rugosidad	
4 de Septiembre del 2018	0	21	21	0	-	0.00%
5 de Septiembre del 2018	0	23	23	0	-	0.00%
6 de Septiembre del 2018	0	20	20	0	-	0.00%
7 de Septiembre del 2018	0	22	22	0	-	0.00%
8 de Septiembre del 2018	0	23	23	0	-	0.00%
10 de Septiembre del 2018	0	21	21	0	-	0.00%
11 de Septiembre del 2018	0	22	22	0	-	0.00%
12 de Septiembre del 2018	0	23	23	0	-	0.00%
13 de Septiembre del 2018	0	23	23	0	-	0.00%
14 de Septiembre del 2018	0	22	22	0	-	0.00%
15 de Septiembre del 2018	0	23	23	0	-	0.00%
17 de Septiembre del 2018	0	20	20	0	-	0.00%
18 de Septiembre del 2018	0	23	23	0	-	0.00%
19 de Septiembre del 2018	0	21	21	0	-	0.00%
21 de Septiembre del 2018	0	23	23	0	-	0.00%
22 de Septiembre del 2018	0	22	22	0	-	0.00%
24 de Septiembre del 2018	0	22	22	0	-	0.00%
25 de Septiembre del 2018	0	23	23	0	-	0.00%
26 de Septiembre del 2018	4	20	24	1	Piezas con porosidad	16.67%
				2	Piezas con burbujas de aire	
				3	Piezas con rugosidad	
27 de Septiembre del 2018	0	23	23	0	-	0.00%
28 de Septiembre del 2018	1	21	22	1	Piezas con rugosidad	4.55%
29 de Septiembre del 2018	0	22	22	0	-	0.00%
TOTAL	10	530	540			1.85%

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 65, se aprecia que para el mes de Septiembre, se tuvo un 1.85% de productos terminados no conformes del total, es decir que de 540 productos solo 10 de estos se encontraron no conformes.

Gráfico 21. Índice de productos terminados no conformes (Septiembre)



Fuente. Elaboración propia

En el Gráfico 21, se muestra que en los días 3 y 26 de Septiembre, se tuvo porcentajes altos en relación a los productos terminados no conformes; con un 11.54% y 16.67% respectivamente.

Tabla 66. Productos terminados no conformes (Septiembre)

PRODUCTOS TERMINADOS NO CONFORMES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.			
Empresa:			Área: <i>Producción</i>
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción: <i>Casting</i>
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>		
Tipos de defectos	Bajo (Aceptables)	Medio (Rescatables)	Alto (Reprocesadas)
Piezas con porosidad	0	0	4
Piezas con burbujas de aire	0	0	4
Piezas con rugosidad	0	0	2
Producción de piezas de ARIN S.A. (Septiembre)		Unidades	Porcentaje (%)
Piezas óptimas		530	98.15%
Piezas con burbujas de aire (reprocesadas)		4	0.74%
Piezas con rugosidad (reprocesadas)		2	0.37%
Piezas con porosidad (reprocesadas)		4	0.74%
Producción de piezas no conformes		10	1.85%
Producción de piezas conformes		530	98.15%
Total de producción		540	100.00%

Fuente. Elaboración propia

De la Tabla 66, se aprecia que la producción de piezas no conformes representa un 1.85% del total de producción de piezas. De igual forma, las piezas con porosidad (reprocesadas) y las piezas con burbujas de aire (reprocesadas) representan el mayor porcentaje con un 0.74% cada uno, a comparación del otro tipo de defecto.

En relación, al número de productos no conformes del mes de Septiembre de la empresa ARIN S.A., esta lo divide en 3 tipos de características, las cuales son: piezas con rugosidad, piezas con porosidad, piezas con burbujas de aire. Por ello, la cantidad total de cada uno de ellos, se muestra en la Tabla 67, a continuación.

Tabla 67. Resumen de productos terminados conformes (Septiembre)

PRODUCTOS TERMINADOS NO CONFORMES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.			
Empresa:			Área: <i>Producción</i>
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción: <i>Casting</i>
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas</i> <i>Salinas</i>		Fecha: <i>30/09/2018</i>
Tipo de defecto			
Total (SEPTIEMBRE)			
Índice de productos terminados no conformes			
Piezas con porosidad	4	40.00%	
Piezas con burbujas de aire	4	40.00%	
Piezas con rugosidad	2	20.00%	
TOTAL	10	100.00%	

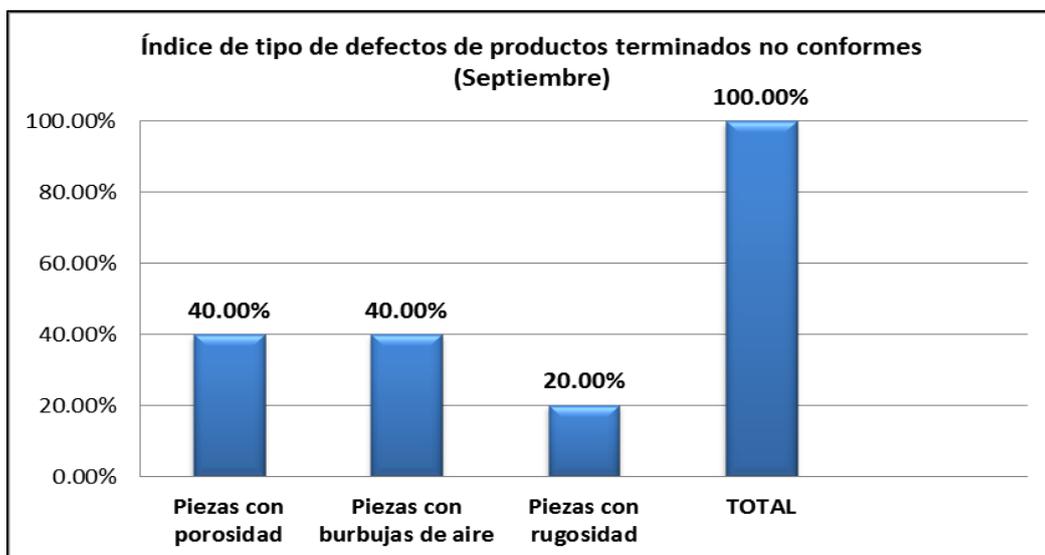
Fuente. Elaboración propia

De la Tabla 67, se aprecia la existencia de 3 tipos de defectos, de los cuales el mayor índice de daño que se dan en los productos terminados, es el de “piezas con porosidad” y “piezas con burbujas de aire”, el cual representa un 80.00% del total, en el mes de Septiembre.

Por otro lado, se mostrará el Gráfico 22, en la cual se aprecia el índice de tipo de defectos de los productos terminados no conformes.

Se puede observar que los tipos de defectos están distribuidos en términos de “porcentaje” para el mes de Septiembre, de la siguiente forma: piezas con porosidad con 40.00 %, piezas con burbujas de aire con 40.00 % y por último, piezas con rugosidad con un 20.00 %.

Gráfico 22. Índice de tipo de productos terminados no conformes (Septiembre)



Fuente. Elaboración propia

A continuación, se mostrará la Tabla 68, donde se verá el PRE-TEST y POST-TEST de la ejecución de la herramienta.

Tabla 68. PRE-TEST y POST-TEST de productos terminados conformes

PRODUCTOS TERMINADOS NO CONFORMES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.				
Empresa:			Área:	Producción
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción:	Casting
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas		Fecha:	01/10/2018
	Producción de piezas no conformes	Producción de piezas conformes	Total de producción	Porcentaje de productos terminados conformes
PRE-TEST	300	2365	2665	88.74%
POST-TEST	10	530	540	98.15%
TOTAL/PROMEDIO	310	2895	3205	90.33%

Fuente. Elaboración propia

Para ello, se aplicó la siguiente fórmula:

- $Calidad = \frac{\text{volumen de producción conforme}}{\text{volumen de producción total}} * 100\%$
- $Calidad = \frac{530}{540} * 100\% \Rightarrow 98.15\%$

En la Tabla 68, se aprecian índices altos de productos terminados conformes en la empresa ARIN S.A., para lo cual en el mes de Septiembre tiene un porcentaje de 98.15%. después de aplicar la herramienta.

b) **Resultados de indicador 5'S PRE-TEST y POST-TEST**

A continuación, se mostrará la Tabla 69, donde se verán los resultados en el post-test para el problema de “ falta de orden y limpieza”.

Tabla 69. Datos obtenidos de la Auditoría Final 5'S (Septiembre)

AUDITORÍA INTERNA 5'S DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A. (MAYO)					
Empresa:			Área:	Producción	
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción:	Casting	
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas		Fecha:	30/09/2018	
Fecha	5'S	Puntaje obtenido	Total	Puntaje Planificado	Índice de cumplimiento
1 de Septiembre del 2018	Seiri	7	35	50	70.00%
	Seiton	7			
	Seiso	8			
	Seiketsu	7			
	Shitsuke	6			
3 de Septiembre del 2018	Seiri	7	34	50	68.00%
	Seiton	6			
	Seiso	8			
	Seiketsu	7			
	Shitsuke	6			
4 de Septiembre del 2018	Seiri	6	34	50	68.00%
	Seiton	7			
	Seiso	7			
	Seiketsu	7			
	Shitsuke	7			
5 de Septiembre del 2018	Seiri	8	36	50	72.00%
	Seiton	7			
	Seiso	7			
	Seiketsu	7			
	Shitsuke	7			

-
-
-

27 de Septiembre del 2018	Seiri	8	38	50	76.00%
	Seiton	7			
	Seiso	7			
	Seiketsu	8			
	Shitsuke	8			
28 de Septiembre del 2018	Seiri	8	41	50	82.00%
	Seiton	9			
	Seiso	8			
	Seiketsu	8			
	Shitsuke	8			
29 de Septiembre del 2018	Seiri	7	39	50	78.00%
	Seiton	8			
	Seiso	8			
	Seiketsu	8			
	Shitsuke	8			
TOTAL			987	1250	78.96%

Fuente. Elaboración propia

Nota. Cuadro Completo en Anexo 14

En la Tabla 69, se observa que los puntajes obtenidos por la Auditorías Interna de 5'S para el mes de Septiembre. En el Anexo 14, donde se encuentra la Tabla completa, se apreciará la cantidad de puntajes alcanzados por la auditoría interna de 5'S en el mes de Septiembre. Por medio de esta tabla, se concluye que en el día 25 de Septiembre se obtuvo un 86.00%, mientras que en los días 4 y 6 de Septiembre se logró un porcentaje menor de 68.00%, en relación a la auditoría interna de 5'S.

De igual forma, se aprecia la mejora en relación al nivel de cumplimiento de esta herramienta en la empresa ARIN S.A., pues en el PRE-TEST se obtuvo un puntaje de 53.56% y ahora en el POST-TEST se consiguió el puntaje de 78.96%.

Gracias a esta mejora, se espera que en los próximos meses, se consiga mejores puntajes. Para ello, se aplicó la siguiente fórmula:

- **Control de auditoría**= $\frac{\text{Puntaje obtenido}}{\text{Puntaje total}} * 100\%$
- **Control de auditoría**= $\frac{987}{1250} * 100\%$
- **Control de auditoría**= $0.7896 * 100\% \Rightarrow 78.96\%$

A continuación, se mostrará la Tabla 70, donde se verá el PRE-TEST y POST-TEST de la ejecución de la herramienta.

Tabla 70. PRE-TEST y POST-TEST de falta de orden y limpieza

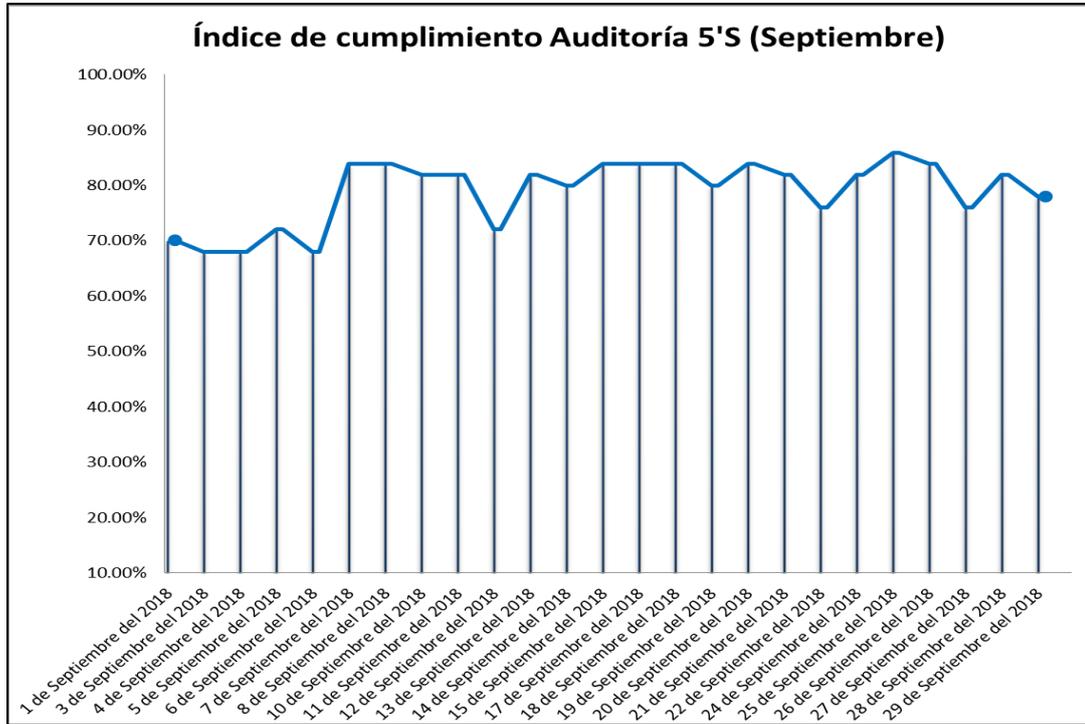
AUDITORÍA INTERNA 5'S DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.				
Empresa:			Área:	<i>Producción</i>
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción:	<i>Casting</i>
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>		Fecha:	<i>01/10/2018</i>
	Mes	% de cumplimiento 5'S		
PRE-TEST	Enero	41.56%		
	Febrero	65.15%		
	Marzo	52.41%		
	Abril	25.50%		
	Mayo	53.56%		
POST-TEST	Septiembre	78.96%		

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 70, se muestra el aumento en relación al nivel de cumplimiento de las 5'S, por lo cual en el mes de Septiembre se aprecia un índice de cumplimiento del 78.96% con respecto a los demás meses del PRE-TEST.

Por otro lado, en el Gráfico 23, se apreciará el índice de cumplimiento del mes en mención.

Gráfico 23. Índice de cumplimiento Auditoría 5'S (Septiembre)



Fuente. Elaboración propia

En el Gráfico 23, se pueden observar los puntajes en términos de porcentajes, que se han conseguido en el mes de Septiembre. De igual forma, el día 25 de Septiembre se consiguió un puntaje de 86.00 %, siendo este uno de los más altos en relación a los demás días.

c) Resultados de indicador Mantenimiento Preventivo PRE-TEST y POST-TEST

En relación a los resultados de las “**horas máquina parada**”, se ha disminuido en el mes de Septiembre en su mayoría, esto gracias a las capacitaciones dadas a los operarios y de igual forma, al cronograma de mantenimiento aplicado para disminuir estas horas muertas que se encuentran involucradas en la línea de producción de casting.

Tabla 71. Horas máquina parada- Septiembre

HORAS MÁQUINA PARADA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A. (SEPTIEMBRE)					
Empresa:			Área:	Producción	
Método:	PRE-TEST	POST-TEST		Línea de producción:	Casting
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas			Fecha:	01/09/2018
Fecha	Tipo de servicio	Máquina Parada	Horas máq. parada	Horas totales de Septiembre	Índice de horas máq. parada
7 de Septiembre	Fundición de aleación del metal	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	2	537	0.37%
16 de Septiembre	Inyección de cera a molde de hule	Inyectora de cera TR 3K Digital	3		0.56%
TOTAL			5		0.93%

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 71, se observa que el 7 de Septiembre se tuvo 2 horas máquina parada de la máquina Horno de Casting Continuo IECO GOLDPRO Kg.3; por otro lado, la Inyectora de cera TR 3K Digital tuvo 3 horas de máquina parada; el cual representa un 0.37 y 0.56% del total de índice de horas máquina parada, respectivamente.

A continuación, se mostrará la Tabla 72, donde se verá el PRE-TEST y POST-TEST de la ejecución de la herramienta.

Tabla 72. PRE-TEST y POST-TEST de horas de máquina parada

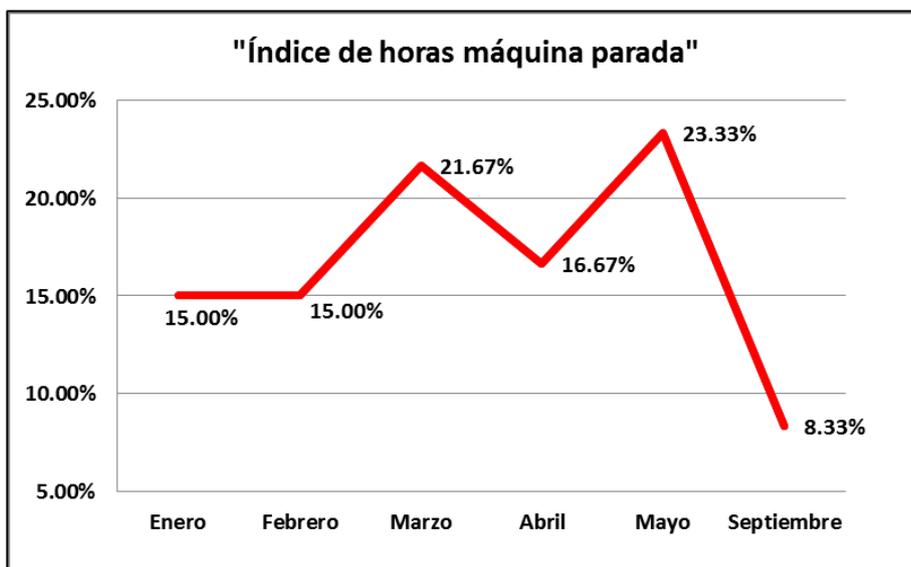
HORAS MÁQUINA PARADA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.				
Empresa:			Área:	Producción
Método:	PRE-TEST	POST-TEST		Línea de producción: Casting
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas			Fecha: 01/10/2018
	Mes	Hrs. De máquina parada	% de hrs. Máquina parada	
PRE-TEST	Enero	9	15.00%	
	Febrero	9	15.00%	
	Marzo	13	21.67%	
	Abril	10	16.67%	
	Mayo	14	23.33%	
POST-TEST	Septiembre	5	8.33%	
TOTAL		60	100.00%	

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 72, se muestra la disminución, en relación a las horas máquina parada, por lo cual en el mes de Septiembre se aprecia un porcentaje de horas máquina de 8.33%, con respecto a los demás meses del PRE-TEST.

A continuación, se mostrará el Gráfico 24, donde se verá el índice de horas máquina.

Gráfico 24. Índice de horas máquina parada (Septiembre)



Fuente. Elaboración propia

En el Gráfico 24, se pueden observar los puntajes en términos de porcentajes, que se han conseguido en el mes de Septiembre, con un 8.33% en relación a los meses del PRE-TEST.

Gracias a esta mejora, se espera que en los próximos meses, se consiga un número menor de horas máquina parada.

Para culminar el mantenimiento preventivo, se pasará a realizar el cálculo de la disponibilidad final, tomando en cuenta el MTTF, el MTTR y de igual forma, la frecuencia de falla. En la siguiente figura, se hará la toma de “Disponibilidad Final” de las 2 maquinarias seleccionadas.

Cálculo de la Disponibilidad Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3

- **Cálculo del Tiempo medio de buen funcionamiento (MTBF):**

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación min. (TBF)}}{\text{N° de fallos (n)}}$$

$$MTBF = \frac{5290 \text{ min.}}{2 \text{ min.}}$$

$$MTBF = 2645 \text{ min.} \approx 44.08 \text{ hrs.}$$

La maquinaria **Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3**, tiene un tiempo de buen trabajo de marcha de 2645 minutos, después de 1 mes de haber realizado el mantenimiento preventivo, lo cual equivale a 44.08 horas en ese lapso de mes mencionado.

○ **Cálculo del Tiempo Medio entre Falla (MTTR):**

$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones en min.}}{\text{N° de reparaciones correctivas}}$
--

$$MTTR = \frac{321 \text{ min.}}{1 \text{ min.}}$$

$$MTTR = 321 \text{ min.} \approx 5.35 \text{ hrs.}$$

La maquinaria **Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3**, tiene un tiempo de promedio de reparación de 265.50 minutos, después de 1 mes de haber realizado el mantenimiento preventivo, lo cual equivale a 4.42 horas en ese lapso de tiempo.

○ **Cálculo de la Disponibilidad:**

Dónde:

MTBF: Tiempo medio entre fallas

MTTR: Tiempo medio de reparación

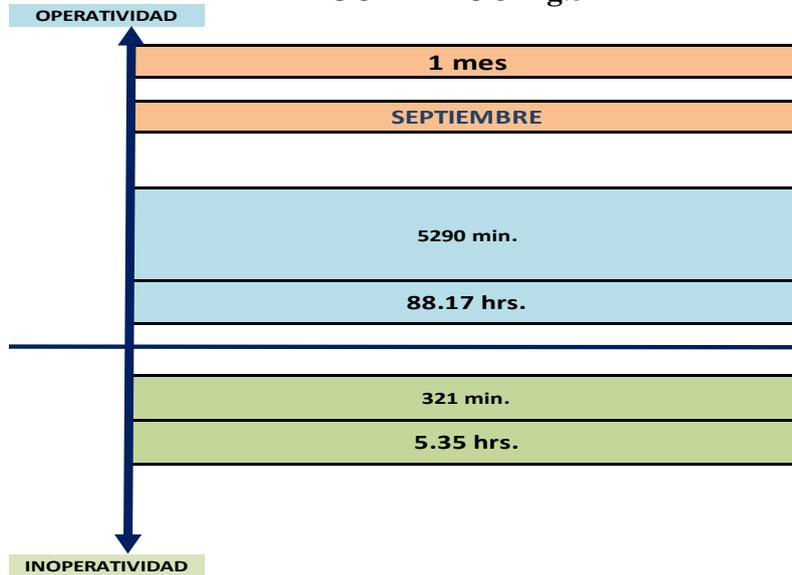
$$D = \frac{MTBF}{(MTBF+MTTR)} \Rightarrow D = \frac{2645 \text{ min.}}{(2645 \text{ min.} + 321 \text{ min.})} \Rightarrow D = \frac{2645 \text{ min.}}{(2966 \text{ min.})}$$

$$\Rightarrow 0.892 * 100\% \Rightarrow \mathbf{89.2\%}$$

La máquina **Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3**, tiene una disponibilidad operativa del 89.2% después de 1 mes de haber realizado el mantenimiento

preventivo. A continuación, se mostrará la Figura 27, en la que se muestra detalladamente la operatividad e inoperatividad de la maquinaria en mención.

Figura 27. Operatividad e inoperatividad de Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3



Fuente. Elaboración propia

Tabla 73. Disponibilidad Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3

Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3N - ARIN S.A.			
Empresa:			Área: <i>Producción</i>
Método:	<i>PRE-TEST</i>	<i>POST-TEST</i>	Línea de producción: <i>Casting</i>
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>		
Tiempo en marcha (en min) (Septiembre)			
5290			
Numero de reparaciones correctivas (Septiembre)			
1			
Total de paradas o fallas (Septiembre)	2		
Tiempo total de reparaciones correctivas (en min) (Septiembre)			
321			
MTBF (en min)	2645.00		
MTTR (en min)	321.00		
DISPONIBILIDAD	89.2%		

Fuente. Elaboración propia

Por otro lado, se muestra en la Tabla 73, al detalle los tiempos de la maquinaria en mención, para con ello, hallar la disponibilidad que tuvo después de 1 mes de haber realizado el mantenimiento preventivo.

C) Cálculo de la Disponibilidad de Inyectora de cera TR 3K Digital

- **Cálculo del Tiempo medio de buen funcionamiento (MTBF):**

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operación min. (TBF)}}{\text{N° de fallos (n)}}$$

$$MTBF = \frac{2300 \text{ min.}}{3 \text{ min.}}$$

$$MTBF = 766.67 \text{ min.} \approx 12.77 \text{ hrs.}$$

La maquinaria **Inyectora de cera TR 3K Digital**, tiene un tiempo de buen trabajo de marcha de 766.67 minutos después de 1 mes de haber realizado el mantenimiento preventivo, lo cual equivale a 12.77 horas en ese lapso de mes mencionado.

- **Cálculo del Tiempo Medio entre Falla (MTTR):**

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones en min.}}{\text{N° de reparaciones correctivas}}$$

$$MTTR = \frac{110.4 \text{ min.}}{2 \text{ min.}}$$

$$MTTR = 55.20 \text{ min.} \approx 0.92 \text{ hrs.}$$

La maquinaria **Inyectora de cera TR 3K Digital**, tiene un tiempo de promedio de reparación de 55.20 minutos después de 1 mes de haber realizado el mantenimiento preventivo, lo cual equivale a 0.92 horas.

○ Cálculo de la Disponibilidad:

Dónde:

MTBF: Tiempo medio entre fallas

MTTR: Tiempo medio de reparación

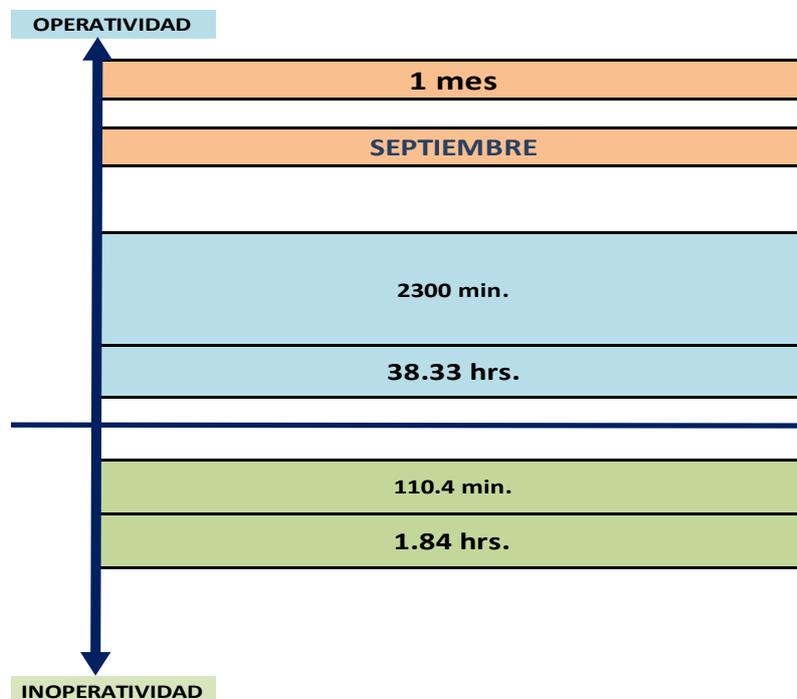
$$D = \frac{MTBF}{(MTBF+MTTR)} \Rightarrow D = \frac{766.67 \text{ min.}}{(766.67 \text{ min.}+55.20 \text{ min.})} \Rightarrow D = \frac{766.67 \text{ min.}}{821.87 \text{ min}}$$

=> 0.933*100%

=> **93.3%**

La máquina **Inyectora de cera TR 3K Digital** tiene una disponibilidad operativa del 93.3% después de 1 mes de haber realizado el mantenimiento preventivo. A continuación, se mostrarán la Figura 28, en la que se muestra detalladamente la operatividad e inoperatividad de la maquinaria en mención.

Figura 28. Operatividad e inoperatividad de Inyectora de cera TR 3K Digital



Fuente. Elaboración propia

Por otro lado, se muestra en la Tabla 74, al detalle los tiempos de la maquinaria en mención, para con ello, hallar la disponibilidad que tuvo en ese mes.

Tabla 74. Disponibilidad de Inyectora de cera TR 3K Digital

Inyectora de cera TR 3K Digital - ARIN S.A.			
Empresa:			Área: <i>Producción</i>
Método:	<i>PRE-TEST</i>	<i>POST-TEST</i>	Línea de producción: <i>Casting</i>
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>		
Tiempo en marcha (en min) (2 meses)			
2300			
Numero de reparaciones correctivas (2 meses)			
2			
Total de paradas o fallas (Septiembre)		Tiempo total de reparaciones correctivas (en min) (Septiembre)	
3		110.4	
MTBF (en min)	766.67		
MTTR (en min)	55.20		
DISPONIBILIDAD	93.3%		

Fuente. Elaboración propia

2.7.5. Análisis económico financiero

Para este análisis, se procede a realizar una evaluación económica de cada propuesta para la mejora programada. En un comienzo, se lograrán identificar y calcular los costos/beneficios que se tienen por la ejecución de las mejoras, para seguido de ello, calcular un estimado del ratio Costo/Beneficio. En relación a las herramientas ejecutadas en la empresa ARIN S.A., se inciden en ciertos gastos como tales:

Tabla 75. Requerimientos para la ejecución de Mantenimiento Preventivo(Iny.)

INYECTORA DE CERA TR 3KG DIGITAL											
COSTO	MENSUAL	MATERIAL/ REPUESTO	CANTIDAD	COSTO M./R.	COSTO TOTAL M./R.	N° OPERARIOS	TIPO DE PERSONAL	N° HORAS	COSTO H-H	COSTO TOTAL H-H	COSTO TOTAL
ACTIVIDAD	Limpiar el tablero eléctrico / Revisar estado de conductores	Grasa (galón)	5	S/. 180.00	S/. 900.00	2	Operario	36	S/. 2.63	S/. 189.36	S/. 1,089.36
		Alicate universal	4	S/. 29.00	S/. 116.00	1	Asistente	20	S/. 2.29	S/. 45.80	S/. 161.80
		Circuitos integrados ECG960	5	S/. 30.00	S/. 150.00	1	Profesional Mantenimiento	36	S/. 7.08	S/. 254.88	S/. 404.88
											S/. 1,656.04
COSTO	TRIMESTRAL	MATERIAL/ REPUESTO	CANTIDAD	COSTO M./R.	COSTO TOTAL M./R.	N° OPERARIOS	TIPO DE PERSONAL	N° HORAS	COSTO H-H	COSTO TOTAL H-H	COSTO TOTAL
ACTIVIDAD	Cambio de aceite/Ajustar tornillos de bormeras	Grasa (galón)	4	S/. 180.00	S/. 720.00	4	Operario	20	S/. 2.63	S/. 210.40	S/. 930.40
		Alicate plano	2	S/. 20.00	S/. 40.00	1	Asistente	13	S/. 2.29	S/. 29.77	S/. 69.77
		Aceite para vaciado(galón)	4	S/. 15.00	S/. 60.00	1	Profesional Mantenimiento	20	S/. 7.08	S/. 141.60	S/. 460.60
		Alicate de corte	1	S/. 22.00	S/. 22.00						
		Cinta aislante	2	S/. 6.00	S/. 12.00						
		Llave inglesa	2	S/. 30.00	S/. 60.00						
		Cables thw (metros)	15	S/. 11.00	S/. 165.00						
											S/. 1,460.77
COSTO	SEMESTRAL	MATERIAL/ REPUESTO	CANTIDAD	COSTO M./R.	COSTO TOTAL M./R.	N° OPERARIOS	TIPO DE PERSONAL	N° HORAS	COSTO H-H	COSTO TOTAL H-H	COSTO TOTAL
ACTIVIDAD	Ajustar los pernos de anclaje de la máquina	Grasa (galón)	3	S/. 180.00	S/. 540.00	5	Operario	8	S/. 2.63	S/. 105.20	S/. 645.20
		Tuercas de union (paquete)	2	S/. 3.60	S/. 7.20	1	Asistente	2	S/. 2.29	S/. 4.58	S/. 11.78
		Resorte (paquete)	2	S/. 12.00	S/. 24.00	1	Profesional de Mantenimiento	8	S/. 7.08	S/. 56.64	S/. 166.64
		Alicate de corte	2	S/. 22.00	S/. 44.00						
		Cinta aislante	2	S/. 6.00	S/. 12.00						
		Llave inglesa	1	S/. 30.00	S/. 30.00						
											S/. 823.62
COSTO	ANUAL	MATERIAL/ REPUESTO	CANTIDAD	COSTO M./R.	COSTO TOTAL M./R.	N° OPERARIOS	TIPO DE PERSONAL	N° HORAS	COSTO H-H	COSTO TOTAL H-H	COSTO TOTAL
ACTIVIDAD	Ajustar pernos de sujeción de cilindro de inyección, apertura, cierre y expulsión	Empaquetadura de silicona	3	S/. 180.00	S/. 540.00	2	Operario	10	S/. 2.63	S/. 52.60	S/. 592.60
		Empaquetadura de grafito	3	S/. 25.00	S/. 75.00	1	Asistente	5	S/. 2.29	S/. 11.45	S/. 86.45
		Tuerca hexagonal (paquete)	2	S/. 10.00	S/. 20.00	1	Profesional de Mantenimiento	10	S/. 7.08	S/. 70.80	S/. 322.80
		Cables thw (metros)	10	S/. 11.00	S/. 110.00						
		Alicate de corte	2	S/. 22.00	S/. 44.00						
		Cinta aislante	3	S/. 6.00	S/. 18.00						
		Llave inglesa	2	S/. 30.00	S/. 60.00						
											S/. 1,001.85
TOTAL	S/. 4,942.28										

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 75, se aprecia la inversión realizada para una de las maquinarias que pasarán por mantenimiento preventivo, la cual es la Inyectora de Cera TR 3kg. Digital con un total de S/.4942.28 soles anuales; el cual incluye los costos de repuestos, materiales y las horas hombre. A continuación la Segunda máquina que pasará a mantenimiento es la siguiente:

Tabla 76. Requerimientos para la ejecución de Mantenimiento Preventivo(Horno)

Horno de casting continuo IECO GOLDPRO®											
COSTO	MENSUAL	MATERIAL/REPUESTO	CANTIDAD	COSTO M./R.	COSTO TOTAL M./R.	N° OPERARIOS	TIPO DE PERSONAL	N° HORAS	COSTO H-H	COSTO TOTAL H-H	COSTO TOTAL
ACTIVIDAD	Ajuste de bandeja de goteo/Inspección del tablero de control	Tubo de cobre	10	S/. 5.00	S/. 50.00	3	Operario	36	S/. 2.63	S/. 284.04	S/. 334.04
		Alicate universal	4	S/. 29.00	S/. 116.00	1	Asistente	20	S/. 2.29	S/. 45.80	S/. 161.80
		Circuitos integrados ECG960	15	S/. 30.00	S/. 450.00	1	Profesional Mantenimiento	36	S/. 7.08	S/. 254.88	S/. 704.88
											S/. 1,200.72
COSTO	TRIMESTRAL	MATERIAL/REPUESTO	CANTIDAD	COSTO M./R.	COSTO TOTAL M./R.	N° OPERARIOS	TIPO DE PERSONAL	N° HORAS	COSTO H-H	COSTO TOTAL H-H	COSTO TOTAL
ACTIVIDAD	Mantenimiento del cable de energía eléctrica/Cambio de resistencias	Grasa (galón)	4	S/. 180.00	S/. 720.00	5	Operario	24	S/. 2.63	S/. 315.60	S/. 1,035.60
		Circuitos integrados ECG960	3	S/. 30.00	S/. 90.00	1	Asistente	10	S/. 2.29	S/. 22.90	S/. 112.90
		Aceite para vaciado(galón)	3	S/. 15.00	S/. 45.00	1	Profesional Mantenimiento	24	S/. 7.08	S/. 169.92	S/. 501.92
		Alicate de corte	2	S/. 22.00	S/. 44.00						
		Cinta aislante	3	S/. 6.00	S/. 18.00						
		Llave inglesa	2	S/. 30.00	S/. 60.00						
		Cables thw (metros)	15	S/. 11.00	S/. 165.00						
											S/. 1,650.42
COSTO	SEMESTRAL	MATERIAL/REPUESTO	CANTIDAD	COSTO M./R.	COSTO TOTAL M./R.	N° OPERARIOS	TIPO DE PERSONAL	N° HORAS	COSTO H-H	COSTO TOTAL H-H	COSTO TOTAL
ACTIVIDAD	Calibrar el control de temperatura	Tuercas de union (paquete)	4	S/. 180.00	S/. 720.00	4	Operario	10	S/. 2.63	S/. 105.20	S/. 825.20
		Resorte (paquete)	4	S/. 12.00	S/. 48.00	1	Asistente	6	S/. 2.29	S/. 13.74	S/. 61.74
		Cinta aislante	1	S/. 6.00	S/. 6.00	1	Profesional de Mantenimiento	10	S/. 7.08	S/. 70.80	S/. 436.80
		Circuitos integrados ECG960	4	S/. 30.00	S/. 120.00						
		Manta de fibra cerámica de alta temperatura a granel (caja)	2	S/. 50.00	S/. 100.00						
		Repuesto de válvulas	2	S/. 70.00	S/. 140.00						
											S/. 1,323.74
TOTAL	S/. 4,174.88										

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 76, se aprecia la inversión realizada para una de las maquinarias que pasarán por mantenimiento preventivo, la cual es el Horno de casting continuo, con un total de S/.4174.88 soles anuales; el cual incluye los costos de repuestos, materiales y las horas hombre. Finalmente, se suman ambas cantidades y se obtiene la inversión total realizada para la ejecución del Mantenimiento Preventivo:

Tabla 77. Inversión Total realizada

Descripción	Inversión Total
INYECTORA DE CERA TR 3KG DIGITAL	S/. 4,942.28
Horno de casting continuo IECO GOLDPRO®	S/. 4,174.88
TOTAL S/.	S/. 9,117.16

Fuente. Elaboración propia

De la Tabla 77, se aprecia que el total de la inversión para ambas máquinas es de S/9117.16 soles; este monto usado para aumentar la productividad en la empresa ARIN S.A.

Tabla 78. Ahorro de maquinarias

Descripción	Inversión Total	Costo de máq. nueva	Ahorro
INYECTORA DE CERA TR 3KG DIGITAL	S/. 4,942.28	S/. 5,005.36	S/. 63.08
Horno de casting continuo IECO GOLDPRO®	S/. 4,174.88	S/. 12,018.78	S/. 7,843.90
TOTAL S/.	S/. 9,117.16	S/. 17,024.14	S/. 7,906.98

Fuente. Elaboración propia

De la Tabla 78, se aprecia que el total de la inversión anual para ambas máquinas es de S/9117.16 soles; pero teniendo en cuenta el costo de una maquinaria nueva; por lo cual se deduce que ejecutar mantenimiento preventivo es más factible que comprar una nueva maquinaria, debido que se da un ahorro anual de S/. 7906.98 soles por ambos equipos.

Tabla 79. Costo de ejecución de 5'S y Kaizen

5'S Y KAIZEN									
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO	COSTO MATERIAL	N° OPERARIOS	TIPO DE PERSONAL	N° HORAS	COSTO H-H	COSTO TOTAL H-H	COSTO TOTAL
Cronómetro CASIO 151217 swt	1	S/. 110.00	S/. 110.00	5	Operario	150	S/. 2.63	S/. 1,972.50	S/. 2,082.50
Escoba barredora	2	S/. 8.00	S/. 16.00	1	Personal administrativo	50	6.25	312.5	S/. 423.50
Tableros	2	S/. 4.00	S/. 8.00						
Lapiceros	10	S/. 0.50	S/. 5.00						
Memoria USB 16GB Sandisk Cruzer Blade	1	S/. 36.00	S/. 36.00						
Cintas Señalización de áreas Rfx	2	S/. 15.00	S/. 30.00						
Hojas Bond	1	S/. 16.00	S/. 16.00						
									S/. 2,506.00

Fuente. Elaboración propia

De la Tabla 79, se aprecia que el total de la inversión para la herramienta de Kaizen y 5'S es de un total de S/.2506.00 soles mensuales. Por lo cual, la suma de ambas inversiones de estas herramientas arroja un total de **S/ 11623.16** soles.

2.7.5.1. Análisis Costo-Beneficio

Para determinar el ratio Costo-Beneficio de la ejecución de herramientas de Lean Manufacturing, se tendrá en cuenta los puntos mostrados en la Tabla 80.

Por último, se calcula el ratio Costo-Beneficio para establecer la viabilidad del proyecto. Este ratio se encuentra, dividiendo el monto de la venta anual entre el costo de fabricación anual más el costo del proyecto; si el resultado es mayor a 1, entonces el proyecto es viable y si el resultado es menor a 1, entonces el proyecto debe ser rechazado.

El resultado del análisis realizado es 1.122, mayor que 1, por ende, el proyecto es viable. Además, por cada sol que es invertido en el proyecto, la ganancia será de S/.0.122 soles.

El resultado del análisis realizado es de 21% en relación al TIR, por ende, el proyecto es viable.

El resultado del análisis realizado es de S/. 2795.26 soles en relación al VAN, por ende, el proyecto es viable.

Tabla 80. Análisis Económico Antes y Después

MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Costo Antes	S/. 13,043.20											
Costo Después	S/. 11,623.16											
Ahorro	S/. 1,420.04											

COSTO DE LA PROPUESTA DE MEJORA	S/6,001
---------------------------------	---------

COSTO TOTAL	S/6,001.00
Formulación de Datos	
F1 =	S/1,420.04
F2 =	S/1,420.04
F3 =	S/1,420.04
F4 =	S/1,420.04
F5 =	S/1,420.04
F6 =	S/1,420.04
F7 =	S/1,420.04
F8 =	S/1,420.04
F9 =	S/1,420.04
F10 =	S/1,420.04
F11 =	S/1,420.04
F12 =	S/1,420.04
N	= 12 meses
Tasa de Interes.	12%

Flujo de meses	
	VAN
F =	-S/6,000.00
F1 =	S/1,420.04
F2 =	S/1,420.04
F3 =	S/1,420.04
F4 =	S/1,420.04
F5 =	S/1,420.04
F6 =	S/1,420.04
F7 =	S/1,420.04
F8 =	S/1,420.04
F9 =	S/1,420.04
F10 =	S/1,420.04
F11 =	S/1,420.04
F12 =	S/1,420.04
TIR	21%

Ingresos actualizados	S/80,794.46
Egresos actualizados	S/71,998.20
B/C	S/. 1.122

VAN	= S/2,795.26
-----	--------------

Fuente. Elaboración propia

III. RESULTADOS

3.1. Análisis Descriptivo

En la investigación se realizará un análisis descriptivo a los resultados obtenidos en el PRE-TEST y POST-TEST en la empresa ARIN S.A.

3.1.1 Variable Dependiente: Productividad

A continuación, se mostrará la Tabla 81, donde se verá el PRE-TEST y POST-TEST de la ejecución de la herramienta.

Tabla 81. Comparación PRE-TEST y POST-TEST (Productividad)

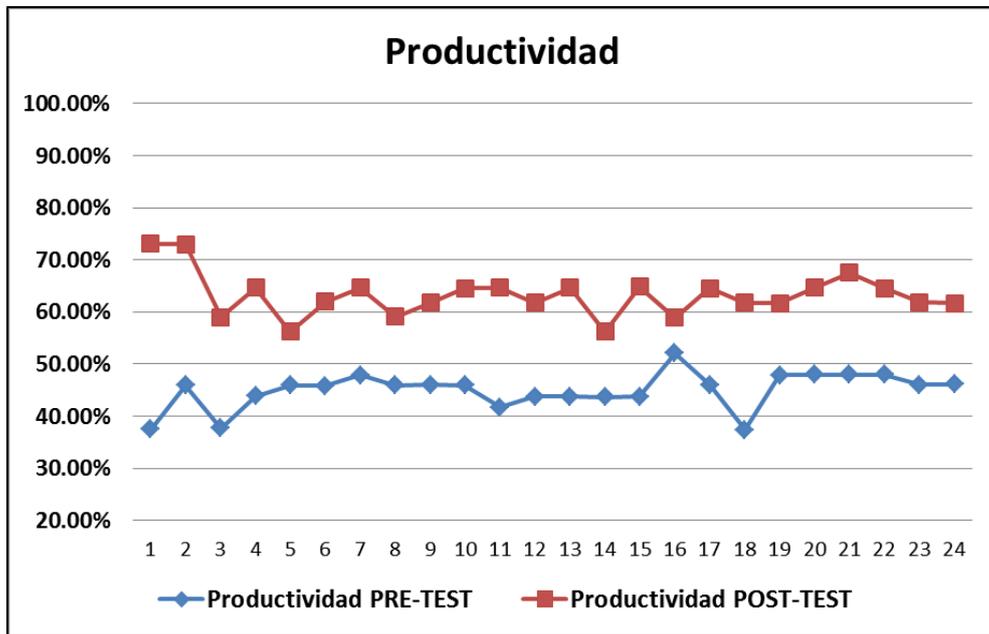
COMPARACIÓN DE PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CASTING - ARIN S.A. - MES MAYO Y SEPTIEMBRE 2018				
Empresa:			Área:	<i>Producción</i>
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción:	<i>Casting</i>
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>		Fecha:	<i>30/09/2018</i>

Productividad PRE-TEST	Productividad POST-TEST	INCREMENTO
37.51%	73.04%	94.72%
45.91%	72.98%	58.96%
37.71%	58.96%	56.35%
43.89%	64.69%	47.40%
45.94%	56.24%	22.43%
45.85%	61.96%	35.15%
47.91%	64.69%	35.04%
45.92%	59.04%	28.58%
45.99%	61.74%	34.23%
45.91%	64.50%	40.50%
41.73%	64.60%	54.78%
43.79%	61.78%	41.07%
43.76%	64.69%	47.83%
43.70%	56.16%	28.51%
43.80%	64.83%	48.01%
52.14%	58.91%	12.96%
46.02%	64.54%	40.24%
37.41%	61.72%	65.00%
47.83%	61.71%	29.02%
47.97%	64.68%	34.83%
47.96%	67.48%	40.69%
48.01%	64.58%	34.53%
45.98%	61.91%	34.64%
46.09%	61.67%	33.81%

Fuente. Elaboración propia

A continuación, se mostrará el Gráfico 25, donde se verá el índice de Productividad.

Gráfico 25. PRE-TEST (Mayo) y POST-TEST (Septiembre) de Productividad

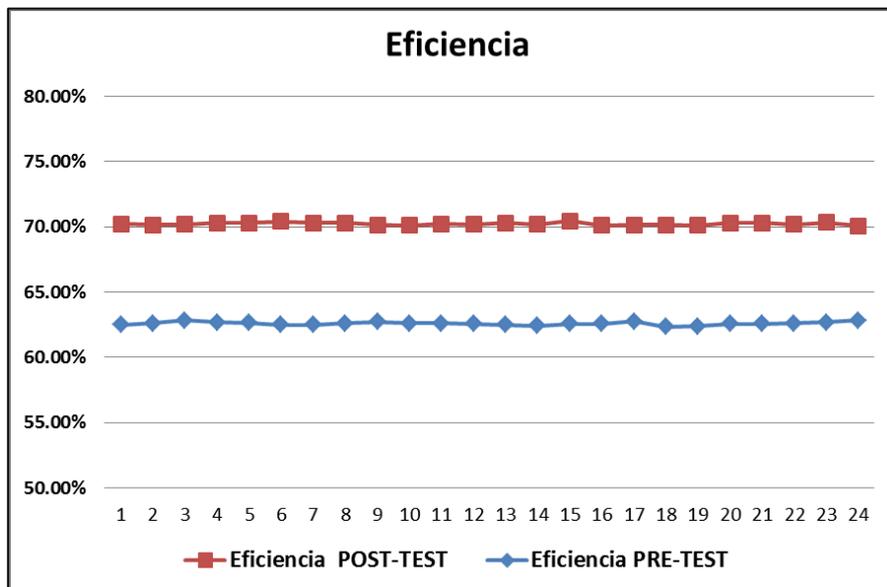


Fuente. Elaboración propia

En el Gráfico 25, se pueden observar los puntajes en términos de porcentajes, que se han conseguido en el mes de Septiembre, en relación a las herramientas del Lean Manufacturing aplicadas a la línea de producción de casting, de forma tal, que la productividad en el POST-TEST aumentó, con respecto al PRE-TEST.

A continuación, se mostrará el Gráfico 26, donde se verá el índice de Eficiencia.

Gráfico 26. PRE-TEST (Mayo) y POST-TEST (Septiembre) de eficiencia



Fuente. Elaboración propia

En el Gráfico 26, se pueden observar los puntajes en términos de porcentajes, que se han conseguido en el mes de Septiembre, en relación a las herramientas del Lean Manufacturing aplicadas a la línea de producción de casting, de forma tal, que la eficiencia se mantiene actualmente por encima del 70%, con respecto al PRE-TEST en la cual está por debajo del 63%.

A continuación, se mostrará la Tabla 82, donde se verá el PRE-TEST y POST-TEST de la Eficiencia.

Tabla 82. Comparación PRE-TEST y POST-TEST (Eficiencia)

COMPARACIÓN DE PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CASTING - ARIN S.A. - MES MAYO Y SEPTIEMBRE 2018			
Empresa:			Área: <i>Producción</i>
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción: <i>Casting</i>
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>		Fecha: <i>30/09/2018</i>

Eficiencia PRE-TEST	Eficiencia POST-TEST	INCREMENTO
62.52%	70.23%	12.34%
62.60%	70.17%	12.09%
62.85%	70.19%	11.68%
62.70%	70.32%	12.15%
62.65%	70.31%	12.23%
62.52%	70.41%	12.63%
62.49%	70.32%	12.53%
62.62%	70.29%	12.25%
62.72%	70.16%	11.86%
62.60%	70.11%	11.99%
62.60%	70.22%	12.16%
62.56%	70.20%	12.21%
62.52%	70.32%	12.48%
62.43%	70.20%	12.44%
62.57%	70.47%	12.62%
62.57%	70.13%	12.07%
62.76%	70.16%	11.78%
62.35%	70.14%	12.50%
62.39%	70.13%	12.40%
62.57%	70.31%	12.36%
62.56%	70.29%	12.36%
62.62%	70.20%	12.11%
62.70%	70.35%	12.20%
62.85%	70.08%	11.51%

Fuente. Elaboración propia

Seguido de ello, se mostrará la Tabla 83, donde se verá el PRE-TEST y POST-TEST de la Eficacia

Tabla 83. Comparación PRE-TEST y POST-TEST (Eficacia)

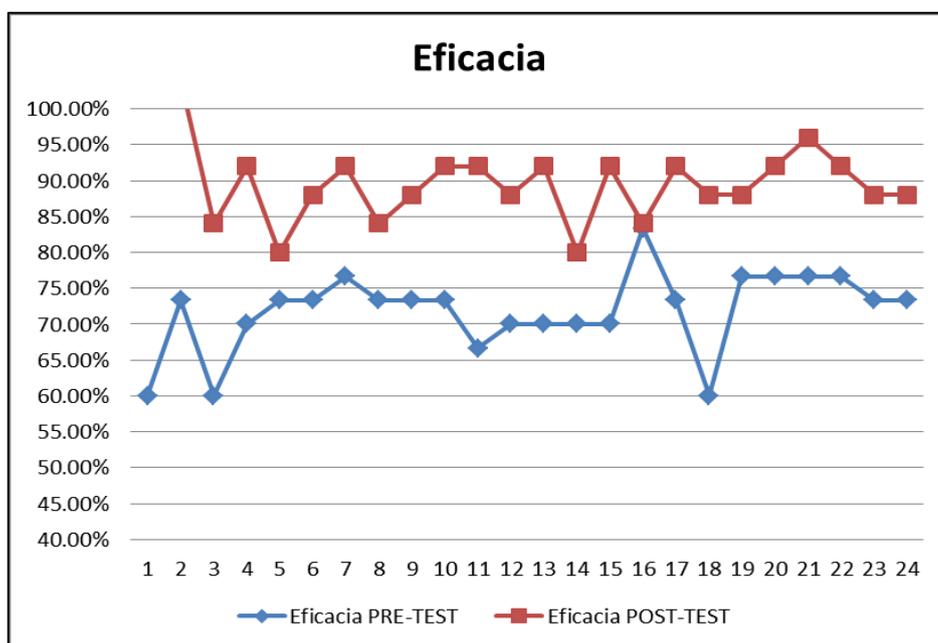
COMPARACIÓN DE PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CASTING - ARIN S.A. - MES MAYO Y SEPTIEMBRE 2018			
Empresa:			Área: <i>Producción</i>
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción: <i>Casting</i>
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>		Fecha: <i>30/09/2018</i>

Eficacia PRE-TEST	Eficacia POST-TEST	INCREMENTO
60.00%	104.00%	73.33%
73.33%	104.00%	41.82%
60.00%	84.00%	40.00%
70.00%	92.00%	31.43%
73.33%	80.00%	9.09%
73.33%	88.00%	20.00%
76.67%	92.00%	20.00%
73.33%	84.00%	14.55%
73.33%	88.00%	20.00%
73.33%	92.00%	25.45%
66.67%	92.00%	38.00%
70.00%	88.00%	25.71%
70.00%	92.00%	31.43%
70.00%	80.00%	14.29%
70.00%	92.00%	31.43%
83.33%	84.00%	0.80%
73.33%	92.00%	25.45%
60.00%	88.00%	46.67%
76.67%	88.00%	14.78%
76.67%	92.00%	20.00%
76.67%	96.00%	25.22%
76.67%	92.00%	20.00%
73.33%	88.00%	20.00%
73.33%	88.00%	20.00%

Fuente. Elaboración propia

A continuación, se mostrará el Gráfico 27, donde se verá el índice de Eficacia.

Gráfico 27. PRE-TEST (Mayo) y POST-TEST (Septiembre) de eficacia



Fuente. Elaboración propia

En el Gráfico 27, se pueden observar los puntajes en términos de porcentajes, que se han conseguido en el mes de Septiembre, en relación a las herramientas del Lean Manufacturing aplicadas a la línea de producción de casting, de forma tal, que la eficacia se mantiene actualmente, la mayoría, por encima del 85%, con respecto al PRE-TEST en la cual está por debajo del 80%.

3.1.2 Variable Independiente: Lean Manufacturing

3.1.2.1. Dimensión 5'S

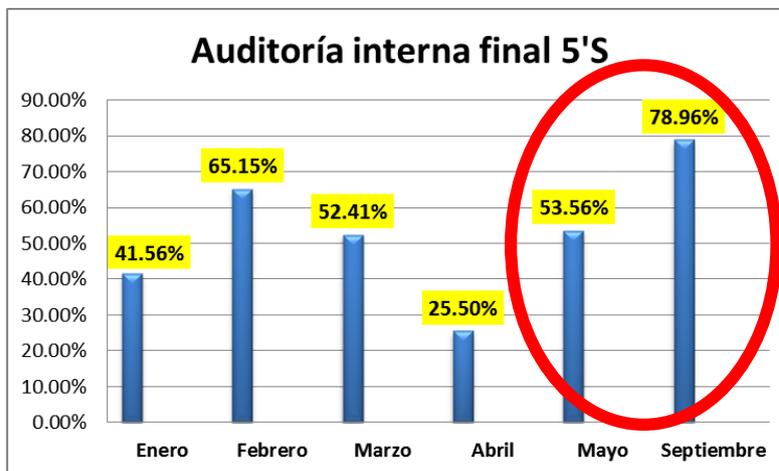
Tabla 84. Resumen de 5'S

AUDITORÍA INTERNA 5'S DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.			
Empresa:			Área: <i>Producción</i>
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción: <i>Casting</i>
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>		Fecha: <i>01/10/2018</i>
	Mes	% de cumplimiento 5'S	
PRE-TEST	Enero	41.56%	
	Febrero	65.15%	
	Marzo	52.41%	
	Abril	25.50%	
	Mayo	53.56%	
POST-TEST	Septiembre	78.96%	

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 84, se muestra el aumento en relación al nivel de cumplimiento de las 5'S, por lo cual en el mes de Septiembre se aprecia un índice de cumplimiento del 78.96% con respecto a los demás meses del PRE-TEST.

Gráfico 28. PRE-TEST y POST-TEST de 5'S



Fuente. Elaboración propia

Se puede observar los puntajes en términos de porcentajes, que se han conseguido en el mes de Septiembre, con un 78.96% en relación a los meses del PRE-TEST.

3.1.2.2. Dimensión Kaizen

Tabla 85. PRE-TEST y POST-TEST de Kaizen

PRODUCTOS TERMINADOS CONFORMES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.				
Empresa:			Área:	Producción
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción:	Casting
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas		Fecha:	01/10/2018
	Mes	% de productos terminados conformes		
PRE-TEST	Enero	91.23%		
	Febrero	90.55%		
	Marzo	88.63%		
	Abril	88.00%		
	Mayo	85.05%		
POST-TEST	Septiembre	98.15%		

Fuente. Elaboración propia

Para ello, se aplicó la siguiente fórmula:

• **Calidad (POST-TEST)** = $\frac{\text{volumen de producción conforme}}{\text{volumen de producción total}} * 100\% \Rightarrow \frac{530}{540} * 100\% \Rightarrow 98.15\%$

En la Tabla 85, se aprecian índices altos de productos terminados conformes en la empresa ARIN S.A., para lo cual en el mes de Septiembre tiene un porcentaje de 98.15%. después de aplicar la herramienta.

Gráfico 29. PRE-TEST y POST-TEST de Kaizen



Fuente. Elaboración propia

Del Gráfico 29, se puede observar los puntajes en términos de porcentajes, que se han conseguido en el mes de Septiembre, con un 98.15% en relación a los meses del PRE-TEST.

3.1.2.3. Dimensión Mantenimiento Preventivo

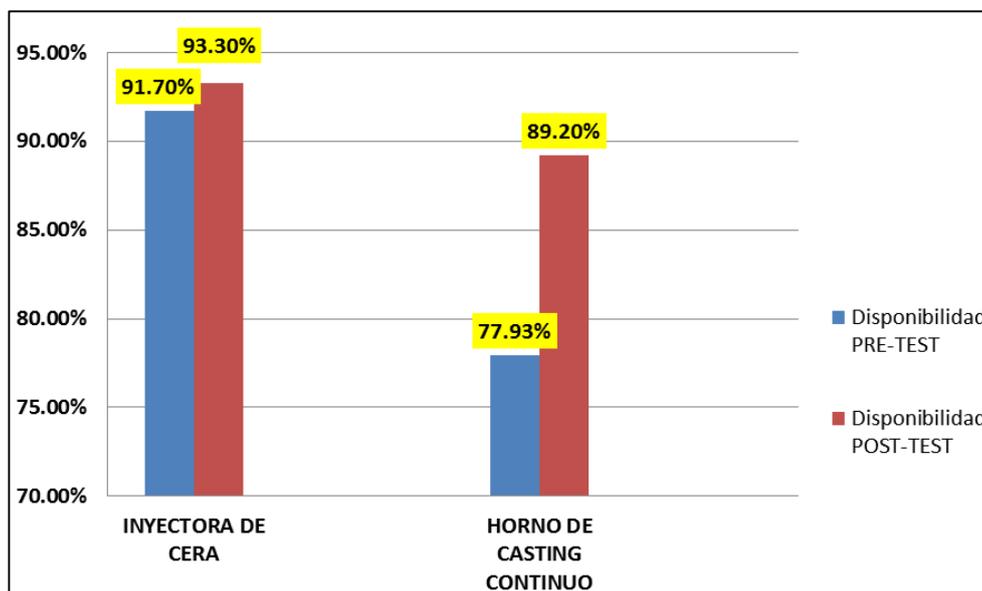
Tabla 86. PRE-TEST y POST-TEST de Mantenimiento Preventivo

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.				
Empresa:			Área:	Producción
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción:	Casting
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas		Fecha:	01/10/2018
	INYECTORA DE CERA		HORNO DE CASTING CONTINUO	
Disponibilidad PRE-TEST	91.70%		77.93%	
Disponibilidad POST-TEST	93.30%		89.20%	

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 86, se aprecia la disponibilidad de las máquinas que pasaron por mantenimiento preventivo en la empresa ARIN S.A.

Gráfico 30. PRE-TEST y POST-TEST de Mantenimiento Preventivo



Fuente. Elaboración propia

Del Gráfico 30, se puede observar los puntajes en términos de porcentajes, que se han conseguido en el mes de Septiembre, con un 93.30 % en la máquina “Inyectora de cera” y un 89.20% en el “Horno de Casting Continuo,” en relación a los meses del PRE-TEST.

3.2. Análisis Inferencial

En esta investigación fue necesario hacer un contraste de las hipótesis mediante estadígrafos de comparación de medias, para demostrar la mejora con herramientas del Lean Manufacturing.

3.2.1. Análisis de la hipótesis general

H_a: La implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la productividad del área de producción en la empresa ARIN S.A.

Con el fin, de poder contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las serie de la “Productividad Pre-Test y Post-Test” tienen un comportamiento paramétrico, ya que las series de ambos datos son menores o iguales a 30, se pasará al análisis de normalidad con el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p_{\text{valor}} \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.

Si $p_{\text{valor}} > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico.

Tabla 87. Pruebas de normalidad

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD ANTES	,878	24	,008
PRODUCTIVIDAD DESPUES	,900	24	,021

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. SPSS

De la tabla 87, se puede constatar que la significancia de la “Productividad en el PRE-TEST” tiene un valor menor a 0.05 y la “Productividad en el POST-TEST” tiene un valor menor a 0.05, por consiguiente y en relación a la regla de decisión, queda verificado que ambos tienen comportamientos no paramétricos.

Tabla 88. Criterio de Selección del Estadígrafo

ANTES	DESPUÉS	ESTADÍGRAFO
PARAMÉTRICO	PARAMÉTRICO	T STUDENT
PARAMÉTRICO	NO PARAMÉTRICO	WILCOXON
NO PARAMÉTRICO	NO PARAMÉTRICO	WILCOXON

Fuente. Elaboración propia

Pues se quiere saber si la productividad ha incrementado, se pasará al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

- **Contrastación de la hipótesis general**

H₀: La implementación de herramientas del Lean Manufacturing no incrementa la productividad del área de producción en la empresa ARIN S.A.

H_a: La implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la productividad del área de producción en la empresa ARIN S.A.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 89. Estadístico de prueba de Wilcoxon

Estadísticos de prueba^a	
	PRODUCTIVIDAD DESPUES
	S - PRODUCTIVIDAD ANTES
Z	-4,286 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

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

Fuente. SPSS

Regla de decisión:

Si $\rho_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $\rho_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Por medio de la Tabla 89, se puede comprobar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a “Productividad en el PRE-TEST y POST-TEST” es de 0.000, por consiguiente y en relación a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta las herramientas del Lean Manufacturing incrementan la productividad en la empresa ARIN S.A.

3.2.2. Análisis de la primera hipótesis específica

H_a : La implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la eficiencia del área de producción en la empresa ARIN S.A.

Con el fin de contrastar la primera hipótesis específica, es necesario establecer si los datos que corresponden a las serie de la “Eficiencia en el PRE-TEST y POST-TEST” tienen un comportamiento paramétrico. En vista que las series de ambos datos son menores o iguales a 30, a continuación se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p_{\text{valor}} \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.

Si $p_{\text{valor}} > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico.

Tabla 90. Pruebas de normalidad

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA ANTES	,967	24	,589
EFICIENCIA DESPUÉS	,953	24	,319

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

Fuente. SPSS

En base a la Tabla 90, se puede comprobar que la significancia de la “Eficiencia en el PRE-TEST y POST-TEST”, tienen valores mayores a 0.05, por consiguiente y en relación a la regla de decisión, queda confirmado que ambos tienen comportamientos paramétricos.

Tabla 91. Criterio de Selección del Estadígrafo

ANTES	DESPUÉS	ESTADÍGRAFO
PARAMÉTRICO	PARAMÉTRICO	T STUDENT
PARAMÉTRICO	NO PARAMÉTRICO	WILCOXON
NO PARAMÉTRICO	NO PARAMÉTRICO	WILCOXON

Fuente. Elaboración propia

Pues se quiere saber si la eficiencia ha incrementado, se pasará al análisis con el estadígrafo de T Student.

- **Contrastación de la primera hipótesis específica**

H₀: La implementación de herramientas del Lean Manufacturing no incrementa la eficiencia del área de producción en la empresa ARIN S.A.

H_a: La implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la eficiencia del área de producción en la empresa ARIN S.A.

Regla de decisión:

$$\mathbf{H_0:} \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$\mathbf{H_a:} \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 92. Resultados del análisis de T-Student

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	EFICIENCIA ANTES	,625967	24	,0012524	,0002556
	EFICIENCIA DESPUÉS	,702379	24	,0010000	,0002041

Fuente. SPSS

En relación a la Tabla 92, ha quedado demostrado que la media de la “Eficiencia en el PRE-TEST”(0.6259) es menor que la media de la “Eficiencia en el POST-TEST” (0.7023), por ello, según la regla de decisión no se cumple **H₀:** $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$; es así que, se rechaza la hipótesis nula de que las herramientas del Lean Manufacturing no incrementan la eficiencia, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que las herramientas del Lean Manufacturing incrementan la eficiencia en la empresa ARIN S.A.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el p_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de T-Student a ambas eficiencias.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 93. Análisis de la significancia de los resultados de T-Student

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	EFICIENCIA ANTES - EFICIENCIA DESPUÉS	-,0764125	,0016861	,0003442	-,0771245	-,0757005	-222,019	23	,000

De igual forma, la Tabla 93 muestra la prueba de T-Student de las muestras relacionadas, queda demostrado que el valor de la significancia es de 0.000, siendo este menor que 0.05, por consiguiente se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de que las herramientas del Lean Manufacturing incrementan la eficiencia en la empresa ARIN S.A.

3.2.3. Análisis de la segunda hipótesis específica

H_a : La implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la eficacia del área de producción en la empresa ARIN S.A.

Con el fin de contrastar la primera hipótesis específica, es necesario establecer si los datos que corresponden a las serie de la “Eficacia en el PRE-TEST y POST-TEST” tienen un comportamiento paramétrico. En vista que las series de ambos datos son menores o iguales a 30, a continuación se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.

Si $p_{valor} > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico.

Tabla 94. Pruebas de normalidad

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA ANTES	,871	24	,005
EFICACIA DESPUÉS	,889	24	,013

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. SPSS

En base a la Tabla 94, se puede comprobar que la significancia de la “Eficacia en el PRE-TEST y POST-TEST”, tienen valores menores a 0.05, por consiguiente y en relación a la regla de decisión, queda confirmado que ambos tienen comportamientos paramétricos.

Tabla 95. Criterio de Selección del Estadígrafo

ANTES	DESPUÉS	ESTADÍGRAFO
PARAMÉTRICO	PARAMÉTRICO	T STUDENT
PARAMÉTRICO	NO PARAMÉTRICO	WILCOXON
NO PARAMÉTRICO	NO PARAMÉTRICO	WILCOXON

Fuente. Elaboración propia

Pues se quiere saber si la eficiencia ha incrementado, se pasará al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

- **Contrastación de la segunda hipótesis específica**

H₀: La implementación de herramientas del Lean Manufacturing no incrementa la eficacia del área de producción en la empresa ARIN S.A.

H_a: La implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la eficacia del área de producción en la empresa ARIN S.A.

Regla de decisión:

$$\mathbf{H_0:} \quad \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$\mathbf{H_a:} \quad \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el p_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas eficacias.

Regla de decisión:

Si $\rho_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $\rho_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 96. Estadístico de prueba de Wilcoxon

Estadísticos de prueba^a	
	EFICACIADE SPUES - EFICACIAANT ES
Z	-4,290^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

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

Fuente. SPSS

De igual forma, la Tabla 96 muestra la prueba de Wilcoxon de las muestras relacionadas, queda verificado que el valor de la significancia es de 0.000, siendo este menor que 0.05, por consiguiente se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de que las herramientas del Lean Manufacturing incrementan la eficacia en la empresa ARIN S.A.

IV. DISCUSIÓN

En la presente investigación, al ejecutar las herramientas del Lean Manufacturing en la empresa ARIN S.A., se lograron cumplir las metas trazadas por medio de la ejecución de las 5'S, el programa de mantenimiento preventivo, sumándole a ello las capacitaciones; obteniendo un incremento de la productividad, eficiencia y eficacia. Debido a ello, se pudo observar las mejorías en el proceso involucrado, exclusivamente en el proceso de “casting-yeso”, el cual fue identificado en un inicio como el principal cuello de botella de esta línea de producción.

En relación a los resultados de la productividad, la “Productividad en el PRE-TEST” obtuvo un valor de 0.4494, que la media de la “Productividad en el POST-TEST” con un 0.6321, habiendo una diferencia del 18.27%, siendo equivalente a un 40.65% de incremento en la productividad. Esta mejoría, fue respaldada por ALARCON, Andrés; el cual en su tesis de “Implementación de OEE Y SMED como Herramientas de Lean Manufacturing en una empresa del sector plástico”, se obtuvieron resultados favorables, en el cual la productividad se incrementó en un 33.08%, pasando de un 28% a un 61.08%. De igual forma, esta mejora fue apoyada por Rajadell y Sánchez, pues se basan en que el Lean Manufacturing tiene como objetivo, eliminar los desperdicios o despilfarros con el fin de minimizar los tiempos mediante el uso de herramientas, a través de filosofías como mejora continua, aprovechamiento de potencial en la producción y participación de los operarios (2010, pp.1-2).

De igual forma, la media en la “Eficiencia en el PRE-TEST” obtuvo un valor de 0.6259 en comparación de la “Eficiencia en el POST-TEST” con un valor de 0.7023, habiendo una diferencia del 7.64%, siendo equivalente a un 12.20% de incremento en la eficiencia, a consecuencia de las herramientas del Lean Manufacturing. Este resultado es respaldado por MEJÍA, Samir; en su “Propuesta de Mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de Manufactura Esbelta”; en la cual los resultados que se obtuvieron en base de lo planificado, fue que se incrementó la disponibilidad de los equipos en un 25%, el rendimiento de cada línea de producción aumentó en un 2% y el índice de calidad de cada producto acrecentó en un 4.3%. Así mismo, la mejoría fue apoyada por el SAES (2012,p.69), pues para mejorar la disponibilidad y rendimiento de los equipos se implementó el “Mantenimiento Preventivo”, teniendo este beneficios como: el aumento de la durabilidad, fiabilidad; incremento de la rentabilidad del almacén, de la producción y del factor humano.

Para finalizar, en la media de la “Eficacia en el PRE-TEST” era de 0.7180 y la media de la “Eficacia en el POST-TEST” fue de 0.9000; habiendo una diferencia del 18.20%, siendo equivalente a un 25.34% de incremento en la eficacia. Este logro alcanzado es apoyada por CUEVA, Javier; en su “Propuesta de estrategia para aplicar el Lean Manufacturing en el área de metalmecánica de la empresa INDUGLOB S.A.”; en la cual logró mejoras del 90% al reducir el tiempo de ciclo y se acrecentó hasta el 80% en la calidad de los bienes finales; además, el TPM por su parte pudo disminuir el 70% de daños en las máquinas y por último, la herramienta de producción sin desperdicios pudo aumentar la productividad del área de metalmecánica en un 30%. Por otro lado, esta mejoría fue apoyada por Hernández y Vizán (2013, p.27), pues para mejorar la calidad en los productos finales, se ejecutó la filosofía del Kaizen; basándose en el cambio de actitud hacia los operarios, por medio de sus capacidades para lograr la mejora continua con la finalidad de hacer avanzar el sistema y llevarlo al éxito.

V. CONCLUSIONES

Por medio de la situación actual de la empresa se estableció que la investigación esté encaminada hacia la línea de producción de casting. De igual forma, uno de los principales problemas fue relacionado con los productos terminados no conformes, los cuales no generan el incremento de la productividad a la compañía.

En resumen, la “Productividad en el PRE-TEST” fue de un total de 44.94%; en relación al 63.21% después de ejecutar dicha filosofía de calidad; teniendo un aumento del 40.65% en la productividad; quedando demostrado que como consecuencia de la implementación de estas herramientas acrecentó la productividad de la empresa.

De la contrastación de la primera hipótesis específica, cuyo resultado se muestra en la Tabla N° 82 de la pág.164, se puede comprobar que el índice de la eficiencia pasó de un 62.60% a un 70.24%; teniendo un incremento del 12.20% en la eficiencia; en el POST-TEST; por lo que ha quedado demostrado que como consecuencia de la implementación de esta filosofía y de la capacitación recibida por los operarios para adoptar las nuevas formas de trabajar, se ha aumentado la eficiencia en la línea de casting.

Con respecto a la segunda hipótesis específica, en la cual está involucrada la eficacia, esta aumentó en un 25.34% después de ejecutar las herramientas del Lean Manufacturing, puesto que ahora las joyas planificadas por día es mayor que antes, de igual forma, por efecto de la disminución de los productos terminados no conformes, gracias a las 5’S y el Kaizen.

VI. RECOMENDACIONES

Luego de haber culminado la presente investigación y de haber quedado en evidencia que por medio de las herramientas del Lean Manufacturing, se pudo incrementar la productividad, se recomiendan las siguientes acciones para la compañía y otras futuras investigaciones relacionadas al tema tratado:

- Para comenzar, continuar con la recolección de datos y comparación de cada uno de los resultados, debido a que todo lo que se mide, es posible de mejorar continuamente. Con respecto a la productividad, se debe seguir midiendo hasta en un par de meses más para que quede demostrado que verdaderamente las herramientas del Lean Manufacturing ha causado un impacto en los operarios, pues estos aún están adaptándose a las nuevas formas de trabajo; y con ello, aplicar esta filosofía a los departamentos de la compañía.
- En relación, a la eficacia, se sugiere ejecutar un programa de incentivos para los operarios, con ello impartir la motivación para mejorar el desempeño de los operarios y llegar a las metas planificadas por el área de producción, pues gracias a las herramientas del Lean Manufacturing acrecentará la producción mensual de joyas.
- Referente, a la eficiencia, se pretende utilizar al máximo los recursos que tiene la compañía y administrar el tiempo, priorizando las actividades relevantes que conllevan al aumento de este indicador; minimizando las horas de máquina parada, los cuellos de botella que generan las demoras en el proceso y continuar con las 5'S pues así se evitará tener un puesto de trabajo con desorden.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEX. Exportación de joyas creció 30% [en línea]. *El Peruano*: Perú. 26 de febrero del 2018. [Fecha de consulta: 16 de abril del 2018]. Disponible en <http://elperuano.pe/noticia-exportacion-joyas-crecio-30-64237.aspx>

ADEX. Joyería peruana busca consolidar presencia en Asia [en línea]. *Crónica Viva*: Perú. 25 de febrero del 2018. [Fecha de consulta: 20 de abril del 2018]. Disponible en <http://www.cronicaviva.com.pe/joyeria-peruana-busca-consolidar-presencia-en-asia/>

ALARCON Falconí, Andrés. Implementación de OEE Y SMED como Herramientas de Lean Manufacturing en una empresa del sector plástico. Tesis (Magister en Sistemas de Producción y Productividad). Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, 2014. 134 pp. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8043/1/TESIS.pdf>

BALUIS Flores, Carlos. Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de Lean Manufacturing. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2013. 103 pp. Disponible en http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5001/BALUIS_CARLOS_OPTIMIZACION_PROCESOS_FABRICACION_TERMAS_ELECTRICAS_LEAN_MANUFACTURING.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BEHAR Rivero, Daniel. Metodología de la investigación [en línea]. 1. a ed. Perú: Shalom, 2008 [fecha de consulta: 29 de abril del 2018]. Disponible en <http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf>

ISBN: 978-9972-57-356-9

BELTRAN Rodríguez, Carlos y SOTO Bernal, Anderson. Aplicación de herramientas Lean Manufacturing en los procesos de recepción y despacho de la empresa HLF ROMERO S.A.S. Tesis (Magíster en Ingeniería Industrial y Productividad). Colombia: Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería Programa de Ingeniería Industrial, 2017. 81 pp. Disponible en:

http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21273/47121001_2017.pdf?sequence=1

CASTAÑEDA Huamán, D'Jaida y JUAREZ Suyón, José. Propuesta de Mejora de la productividad en el proceso de elaboración de mango congelado de la empresa procesadora PERÚ SAC, basado en Lean Manufacturing. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Señor de Sipán, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, 2016. 180 pp. Disponible en <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/uss/2299/1/CASTA%20C3%91EDA%20HUAM%20C3%81N%20y%20JU%20C3%81REZ%20SUY%20C3%93N.pdf>

CASTILLO, Lourdes. Evaluación, calidad y gestión de la calidad total [en línea]. 2005 [fecha de consulta: 26 de abril del 2018]. Disponible en https://likedoc.org/the-philosophy-of-money.html?utm_source=tema-10-evaluacion-calidad-y-gestion-de-calidad-total-en

CATRO Vásquez, Iván. Propuesta de implementación de la metodología Lean Manufacturing para la mejora del proceso productivo en la línea de envasado pet de la empresa Ajeper S.A. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Nacional de Trujillo, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, 2016. 196 pp. Disponible en <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/8365/Castro%20V%20C3%A1squez%20C%20Jes%20C3%BA%20Iv%20C3%A1n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CÉSPEDES, Nikita; LAVADO, Pablo y RAMÍREZ Rondán, Nelson. Productividad en el Perú: Medición, Determinantes e Implicancias [en línea]. 1.a ed. Lima, Universidad del Pacífico, 2016 [fecha de consulta: 26 de abril del 2018]. Disponible en <http://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1083/C%20C3%A9spedesNikita2016.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

COMISIÓN CHILENA DE COBRE. Mercado Internacional del Molibdeno [en línea]. 15 de diciembre del 2017. [Fecha de consulta: 16 de abril del 2018]. Disponible en <https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/informe%20molibdeno%202017.pdf>

CONTRERAS Martínez, Gonzalo y MEJIA Zamalloa, Steiner. Implementación del Lean Manufacturing para incrementar la competitividad de la línea de poliéster en la empresa Textil "El Amazonas". Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Perú: Pontificia Universidad

Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Industrial y Sistemas, 2013. 145 pp. Disponible en http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3704/1/contreras_mg.pdf

COVELLA, Juan. Medición y Evaluación de Calidad en Uso de Aplicaciones Web [en línea]. 1.a ed. Argentina: La Pampa, 2005 [fecha de consulta: 26 de abril del 2018]. Disponible en <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.467.4921&rep=rep1&type=pdf>

CRUZ Lezama, Osain. Indicadores de Gestión [en línea]. 2007 [fecha de consulta: 25 de abril del 2018]. Disponible en <http://www.ucipfg.com/Repositorio/MLGA/MLGA-03/semana2/indicadores-de-gestion.pdf>

CUEVA Alvarado, Javier. Propuesta de estrategia para aplicar el Lean Manufacturing en el área de metalmecánica de la empresa INDUGLOB S.A. Tesis (Ingeniero de Producción y Operaciones). Ecuador: Universidad de Azuay, Escuela de Ingeniería de Producción y Operaciones, 2015. 153 pp. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/4284>

DEL BOSQUE Treviño, César. Implementación de Lean Manufacturing y su Impacto en los equipos operativos de una mediana empresa de manufactura. Tesis (Maestría en Dirección para la Manufactura). México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores De Monterrey, 2014. 106 pp. Disponible en <https://repositorio.itesm.mx/bitstream/handle/11285/619688/Tesis%20C3%A9sar%20A%20del%20Bosque%20T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FERNÁNDEZ Gómez, Miguel. Lean manufacturing en español [en línea]. 2.a ed. Madrid: Ediciones Limagen. 2014 [fecha de consulta: 30 de abril del 2018]. Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=L-SaDgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=herramientas+del+lean+manufacturing&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjZ6e7igrbaAhWIZd8KHWGOBTUQ6AEIKzAB#v=onepage&q=herramientas%20del%20lean%20manufacturing&f=false>

FERNÁNDEZ García, Ricardo. Calculo de OEE en Elemental 2015 [en línea]. 1.a ed. España: Editorial Club Universitario. 2010 [fecha de consulta: 19 de abril del 2018]. Disponible en <https://www.editorial-club-universitario.es/pdf/3881.pdf>
ISBN: 978-84-8454-978-9

HERNÁNDEZ Matías, Juan y VIZÁN Idoipe, Antonio. Lean manufacturing: conceptos, técnicas e implantación [en línea]. 1.a ed. Madrid: Ediciones EOI Escuela de Organización Industrial. 2013 [fecha de consulta: 23 de abril del 2018]. Disponible en https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://static.eoi.es/savia/documents/EOI_LeaManufacturing_2013.pdf
ISBN: 978-84-15061-40-3

GOMEZ Bastar, Sergio. Metodología de la investigación. [en línea]. 1.a ed. México: RED TERCER MILENIO S.C. 2012 [fecha de consulta: 23 de abril del 2018]. Disponible en http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia_de_la_investigacion.pdf
ISBN: 978-607-733-149-0

GUTIERREZ Pulido, Humberto. Calidad Total y Productividad. [en línea].]. 3.a ed. México: Editorial McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. DE C.V. 2010 [fecha de consulta: 29 de abril del 2018]. Disponible en https://www.academia.edu/10265514/Calidad-total-y-productividad-3edi-Gutierrez_Pulido
ISBN: 978-607-15-0315-2

GUZMAN Montalvo, Oswaldo. Diseño e implementación de un sistema de producción esbelta “Lean Manufacturing” en el área de texturizado de la empresa textil ENKADOR. Tesis (Magíster en Ingeniería Industrial y Productividad). Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, 2015. 160 pp. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7836/3/CD-4385.pdf>

HERNÁNDEZ Hermosillo, Silvia. Población y muestra [en línea]. 2013 [fecha de consulta: 29 de abril del 2018]. Disponible en https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Lectura/maestria/documentos/LECT86.pdf

HORTIALES Rendon, Miguel. Implementación del Mantenimiento Productivo total [en línea]. 1.a ed. México. 2015 [fecha de consulta: 23 de abril del 2018]. Disponible en <http://eprints.uanl.mx/496/1/1020128430.PDF>

LOZADA, José. Investigación aplicada: definición, propiedad intelectual e industria [en línea]. 2014 [fecha de consulta: 26 de abril del 2018]. Disponible en <file:///D:/Users/USUARIO/Desktop/Dialnet-InvestigacionAplicada-6163749.pdf>

MAURER, Robert. Un pequeño paso puede cambiar tu vida: el método Kaizen [en línea]. 1.a ed. Nueva York: Ediciones Workman Publishing, 2015 [fecha de consulta: 22 de abril del 2018]. Disponible en <https://api.ning.com/files/-k6FyxHUOLaZmpMVgPDAB2GdJOkPvE29ZGu5tBIDkT5HxO0mcI6Du5V3v2AhRFvfu8TWUpcTGHBvH-3Tv6OcYykXriqqMLXh/UNPEQUEOPASOPUEDECAMBIARTUVIDA112.pdf>

ISBN: 978-84-9944-827-5

MEJIA Carrera, Samir. Análisis y Propuesta de Mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de Manufactura Esbelta. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2013. 119 pp. Disponible en http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4922/MEJIA_SAMIR_ANALISIS_MEJORA_PROCESO_CONFECCIONES_ROPA_INTERIOR_EMPRESA_TEXTEL_MANUFACTURA_ESBELTA.pdf?sequence=2

MESA, Darío; ORTIZ, Yesid y PINZÓN, Manuel. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento [en línea]. 2006 [fecha de consulta: 29 de abril del 2018]. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/849/84920491036.pdf>

PAZ Castro, Jaime; VELA Villegas, Ornella y NACARIO, Fiorella. Mejora continua: método Kaizen [en línea]. 1.a ed. 2012 [fecha de consulta: 02 de junio del 2017]. Disponible en <https://www.coursehero.com/file/30029218/Mejora-continua-metodo-kaizenpdf/>

PROKOPENGO, Joseph. La gestión de la productividad [en línea]. 1.a ed. Ginebra: OIT, 1989 [fecha de consulta: 26 de abril del 2018]. Disponible en https://kupdf.com/download/libro-productividad-prokopenko_59f2f68de2b6f5b5561539aa_pdf

ISBN: 92-2-305901-1

RAJADELL Carreras, Manuel y SÁNCHEZ García, José. Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad [en línea]. 2.a ed. Madrid: Ediciones Díaz Santos, 2010 [fecha de consulta: 25 de abril del 2018]. Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=mZCh1a3L8M8C&printsec=frontcover&dq=herramientas+del+lean+manufacturing&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjZ6e7igrbaAhWIZd8KHWGObTUQ6AEIMTAC#v=onepage&q=herramientas%20del%20lean%20manufacturing&f=false>

ISBN: 978-84-7978-967-1

REY Sacristán, Francisco. Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo. [en línea]. 1.a ed. Madrid: Fundación Confemetal, 2005[fecha de consulta: 25 de abril del 2018]. Disponible en https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=NJtWepnesqAC&oi=fnd&pg=PA13&ots=8tx2hkjPcE&sig=9Z3UuX9Glic2gy7OuoTiFC9QwV0&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

ISBN: 84-96169-54-5

SIICEX. Informe mensuales de exportaciones: enero 2017. 2017. [Fecha de consulta: 24 de abril del 2018]. Disponible en <http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/104506851rad6B52F.pdf>

50 MINUTES. El mapa del flujo del valor: los secretos de la herramienta clave del Lean manufacturing [en línea]. 2017 [fecha de consulta: 19 de abril del 2018]. Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=dXUkDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=herramientas+del+lean+manufacturing&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjZ6e7igrbaAhWIZd8KHWGObTUQ6AEIPDAE#v=onepage&q=herramientas%20del%20lean%20manufacturing&f=false>

ISBN: 978-607-733-149-0

PEMEX. Metodología Análisis de criticidad. [en línea]. s.f. [fecha de consulta: 25 de setiembre del 2018]. Disponible en http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias_pdf/Guia_SCO_Analisis_Criticidad.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
¿De qué forma la implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la productividad del área de producción en la empresa ARIN S.A.?	Demostrar como la implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la productividad del área de producción en la empresa ARIN S.A.	La implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la productividad del área de producción en la empresa ARIN S.A.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS
¿De qué manera la implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la eficiencia del área de producción en la empresa ARIN S.A.?	Determinar como la implementación del Lean Manufacturing incrementa la eficiencia del área de producción en la empresa ARIN S.A.	La implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la eficiencia del área de producción en la empresa ARIN S.A.
¿Cómo la implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la eficacia del área de producción en la empresa ARIN S.A.?	Establecer como la implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la eficacia del área de producción en la empresa ARIN S.A.	La implementación de herramientas del Lean Manufacturing incrementa la eficacia del área de producción en la empresa ARIN S.A.

Anexo 2. Contenido Conceptual de las variables de investigación del Formato de Validación



DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Independiente: Lean Manufacturing

Según FERNÁNDEZ (2014), nos dice que el Lean Manufacturing es principalmente lo que su nombre nos menciona, eliminar aquellos procesos que no son productivos simplificando las operaciones.(p.5).

Dimensiones de las variables:

Dimensión 1: 5'S

Según el INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL (2012, p.2) nos indica que las 5's, es dada como una técnica de mejora, que se encarga de desarrollar de orden y limpieza en puestos de trabajos, lo cual permite la participación a nivel individual y grupal para mejorar la productividad y optimizar la calidad del bien.

Dimensión 2: Kaizen

Para HERNÁNDEZ y VIZÁN (2013, p.27) Kaizen es el cambio de la actitud hacia los operarios, por medio de sus capacidades para lograr la mejora continua con la finalidad de hacer avanzar el sistema y llevarlo al éxito.

Dimensión 3: Mantenimiento Preventivo

Según HORTIALES (2002) nos dice que, este tipo de mantenimiento, es el conjunto de procesos ya planificados y proyectadas en base a una frecuencia, para advertir y alargar la vida útil de una maquinaria y cada uno de sus partes; anticipando algún tipo de falla.(p.29).

Variable Dependiente: Productividad

Por otro lado, FERNÁNDEZ (2010) nos dice que la productividad es la “capacidad de lograr objetivos y de generar respuestas de máxima calidad con el menor esfuerzo humano, físico y financiero, en beneficio de todos, al permitir [...] obtener a cambio un mejor nivel en su calidad total.” (p.21).

Dimensiones de las variables:

Dimensión 1: Eficiencia

Según Gutiérrez, H. (2010, p.21), nos indica que la eficiencia es la relación entre el bien, el insumo empleado, y el nivel de utilización de los elementos o recursos en comparación con la volumen general.

Dimensión 2: Eficacia

PROKOPENKO (1989) nos dice que la eficacia “compara los logros actuales con lo que sería realizable, si los recursos se administraran más eficazmente.” (p.55).

Fuente. Elaboración propia

Anexo 3. Matriz de Operacionalización de Variables de investigación del Formato de Validación



Variable: Lean Manufacturing

Dimensiones	indicadores	ítems	Escala
5'S	Control de auditoria	$\frac{\text{Puntaje obtenido}}{\text{Puntaje total}} * 100\%$	Razón
Kaizen	Calidad	$\frac{\text{volumen de producción conforme}}{\text{volumen total producido}} * 100\%$	Razón
Mantenimiento Preventivo	Disponibilidad	$\frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$ <small>Donde: MTBF= tiempo promedio de fallas MTTR= tiempo promedio de reparación</small>	Razón

Variable: Productividad

Dimensiones	indicadores	ítems	Escala
Eficacia	Eficacia del procesos	$\frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Planificada}} * 100 \%$	Razón
Eficiencia	Eficiencia del proceso	$\frac{\text{tiempo útil}}{\text{tiempo total}} * 100 \%$	Razón

Fuente. Elaboración propia<

Anexo 4. Ficha de Validación 1

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a)(ita): *Jorge Malpartida Gutierrez*
Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Lima Norte, requiero validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: **Implementación de herramientas del Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área de producción en la empresa ARIN S.A.- Chorrillos, 2018** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente.



Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas

D.N.I: 70990293

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE Dimensión 1: S'S FORMULA							
	$\frac{Pobtenido}{Ptotal} * 100\%$	/		/		/		
	Dimensión 2: Kalzen FORMULA							
	$\frac{volumen\ de\ producción\ conforme}{volumen\ total\ producido} * 100\%$	/		/		/		
	Dimensión 3: Mantenimiento Preventivo FORMULA	SI	No	SI	No	SI	No	
	$\frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$	/		/		/		
	VARIABLE DEPENDIENTE Dimensión 1: Eficacia FORMULA							
	$\frac{PR}{PP} * 100\%$	/		/		/		
	Dimensión 2: Eficiencia FORMULA							
	$\frac{tiempo\ útil}{tiempo\ total} * 100\%$	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI hoy

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Dr/ Mg: Jorge Malvarcho G DNI: 10400346

Especialidad del validador: JAS Industrial

12 de Junio del 2018

[Firma]

Firma del Experto Informante

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Anexo 5. Ficha de Validación 2



CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a)(ita): Leonidas Bravo Rojas
Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Lima Norte, requiero validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: **Implementación de herramientas del Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área de producción en la empresa ARIN S.A.- Chorrillos, 2018** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente.

Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas

D.N.I: 70990293

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE Dimensión 1: 5'S FORMULA $\frac{P_{obtenido}}{P_{total}} \cdot 100\%$	/		/		/		
	Dimensión 2: Káizen FORMULA $\frac{\text{volumen de producción conforme}}{\text{volumen total producido}} \times 100\%$	/		/		/		
	Dimensión 3: Mantenimiento Preventivo FORMULA $\frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$	SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE DEPENDIENTE Dimensión 1: Eficacia FORMULA $\frac{PR}{PP} \cdot 100\%$	/		/		/		
	Dimensión 2: Eficiencia FORMULA $\frac{\text{tiempo útil}}{\text{tiempo total}} \times 100\%$	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: BRUNO AGUIAR GONZALEZ M. DNI: 08634346

Especialidad del validador: ING. AGUSTIN M. B. A. R.

12 de 06 del 2018


Firma del Experto Informante

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Anexo 6. Ficha de Validación 3



CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a)(ita): *Marco Antonio Alarcón Garzón*
Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Lima Norte, requiero validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: **Implementación de herramientas del Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área de producción en la empresa ARIN S.A.- Chorrillos, 2018** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente.

Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas

D.N.I: 70990293

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE Dimensión 1: 5'S FORMULA							
	$\frac{\text{Pobtenido}}{\text{Ptotal}} \cdot 100\%$	X		✓		✓		
	Dimensión 2: Kaizen FORMULA							
	$\frac{\text{volumen de producción conforme}}{\text{volumen total producido}} \cdot 100\%$	Y		✓		✓		
	Dimensión 3: Mantenimiento Preventivo FORMULA	SI	No	SI	No	SI	No	
	$\frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$	Y		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE Dimensión 1: Eficacia FORMULA							
	$\frac{\text{PR}}{\text{PP}} \cdot 100\%$	✓		✓		✓		
	Dimensión 2: Eficiencia FORMULA							
	$\frac{\text{tiempo útil}}{\text{tiempo total}} \cdot 100\%$	Y		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] No aplicable [] Aplicable después de corregir []

Apellidos y nombres del juez validador: Dir. Mg. R. Huamani, Juan Carlos Paredo Antonio DNI: 28308126

Especialidad del validador: Exp. en Gestión de la Calidad

..... del 2018

[Firma]
Firma del Experto Informante

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Anexo 7. Formato de auditoría interna 5's de la línea de producción casting - ARIN S.A.

AUDITORÍA INTERNA 5'S DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.					
Empresa:				Área:	<i>Producción</i>
Método:	PRE-TEST	POST-TEST		Línea de producción:	<i>Casting</i>
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>				
Fecha	5'S	Puntaje obtenido	Total	Puntaje Planificado	Índice de cumplimiento
	Seiri				
	Seiton				
	Seiso				
	Seiketsu				
	Shitsuke				
	Seiri				
	Seiton				
	Seiso				
	Seiketsu				
	Shitsuke				
	Seiri				
	Seiton				
	Seiso				
	Seiketsu				
	Shitsuke				
	Seiri				
	Seiton				
	Seiso				
	Seiketsu				
	Shitsuke				
	Seiri				
	Seiton				
	Seiso				
	Seiketsu				
	Shitsuke				
	Seiri				
	Seiton				
	Seiso				
	Seiketsu				
	Shitsuke				
	Seiri				
	Seiton				
	Seiso				
	Seiketsu				
	Shitsuke				

Fuente. Elaboración propia

Anexo 9. Formato de registro de tarjetas rojas de objetos innecesarios de la empresa ARIN S.A.

REGISTRO DE TARJETAS ROJAS DE OBJETOS INNECESARIOS DE LA EMPRESA ARIN S.A.							
Empresa:				Área:	<i>Producción</i>		
Método:	PRE-TEST	POST-TEST		Línea de producción:	<i>Casting</i>		
Elaborado por:	<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>						
Ítem	Fecha	Elemento	Categoría	Razón de tarjeta	Cantidad	Acción a tomar	Ubicación
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

Fuente. Elaboración propia

Anexo 10. Formato de registro de objetos necesarios de la empresa ARIN S.A.

REGISTRO DE OBJETOS NECESARIOS DE LA EMPRESA ARIN S.A.							
Empresa:				Área:	Producción		
Método:	PRE-TEST	POST-TEST		Línea de producción:	Casting		
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas						
Ítem	Área	Elemento	Cantidad	Ubicación	Categoría	Frecuencia de Uso	Ubicación Final
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

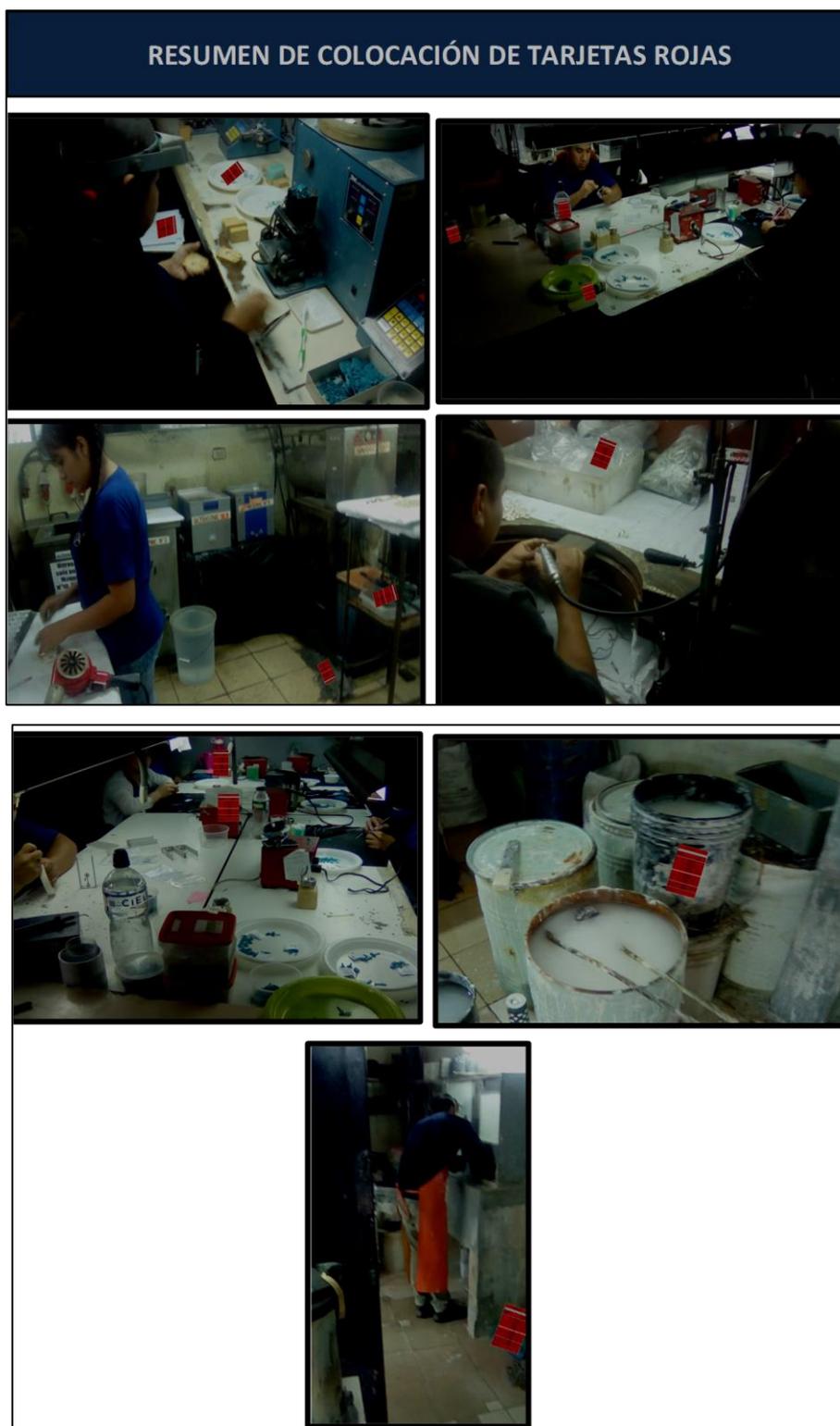
Fuente. Elaboración propia

Anexo 11. Formato de asignación de limpieza por zona - casting - ARIN S.A.

ASIGNACIÓN DE LIMPIEZA POR ZONA - CASTING - ARIN S.A.								
Empresa:						Área:	Producción	
Método:	PRE-TEST			POST-TEST		Línea de producción:	Casting	
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas							
Nombre del encargado	ÁREAS A LIMPIAR							
	Vulcanizado	Inyectado	Revestimiento (yeso)	Fundición	Pulido	Empaquetado	Almacén	Despacho

Fuente. Elaboración propia

Anexo 12. Resumen de colocación de tarjetas rojas



Fuente. Elaboración propia

Anexo 13. Ficha de Turnitin

The screenshot shows the Turnitin web interface. At the top, there is a navigation bar with tabs for 'Portafolio de la clase', 'Mis notas', 'Discusión', and 'Calendario'. Below this, a breadcrumb trail reads 'ESTÁS VIENDO: INICIO > DPI 2018 II'. A light blue notification box contains a welcome message: '¡Bienvenido a la página de inicio de su nueva clase! Podrás ver todos los ejercicios de tu clase en la página principal de tu clase, así como ver información adicional acerca de los ejercicios, entregar tu trabajo y tener acceso a los comentarios para tus trabajos. Mueve el cursor sobre cualquier elemento de la página principal de la clase para ver más información.' Below the notification is a dark grey button labeled 'Página de Inicio de la clase'. A paragraph of instructions follows: 'Esta es la página de inicio de su clase. Para entregar un trabajo, haga clic en el botón de "Entregar" que está a la derecha del nombre del ejercicio. Si el botón de Entregar aparece en gris, no se pueden realizar entregas al ejercicio. Si está permitido entregar trabajos más de una vez, el botón dirá "Entregar de nuevo" después de que usted haya entregado su primer trabajo al ejercicio. Para ver el trabajo que ha entregado, pulse el botón "Ver". Una vez la fecha de publicación del ejercicio ha pasado, usted también podrá ver los comentarios que le han dejado en el trabajo haciendo clic en el botón de "Ver".'

Below the instructions is a table titled 'Bandeja de entrada del ejercicio: DPI 2018 II'. The table has three columns: 'Información', 'Fechas', and 'Similitud'. The first row contains the following data:

Información	Fechas	Similitud
DPI 2018 II	Comienzo 05-nov-2018 7:16PM Fecha de entrega 01-may-2019 11:59PM Publicar 01-may-2019 12:00AM	21% Entregar de nuevo Ver

At the bottom of the screenshot, a Windows taskbar is visible with various application icons and a system tray showing the time as 10:25 p.m. on 30/11/2018.

Anexo 14. Datos obtenidos de la Auditoría Final 5'S (Septiembre)

AUDITORÍA INTERNA 5'S DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A. (MAYO)					
Empresa:			Área:	Producción	
Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Línea de producción:	Casting	
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas		Fecha:	30/09/2018	
Fecha	5'S	Puntaje obtenido	Total	Puntaje Planificado	Índice de cumplimiento
1 de Septiembre del 2018	Seiri	7	35	50	70.00%
	Seiton	7			
	Seiso	8			
	Seiketsu	7			
	Shitsuke	6			
3 de Septiembre del 2018	Seiri	7	34	50	68.00%
	Seiton	6			
	Seiso	8			
	Seiketsu	7			
	Shitsuke	6			
4 de Septiembre del 2018	Seiri	6	34	50	68.00%
	Seiton	7			
	Seiso	7			
	Seiketsu	7			
	Shitsuke	7			
5 de Septiembre del 2018	Seiri	8	36	50	72.00%
	Seiton	7			
	Seiso	7			
	Seiketsu	7			
	Shitsuke	7			
6 de Septiembre del 2018	Seiri	7	34	50	68.00%
	Seiton	6			
	Seiso	6			
	Seiketsu	7			
	Shitsuke	8			
7 de Septiembre del 2018	Seiri	8	42	50	84.00%
	Seiton	9			
	Seiso	9			
	Seiketsu	8			
	Shitsuke	8			
8 de Septiembre del 2018	Seiri	9	42	50	84.00%
	Seiton	9			
	Seiso	9			
	Seiketsu	8			
	Shitsuke	7			
10 de Septiembre del 2018	Seiri	9	41	50	82.00%
	Seiton	8			
	Seiso	8			
	Seiketsu	8			
	Shitsuke	8			
11 de Septiembre del 2018	Seiri	9	41	50	82.00%
	Seiton	8			
	Seiso	8			
	Seiketsu	8			
	Shitsuke	8			

12 de Septiembre del 2018	Seiri	8	36	50	72.00%
	Seiton	7			
	Seiso	7			
	Seiketsu	6			
	Shitsuke	8			
13 de Septiembre del 2018	Seiri	9	41	50	82.00%
	Seiton	9			
	Seiso	9			
	Seiketsu	7			
	Shitsuke	7			
14 de Septiembre del 2018	Seiri	7	40	50	80.00%
	Seiton	8			
	Seiso	9			
	Seiketsu	8			
	Shitsuke	8			
15 de Septiembre del 2018	Seiri	7	42	50	84.00%
	Seiton	8			
	Seiso	9			
	Seiketsu	9			
	Shitsuke	9			
17 de Septiembre del 2018	Seiri	9	42	50	84.00%
	Seiton	9			
	Seiso	9			
	Seiketsu	7			
	Shitsuke	8			
18 de Septiembre del 2018	Seiri	8	42	50	84.00%
	Seiton	9			
	Seiso	9			
	Seiketsu	8			
	Shitsuke	8			
19 de Septiembre del 2018	Seiri	8	40	50	80.00%
	Seiton	8			
	Seiso	8			
	Seiketsu	8			
	Shitsuke	8			
20 de Septiembre del 2018	Seiri	9	42	50	84.00%
	Seiton	9			
	Seiso	9			
	Seiketsu	7			
	Shitsuke	8			
21 de Septiembre del 2018	Seiri	8	41	50	82.00%
	Seiton	8			
	Seiso	8			
	Seiketsu	8			
	Shitsuke	9			
22 de Septiembre del 2018	Seiri	8	38	50	76.00%
	Seiton	7			
	Seiso	7			
	Seiketsu	8			
	Shitsuke	8			

24 de Septiembre del 2018	Seiri	8	41	50	82.00%
	Seiton	8			
	Seiso	8			
	Seiketsu	9			
	Shitsuke	8			
25 de Septiembre del 2018	Seiri	9	43	50	86.00%
	Seiton	9			
	Seiso	9			
	Seiketsu	8			
	Shitsuke	8			
26 de Septiembre del 2018	Seiri	8	42	50	84.00%
	Seiton	9			
	Seiso	9			
	Seiketsu	8			
	Shitsuke	8			
27 de Septiembre del 2018	Seiri	8	38	50	76.00%
	Seiton	7			
	Seiso	7			
	Seiketsu	8			
	Shitsuke	8			
28 de Septiembre del 2018	Seiri	8	41	50	82.00%
	Seiton	9			
	Seiso	8			
	Seiketsu	8			
	Shitsuke	8			
29 de Septiembre del 2018	Seiri	7	39	50	78.00%
	Seiton	8			
	Seiso	8			
	Seiketsu	8			
	Shitsuke	8			
TOTAL			987	1250	78.96%

Fuente. Elaboración propia

Anexo 15. 5'S Seleccionar

Clasificar

Problemas por NO clasificar:

- Almacenamiento de todo tipo de materiales en un mismo lugar .

ANTES



CASETA

ANTES



Clasificar

- ✓ Herramientas no utilizadas, devueltos a almacén



- ✓ Materiales sin lugar asignado



Anexo 16. 5'S Ordenar

Clasificar - Ordenar

☐ CASETA

ANTES

- ✓ Trofeos decorativos al borde de las ventanas



DESPUES

- ✓ Ventanas libres



Clasificar - Ordenar

- ✓ Señalización de cajones por contenido

ANTES



- ✓ Acumulación de materiales usados en cajones – Pelusas

DESPUES



Anexo 17. 5'S Limpiar

Ordenar - Limpiar - Ordenar

- Asignación de un lugar para los insumos utilizados .
- Almacén en el interior de Pulido.
- Caseta asigno un encargado para la entrega de insumos.



Anexo 18. 5'S Estandarizar

Limpiar - Mantener

- ✓ Se retiro la maquina OTEC
- ✓ Rediseño de la Sección Lavado - Pulido
- ✓ Lugar asignado para los artículos de limpieza



Anexo 19. 5'S Disciplina

Mantener - Disciplinar

- ✓ Se le agregaron 2 mesas para la mejor disposición al momento de trabajo

INGRESO Y SALIDA DE MATERIAL



Mantener - Disciplinar

- ✓ Lugar asignado para artículos personales
- ✓ Asignación de taper's con nombre de cada trabajador



Anexo 20. Cronograma detallado de propuesta de 5'S

Ítem	Nombre de la tarea	DURACIÓN	COMIENZO	FIN	23-jul	24-jul	25-jul	26-jul	27-jul	30-jul	31-jul	01-ago	02-ago	03-ago	04-ago	06-ago	07-ago	08-ago	09-ago	10-ago	11-ago	13-ago	14-ago	15-ago	16-ago	17-ago
					lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes
0	Implementación de 5'S	22 días	lunes 23/07	viernes 17/08																						
1	INICIO DE EJECUCIÓN 5S	0 días	lunes 23/07	lunes 23/07																						
2	Actividades Preliminares	4 días	lunes 23/07	jueves 26/07																						
3	Sensibilización	1 día	lunes 23/07	lunes 23/07																						
4	Creación y preparación de grupos de trabajo	2 días	martes 24/07	miércoles 25/07																						
6	Auditoría previa a 5S	1 día	jueves 26/07	jueves 26/07																						
7	1° S: SELECCIONAR	3 días	viernes 27/07	martes 31/07																						
8	Fijar puntos de eliminación de objetos	1 día	viernes 27/07	viernes 27/07																						
9	Clasificación de objetos	1 día	lunes 30/07	lunes 30/07																						
10	Colocación de tarjetas	1 día	martes 31/07	martes 31/07																						
11	2° S: ORDENAR	5 días	miércoles 01/08	lunes 06/08																						
12	Identificación de herramientas en base a uso	2 días	miércoles 01/08	jueves 02/08																						
13	Escoger espacios destinados a los objetos	2 días	viernes 03/08	sábado 04/08																						
14	Establecer zonas, carteles y etiquetas	1 día	lunes 06/08	lunes 06/08																						
15	3° S: LIMPIAR	3 días	martes 07/08	jueves 09/08																						
16	Identificación de focos de suciedad	1 día	martes 07/08	martes 07/08																						
17	Asignación de limpieza por zona	1 día	miércoles 08/08	miércoles 08/08																						
19	Concientización	1 día	jueves 09/08	jueves 09/08																						
20	4° S: ESTANDARIZAR	4 días	viernes 10/08	martes 14/08																						
21	Colocación de señales y peligros	1 día	viernes 10/08	viernes 10/08																						
22	Determinar control visual	1 día	sábado 11/08	sábado 11/08																						
23	Definición de estándares	2 días	lunes 13/08	martes 14/08																						
24	5° S: DISCIPLINA	3 días	miércoles 15/08	viernes 17/08																						
25	Auditoría final	2 días	miércoles 15/08	jueves 16/08																						
26	Compromiso de trabajadores	1 día	viernes 17/08	viernes 17/08																						
27	FIN DE EJECUCIÓN 5S	0 días	viernes 17/08	viernes 17/08																						

Anexo 21. Cronograma detallado de propuesta de Actividades preliminares Mantenimiento Preventivo

		ACTIVIDADES PRELIMINARES -PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MÁQUINAS - ARIN S.A.																		<i>Vigencia: Agosto 2018-Agosto 2018</i>				
																				<i>Versión: 001</i>				
		<i>Cód.: PMP</i>																						
Ítem	Nombre de la tarea	DURACIÓN	COMIENZO	FIN	20-ago	21-ago	22-ago	23-ago	24-ago	25-ago	27-ago	28-ago	29-ago	30-ago	31-ago	01-sep	03-sep	04-sep	05-sep	06-sep	07-sep	08-sep	10-sep	
					lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	lunes	
0	Implementación de Mantenimiento	19 días	lunes 20/08	lunes 10/09																				
2	INICIO DE ACTIVIDADES PRELIMINARES	19 días	lunes 20/08	lunes 10/09																				
3	Identificar e inventariar las maquinas, equipos y herramientas utilizados en la línea de casting.	2 días	lunes 20/08	martes 21/08																				
4	Identificar el estado actual de las maquinarias o equipos.	4 días	miércoles 22/08	sábado 25/08																				
6	Diseño del procedimiento para mantenimiento preventivo de equipos usados en la línea de casting.	4 días	lunes 27/08	jueves 30/08																				
7	Realizar inspecciones a los puestos de trabajo para verificar el cumplimiento y avances del cronograma.	3 días	viernes 31/08	lunes 03/09																				
8	Capacitar a los operarios con respecto a los usos y cuidados que se deben tener para cada maquinaria usada.	4 días	martes 04/09	viernes 07/09																				
9	Diseñar el cronograma de mantenimiento para cada maquinaria de la línea de casting.	2 días	sábado 08/09	lunes 10/09																				
10	FIN DE ACTIVIDADES PRELIMINARES	0 días	lunes 10/09	lunes 10/09																				

Anexo 22. Manual 5'S

Arin S.A.

MANUAL DE 5'S

Año: 2018
Versión: 01

Elaboró	Autorizó
Stephany A. Coll-Cardenas Salinas	Verónica Vega

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5'S EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Verónica Vega

INTRODUCCIÓN

Como se sabe, hoy en día, existe un mercado bastante competitivo en todo el mundo, los empresarios quieren producir bienes a niveles adecuados con la menor cantidad de costos y grandes márgenes de ganancia, el cual permita conservar el funcionamiento de sus empresa. De igual forma, tienen como meta, brindar a los usuarios bienes de excelente calidad, alcanzando establecer la confianza entre sus clientes y mantenerse en el mercado. Se sabe, que en todo negocio el objetivo principal es maximizar sus utilidades y generar menos costos en las diferentes áreas que esta tiene, entre ellas el área de producción pues esta no solo se limita a producir bienes sino que tiene en consideración diversas cuestiones como las relaciones humanas, el cumplir con las normativas, el cuidado del medio ambiente, etc.; siendo todos ellos, aspectos relevantes que añaden un valor al bien.

Por esta razón, es que las 5'S ayudará a mejorar el ritmo de trabajo con la que actualmente la empresa está, pues este programa de talleres se encargará de desarrollar de orden y limpieza en puestos de trabajos, lo cual permitirá la participación a nivel personal y en grupo para dar mayor seguridad en las áreas de labor.

De igual forma, se agrega que esta metodología busca conseguir el funcionamiento eficiente de la gente en los centros de trabajo, obteniendo en cada uno de ellos su desarrollo personal y profesional, favoreciendo en gran parte a la empresa .

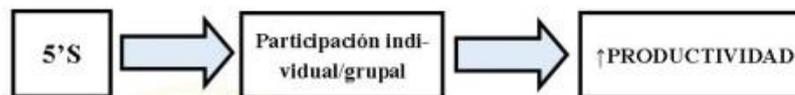
Asi mismo, lo que se busca con la implementación de las 5'S, es el incremento de la seguridad, minimización de productos no conformes, incremento de calidad, minimización de los tiempos, incremento de la disponibilidad de la maquinaria, crear una filosofía de organización, acrecentar los niveles de producción, y motivar al personal.

Por último, las 5'S nos indica que para obtener mejorías notables en la empresa, esta debería de aplicar la auto inspección ,realizándose cotidianamente con el objetivo de establecer los controles estandarizados mejorando las diversas actividades para poder aumentar la fiabilidad de cada uno de los equipos y mantener un nivel de disciplina y autonomía.

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5'S EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Verónica Vega

PARA TOMAR EN CUENTA

“Un lugar está en orden cuando **NO** hay cosas innecesarias, y cuando todas las cosas necesarias están en su lugar”



OBJETIVOS DE LAS 5'S:

Para poner en marcha la metodología de las 5'S, fue necesario saber que el alcance de esta implementación de la herramienta se dará en el área de producción, siendo más específicos en la línea de producción de casting de la empresa ARIN S.A.

Para ello, se establecieron una serie de objetivos a cumplir., tales como:

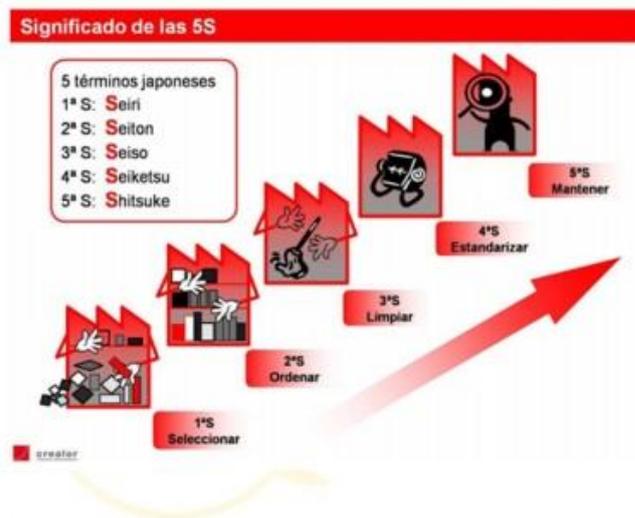
- Velar por el eficaz cumplimiento de la ejecución de las 5'S.
- Promover la participación de los empleados de la empresa.
- Mejorar el hábito de trabajo.
- Motivar al personal para evitar el “miedo al cambio”.
- Ejecución de auditorías antes y después de aplicar la herramienta.
- Ser líderes y ejemplo a seguir de sus compañeros de trabajo.

Por esta razón, se pudo establecer con claridad cada objetivo trazado, darlos a conocer en el preciso momento de la ejecución de las 5'S, y con ello alcanzar, que las zonas en donde están realizando los procesos estén debidamente limpias y fuera de cosas innecesarias.

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5'S EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Verónica Vega

¿Qué son las 5'S?

Son un programa de talleres que se encarga de desarrollar de orden y limpieza en puestos de trabajos, lo cual permite la participación a nivel personal y en grupo para dar mayor seguridad en las áreas de labor.



Objetivo

Establecer un programa de 5'S en la empresa ARIN S.A., para incrementar la productividad en el área de casting y con ello, mejorar los puestos de trabajo.

Alcance

Aplicable a los demás departamentos de la empresa ARIN S.A. (departamento de RR.HH, demás departamentos de producción, bodega, almacén, mantenimiento, etc.).

Definiciones

La filosofía de 5'S toma su nombre de 5 palabras japonesas: SEIRI, SEISO, SEITON, SEIKETSU , SHITSUKE.

- a. **Seiri:** seleccionar y reducir cada elemento que no es indispensable de cada área de

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5'S EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Verónica Vega

cada área de trabajo y con ello, evitar errores en el proceso de producción.

- b. Seiso:** es una de las herramientas que nos establece normas de orden para cada acción, de tal manera que facilite más accesible el uso de las cosas.
- c. Seiton:** la funcionalidad de esta herramienta es darle al operador una identificación con su puesto de trabajo, de tal manera comprenda la función de sus maquinarias por dentro e indicarle donde se encuentran los focos de suciedad de cada una de los equipos.
- d. Seiketsu:** aquí se puede consolidar las 3 anteriores S y con ello, darle un mayor seguimiento en relación al cumplimiento de sus metas.
- e. Shitsuke:** la auto inspección se debe realizar cotidianamente con el objetivo de establecer los controles estandarizados mejorando las diversas actividades para poder aumentar la fiabilidad de cada uno de los equipos y mantener un nivel de disciplina y autonomía.

Documentos aplicables

- a. Check List de tarjetas rojas
- b. Check List de elementos necesarios
- c. Asignación de limpieza

Registros aplicables

- a. Formatos de Evaluaciones iniciales y finales
- b. Formatos de Auditorías iniciales y finales
- c. Check List

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5'S EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Verónica Vega

Formación de equipos de mejora de 5'S

Para este punto, se formó algunos comités de 5'S, los cuales tenían funciones relevantes, entre ellas tenemos:



En este organigrama estructural de las 5'S, el cual está distribuido en un líder general que es el Jefe de Planta, seguido de los facilitadores de las 5'S, el líder del área de casting, de las maquinarias de casting, de oficina y por último, el líder de almacén.

De igual forma, se tiene el Diagrama Funcional de las 5'S.



	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5'S EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Verónica Vega

Entrenamiento del personal involucrado

Luego de haber concluido con la creación de los comités de 5'S, se preparó y entrenó a parte del personal involucrado, para que sepan los pasos a seguir en la herramienta de calidad, y con ello, resolver todas sus dudas.

Para esta etapa de ejecución, se hizo un anuncio para comunicar a los trabajadores sobre lo que sería el plan de ejecutar las 5'S en el área de producción de casting, tal y como se muestra en el siguiente Gráfico:



I. SEIRI / SELECCIONAR

Para el proceso de inicio de la etapa de "Seleccionar", es importante identificar cuáles son los objetos o herramientas necesarias o no relevantes en el área de trabajo; es decir, determinar los aspectos o criterios para descartar y catalogar los materiales. Principalmente, en este punto se crearán las "tarjetas rojas". Tal y como se muestra, a continuación.

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5'S EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Verónica Vega

• **¿Cómo implementar Seiri?**

Para realizar la primera S, es necesario seguir con los siguientes pasos:



Identificar elementos innecesarios

En este paso lo se hará es identificar cuales son los elementos innecesarios existentes del puesto de trabajo en donde se procederá a implantar las 5S. En este paso se pueden ejecutar lo siguiente:

Listado de elementos innecesarios

Para este paso, se diseñará un listado que permite registrar el objeto innecesario, su ubicación, cantidad hallada, posible causa y acción sugerida para su futura erradicación del puesto de trabajo.

Tarjetas Rojas

El uso de estas tarjetas permiten marcar o "denunciar" que en el área de trabajo habita algo innecesario y no utilizable por el operario, para lo cual se debería de tomar un acción correctiva inmediata.

Normalmente, hay preguntas que se deben de realizar para determinar la existencia de un objeto innecesario, estas son las siguientes:

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5'S EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Verónica Vega

- ⇒ ¿Es necesario este elemento?
- ⇒ ¿Si es necesario, es necesario en esta cantidad?
- ⇒ ¿Si es necesario, tiene que estar localizado aquí?

Luego de haber marcado los elementos se procede a registrar cada tarjeta utilizada en la lista de elementos innecesarios; esta lista permitirá posteriormente hacer un seguimiento sobre todos los objetos hallados en el puesto de trabajo.

Características de tarjetas rojas

- ⇒ Nombre del objeto innecesario
- ⇒ Cantidad hallada
- ⇒ Área de procedencia
- ⇒ Posibles causas de su permanencia en el puesto de trabajo
- ⇒ Plan de acción sugerido para su erradicación

◊ *Ejemplo de "Tarjeta Roja"*

TARJETA ROJA		N°
NOMBRE DEL OBJETO INNECESARIO	CANTIDAD	
	FECHA	
CAUSAS	Deficiente gestión	
	Falta de capacitación	
	Falta de información	
	Deficiente organización	
	Deficiente comunicación	
	Falta de recursos	
	Falta de personal	
	Falta de procedimientos	
	Falta de estándares	
	Falta de mantenimiento	
RAZÓN DE SU PERMANENCIA EN EL PUESTO DE TRABAJO	Deficiente gestión	
	Falta de capacitación	
	Falta de información	
	Deficiente organización	
	Deficiente comunicación	
	Falta de recursos	
	Falta de personal	
ACCIONES A TOMAR	Deficiente gestión	
	Deficiente organización	
	Deficiente comunicación	
	Deficiente mantenimiento	
Explicación		
Observaciones		

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5'S EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Verónica Vega

Control e informe final

Para este proceso el jefe del área debe preparar este documento y publicarlo en el tablón informativo sobre el avance del proceso 5'S; para ello, es indispensable preparar un informe donde se registre y se comunique el avance de las acciones tomadas en un inicio, como se han implantado y los beneficios que ha originado.

II.SEITON / ORDENAR

- **¿Cómo implementar Seiton?**

Para realizar la segunda S, es necesario seguir con los siguientes pasos:



Luego de haber seleccionado los elementos innecesarios del puesto de trabajo, se procede a ordenar, para ello, se deberá realizar una delimitación de los espacios y la reubicación u organización de los materiales y elementos en relación a su uso.

En relación al ordenamiento de los objetos se tomará en cuenta el “Círculo de Frecuencia de Uso”, la cual se muestra en la siguiente Figura, siendo esta necesaria para poder identificar los lugares o zonas en donde se van a reubicar los elementos. Con ello, estos puedan ser hallados fácilmente por cada uno de los operarios del área de casting.

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5'S EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Verónica Vega



Marcación de las áreas

Con ello, se podrá facilitar su conservación en un mismo sitio durante el tiempo y en perfectas condiciones. Con el fin de, mejorar la identificación y marcación de los controles de la maquinaria de los sistemas y elementos críticos para mantenimiento y su conservación en buen estado.

Conclusión

Seiso tiene como propósito mejorar la identificación y marcación de los controles de la maquinaria de los sistemas y elementos críticos para mantenimiento y su conservación en buen estado. De igual forma, se puede encontrar estos objetivos:

- ⇒ Facilita el acceso rápido a elementos que se requieren para el trabajo.
- ⇒ El aseo y limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad.
- ⇒ Se mejora la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial.
- ⇒ El ambiente de trabajo es más agradable..
- ⇒ La seguridad se incrementa debido a la demarcación de todos los sitios de la planta y a la utilización de protecciones transparentes especialmente los de alto riesgo.

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5'S EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Verónica Vega

III. SEISO / LIMPIAR

• Cómo implementar Seiso?

Para realizar la tercera S, es necesario seguir con los siguientes pasos:



Para este tercer punto, se tomó en cuenta que la limpieza es En esta tercera etapa de las 5S, se tiene en cuenta que la limpieza es completa. Se estableció que se llevará a cabo una limpieza en el área de casting, para demostrar que la herramienta aplicada se está llevando.

Identificar y erradicar fuentes de suciedad

Para esta etapa fue relevante, conocer cuáles eran los focos principales de suciedad en los puestos de trabajo, y con ello, tomar acciones de erradicación, por medio de la eliminación de polvo y desfilfarros.

Asignación de limpieza por zona

La limpieza se dará en forma periódica y con un tiempo establecido no mayor de 12 minutos/día. La meta principal es que, cada trabajador conserve limpio cada una de las maquinarias que maneja, de igual forma, sus herramientas de trabajo y/o insumos con los que cuenta, al finalizar el día.

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5'S EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Verónica Vega

A cada trabajador del área, se le brindará la responsabilidad absoluta de conservar su puesto de labor.

Asimismo, se le darán pautas a seguir, acerca de lo que cada uno de ellos tendría que realizar para mantener y lograr que su zona de trabajo esté como se estableció e indicó, o en mejor de los casos, este mejore.

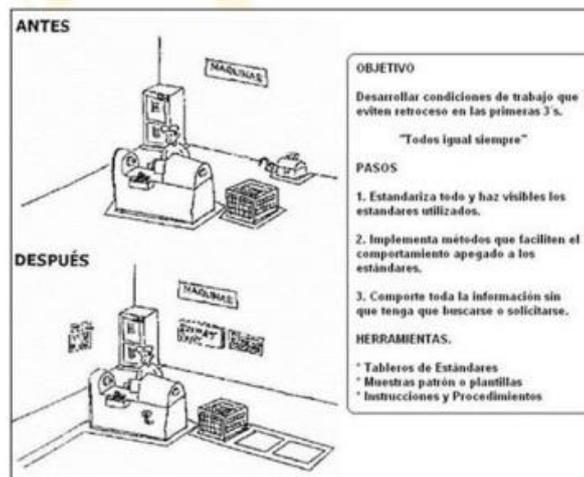
Implementación de la limpieza

El proceso de implantación se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución.

IV. SEIKETSU / ESTANDARIZAR

• Cómo implementar Seiketsu?

Para realizar la cuarta S, es necesario seguir con los siguientes pasos:



	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5'S EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Verónica Vega

En esta etapa de “Estandarización”, se continúa con el concepto de estándares de control visual, los cuales consistieron en colocar elementos visibles que sirvieron para notificar algún tipo de peligro. De igual forma, se implementó señales de evacuación.

Por otro lado, se añadieron en la compañía algunos carteles textuales, en base a como se irá mejorando si se sigue ejecutando de forma correcta esta herramienta; asimismo, el progreso desde que se dio la primera auditoría o evaluación.

Designar trabajos y responsabilidades

Cada trabajador debe conocer exactamente cuáles son sus responsabilidades sobre lo que tiene que hacer y cuándo, dónde y cómo hacerlo. Si no se asignan a las personas las actividades claras y concretas relacionadas con sus puestos de trabajo; Seiri, Seiton y Seiso tendrán poco significado y relevancia.

Integrar las acciones de las 3'S anteriores en los trabajos rutinarios

En este paso, se facilitará el seguimiento de las acciones de limpieza, lubricación y control de objetos de ajuste y fijación. Este tipo de estándares dan toda la información precisa para realizar el trabajo. El mantenimiento de las condiciones debe ser una parte natural de los operarios de cada día que laboran.

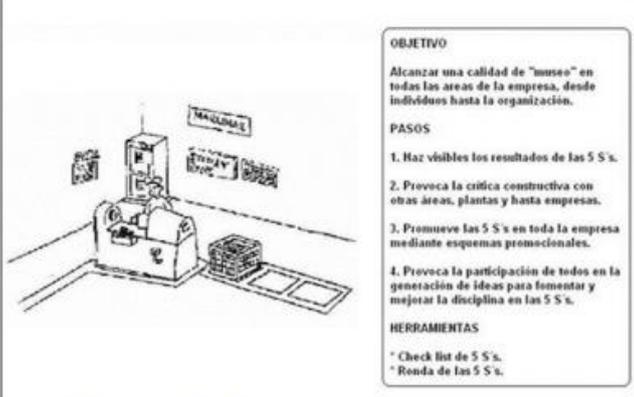
V. SHITSUKE / DISCIPLINA

• Cómo implementar Seiketsu?

Para finalizar, “Shitsuke”, considerada una de las etapas más complejas de la herramienta de 5'S, ya que busca la continuidad y evita el retroceso de las 4'S anteriores. De igual forma, busca que esta herramienta se convierta en un hábito cotidiano de mejora para la empresa.

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5'S EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Verónica Vega

Para realizar la quinta S, es necesario seguir con los siguientes pasos:



OBJETIVO
Alcanzar una calidad de "museo" en todas las áreas de la empresa, desde individuos hasta la organización.

PASOS

1. Haz visibles los resultados de las 5 S's.
2. Provoca la crítica constructiva con otras áreas, plantas y hasta empresas.
3. Promueve las 5 S's en toda la empresa mediante esquemas promocionales.
4. Provoca la participación de todos en la generación de ideas para fomentar y mejorar la disciplina en las 5 S's.

HERRAMIENTAS

- * Check list de 5 S's.
- * Ronda de las 5 S's.

Shitsuke implica lo siguiente:

- ⇒ Participación en las auditorías de progresos semestrales.
- ⇒ Educar al personal sobre los principios y técnicas de las 5S y mantenimiento autónomo.
- ⇒ Enseñar con el ejemplo para evitar el cinismo.
- ⇒ Creación de un equipo promotor o líder para la implantación en toda la planta.
- ⇒ Asignar el tiempo para la práctica de las 5S y mantenimiento autónomo.
- ⇒ Demostrar su compromiso y el de la empresa para la implantación de las 5S.
- ⇒ Suministrar los recursos para la implantación de las 5S.
- ⇒ Participar en la formulación de planes de mejora
- ⇒ Motivación y participación de los operarios, directamente en la promoción de sus actividades.

Anexo 23. Manual de Matenimiento Preventivo



Año: 2018

Versión: 01

Elaboró

Stephany A. Coll-Cardenas Salinas

Autorizó

Carlos Rubio

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Carlos Rubio

INTRODUCCIÓN

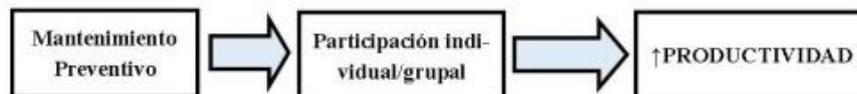
En la presente investigación de implementación de un procedimiento de la gestión de mantenimiento se aplica para el control eficaz de las máquinas de producción en una empresa de calzado, utilizando una serie de métodos para favorecer el funcionamiento de todos los procesos.

De igual forma, se pretende analizar la problemática inicial y trazar los objetivos predeterminados desarrollando el mantenimiento preventivo, y también visualizar las fallas de las máquinas para así tener prevención de las averías que se pueda presentar, ya que la empresa ARIN S.A. no cuenta actualmente con un sistema de mantenimiento generando pérdidas en producción, tiempo de para sin ninguna capacitación de trabajadores sobre el mantenimiento de la máquinas, teniendo solo un conocimiento de bajo nivel, para esto se debe disminuir las pérdidas y paros en la empresa, para así ser competitiva en el mercado y generar beneficio óptimos para la organización y hacia los clientes.

Así mismo, poder optimizar los procesos identificando los problemas y solucionarlo rápidamente para incrementar las utilidades en la empresa, incrementar su competitividad dentro del mercado y mejore su reputación de la que actualmente tiene.

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Carlos Rubio

PARA TOMAR EN CUENTA



OBJETIVOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para poner en marcha la metodología de Mantenimiento Preventivo fue necesario saber que el alcance de esta implementación de la herramienta se dará en el área de producción, siendo más específicos en la línea de producción de casting de la empresa ARIN S.A.

Para ello, se establecieron una serie de objetivos a cumplir, tales como:



Por esta razón, se pudo establecer con claridad cada objetivo trazado, darlos a conocer en el preciso momento de la ejecución del Mantenimiento Preventivo, y con ello alcanzar, la máxima disponibilidad de los equipos que se encuentran en estado crítico.

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Carlos Rubio

¿Qué es el Mantenimiento Preventivo?

Es el conjunto de procesos ya planificados y proyectados en base a una frecuencia, para advertir y alargar la vida útil de una maquinaria y cada uno de sus partes; anticipando algún tipo de falla. Los procedimientos que contiene el mantenimiento preventivo, se apreciarán en el sig. gráfico:



Objetivo

Establecer un programa de Mantenimiento Preventivo la empresa ARIN S.A., para incrementar la productividad en el área de casting y con ello, aumentar la disponibilidad de los equipos críticos.

Alcance

Aplicable a los demás departamentos de la empresa ARIN S.A. (demás departamentos de producción, bodega, almacén, mantenimiento, etc.).

Definiciones

a. Aumento

- **Durabilidad.** - al no contar la maquinaria con presencia de fallos, la vida útil de este se incrementa notablemente.

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Carlos Rubio

- **Fiabilidad.** - va creciendo cuando los fallos van disminuyendo mientras el equipo va funcionando, pues las intervenciones se dan en tiempos de paros o cuando estas generen un menor coste.

b. Incremento

- **Rentabilidad (Factor Humano).**- al tener establecido una política de mantenimiento preventivo, las intervenciones en los equipos ya se encuentran programados, permitiendo la normalización de labores para los encargados del mantenimiento.
- **Rentabilidad (Almacén).** - el trabajo del almacén es más eficiente y efectivo, disminuyéndose el material stock, con ello las herramientas de repuesto son hallados rápidamente y por ende, solo los materiales importantes serán usados para la intervención en la maquinaria.
- **Rentabilidad (Producción).** - en esta área se impedirán los paros por aparición de incidentes.

- **Revisión preventiva.** - es dado con el fin de genere rentabilidad, centrándose en las máquinas con más anomalías y que se puedan mejorar por medio de este sistema. Para ello, contendrá puntos de seguridad que sean indispensables, así como las maquinarias no complicadas, todo ello con el objetivo de impedir la aparición de fallas.

Documentos aplicables

- Ficha técnica de los equipos críticos
- Programa de Mantenimiento Preventivo (actividades preliminares)
- Programa anual de Mantenimiento Preventivo

Registros aplicables

- Registro de Horas de máquina parada
- Disponibilidad de los equipos críticos

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Carlos Rubio

Identificación de estado actual de los equipos

Para ello, se recurrió a las horas máquina parada de los meses de Enero a Mayo, en donde se dedujo cuáles eran los equipos que se encontraban en estado crítico. De igual forma, en con el cálculo de la disponibilidad, para determinar cuál es la capacidad que tiene un componente de estar apto para realizar una función o trabajo requerido, bajo una serie de condiciones o términos dados en un lapso de tiempo determinado.

Inspecciones en puestos de trabajo

Para este punto, se identificaron los focos de suciedad presentes en las máquinas, para con ello, asegurar que cada equipo esté en buenas condiciones y que se realicen prácticas de trabajo seguras, asegurando de igual forma, que los controles adecuados de peligros sigan siendo efectivos. En estas inspecciones, lo que se pretende conseguir es que se mantenga la integridad del trabajador, se sigan estándares de orden y limpieza con la máquina.

Capacitaciones con los operarios

Para esta actividad preliminar, se sugirió realizar charlas con los trabajadores desde el día martes 04 de septiembre al viernes 07 de septiembre del presente año, las cuales se realizaron con el objetivo, de desarrollar capacidades para el buen manejo de sus máquinas, optimizando el uso de cada uno de los recursos, todo ello basado en el correcto funcionamiento de los equipos.

Por otro lado, el encargado del área de mantenimiento, informó de los beneficios de la capacitación, entre las cuales están:

- ⇒ Mantener al día las prácticas de reparación correcta y mantenimiento.
- ⇒ Conseguir un mejor rendimiento de las máquinas y de los operarios que las manejan.
- ⇒ Uso correcto de los recursos técnicos de mantenimiento cuando se necesite reparar un equipo.
- ⇒ Obtener una mayor productividad, evitando que se realicen constantemente intervenciones de mantenimiento correctivo en las maquinarias.

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Carlos Rubio

Ejecución del Mantenimiento Preventivo

A. Disponibilidad inicial:

En relación al mantenimiento preventivo, se hizo previamente con el cálculo inicial de “Disponibilidad” de la maquinarias que presentan el número más alto de fallas presentes, las cuales son: el Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3 y la Inyectora de cera TR 3K Digital.

A continuación, se mostrará las fichas técnicas de las maquinarias que pasarán por mantenimiento preventivo, pero antes de ello se mostrará el inventario de las máquinas en total del área.

B. Inventario de equipos

Realizar un inventario de las maquinarias es indispensable antes de dar marcha al mantenimiento preventivo, pues de esta forma se tendrá una gestión descrita, es decir que con ello, se permitirá realizar el control y organización de los trabajos, la asignación de las actividades y mantener adecuadamente el histórico de las maquinarias. Con ello, cada operario llevará el formato de los equipos, de forma ordenada.

		INVENTARIO DE EQUIPOS - PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MÁQUINAS - ARIN S.A.			<i>Fecha: 21/08/18</i>	
					<i>Versión: 001</i>	
					<i>Cód.: PMP</i>	
Item	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	PAÍS	AÑO
1	Inyectora de cera TR 3K Digital	BOKING	BK	0062	China	2011
2	Bomba de vacío microfusión M. 8m3	COMPACT 2000	COM	COM 7701	España	-
3	Horno de revestimiento de yeso Artech	Shanghai Alarge Furnace Co.	ABF-Series	1552164	China	2014
4	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3	GOLDPRO®	Z50-303MI	IECO Kg. 3	Estados Unidos	2013

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión: 01	Elaborado por: Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año: 2018	Aprobado: Carlos Rubio

• **¿Cómo implementar Mantenimiento Preventivo?**

Para realizarlo, se tendrá en cuenta las fichas técnicas de cada maquinaria en estado crítico.

FICHA TÉCNICA DE INYECTORA DE CERA TR 3K DIGITAL - ARIN S.A.									
Empresa:			Área:	Producción					
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas		Línea de producción:	Casting					
DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO									
Nombre	Inyectora de cera TR 3K Digital								
Código	IN-C-01								
Marca	BOKING								
N° de Serie	BK-0062								
Modelo	BK								
Año de Fabricación	2013								
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO									
Sistema de Alimentación	220 V. Monofásico								
Año de Fabricación	2013								
Ajuste de tiempo para el vacío	0-25 segundos								
Ajuste de tiempo para la inyección de cera	0-25 segundos								
Temperatura máx.	90° C								
Dimensiones generales	45 x 33 x 30 cm								
Gama de aire máx.	0.30-0.70MPa								
Potencia	0.4 KW.	Peso					Alto	Ancho	Largo
Presión de aire máx.	2.5 kg/ cm2	12 kg.					45 cm	33 cm	30 cm
CONDICIONES GENERALES									
Actividad	Inyectado de cera								
Años de Servicio	7 AÑOS								
Situación Actual	OPERATIVO								
Observaciones	PROCEDENCIA CHINA								
Criticidad	BAJA								

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Carlos Rubio

MAQUINARIAS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CASTING - ARIN S.A.					
Empresa:			Área:	Producción	
Elaborado por:	Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas		Línea de producción:	Casting	
DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO					
Nombre	Horno de casting continuo IECO GOLDPRO®				
Código	HRC-C-04				
Marca	GOLDPRO®				
N° de Serie	IECO Kg, 3				
Modelo	Z50-303MI				
Año de Fabricación	2013				
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO					
Sistema de Alimentación	220 / 380V 50 / 60Hz / Trifásico				
Año de Fabricación	2013				
Gas para protección	Nitrógeno o argón				
Frecuencia de trabajo del convertidor	20 Khz				
Temperatura máx.	1250° C.				
Dimensiones generales	650 x 860 x 700 mm.				
Consumo de gas	(0,5 - 1 bar) 10 l / min				
Potencia	3 kw.	Peso	Alto	Ancho	Largo
Consumo de agua	(T° 15 a 30° c - Presión 2- 3 bar) 15 l / min	160 kg.	650 mm.	860 mm.	700 mm.
CONDICIONES GENERALES					
Actividad	Fundición de metal				
Años de Servicio	6 AÑOS				
Situación Actual	OPERATIVO				
Observaciones	PROCEDENCIA EE.UU.				
Criticidad	BAJA				



	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Carlos Rubio

Teniendo las máquinas críticas del área de casting, se deberá realizar el cálculo, tomando en cuenta el MTTF (tiempo promedio entre fallas), el MTTR (tiempo promedio entre reparaciones) y de igual forma, la frecuencia de falla. En la siguiente figura, se hará la toma de “Disponibilidad Inicial” de las 2 maquinarias seleccionadas. Para este paso, es relevante rescatar, que para este cálculo, se hará mención del tiempo total de operación de las máquinas entre los meses de Enero a Mayo del 2018.

Disponibilidad Inicial:

⇒ **Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3**

La máquina **Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3**, tiene una disponibilidad operativa del 77.93% en 5 meses.

⇒ **Inyectora de cera TR 3K Digital**

La máquina **Inyectora de cera TR 3K Digital** tiene una disponibilidad operativa del 91.70% en 5 meses.

Disponibilidad Final:

En toda compañía es necesario realizar mantenimiento constante o periódica en cada una de las maquinarias usadas en los procesos de producción; esto se da con la finalidad de conservar la calidad máxima de los productos terminados, la confiabilidad y disponibilidad de las maquinarias, así como, la seguridad total de cada uno de los operarios influyentes en la fabricación del bien.

En este caso, se realizará un mantenimiento preventivo que comprenda todos los elementos constituyentes de los equipos en los que se tenga que hacer un respectivo análisis y evaluación; teniendo en cuenta aspectos que originen secuelas en las máquinas, afectando así la productividad de la empresa ARIN S.A., con el fin, de prevenir fallas e anomalías que se presenten.

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Carlos Rubio

En la propuesta de mejora se menciona que se pretende llegar a aplicar mantenimiento preventivo para las máquinas que cuentan con la mayor cantidad de fallas en la línea de casting de la empresa ARIN S.A. Para ello, se realizó un cronograma de actividades preliminares de mantenimiento preventivo, el cual tiene como objetivos:

- ⇒ Conservar en adecuadas condiciones el funcionamiento de los equipos críticos de la línea de producción de casting.
- ⇒ Advertir sobre los posibles riesgos de accidentes que podrían darse, por el mal trabajo de los equipos usados.
- ⇒ Revisar en forma periódica toda máquina que esté implicada con las actividades de la línea de casting.
- ⇒ Seguimiento continuo del cronograma de mantenimiento preventivo.

Seguido de ello, se deberá realizar un segundo cálculo, tomando en cuenta el MTTF (tiempo promedio entre fallas), el MTTR (tiempo promedio entre reparaciones) y de igual forma, la frecuencia de falla. En la siguiente figura, se hará la toma de "Disponibilidad Final" de las 2 maquinarias seleccionadas. Para este paso, es relevante rescatar, que para este cálculo, se hará mención del tiempo total de operación de las máquinas entre los meses de Enero a Mayo del 2018.

⇒ **Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3**

La máquina **Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3**, tiene una disponibilidad operativa del 89.2% después de 1 mes de haber realizado el mantenimiento preventivo

⇒ **Inyectora de cera TR 3K Digital**

La máquina **Inyectora de cera TR 3K Digital** tiene una disponibilidad operativa del 93.3% después de 1 mes de haber realizado el mantenimiento preventivo.

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Carlos Rubio

I. Hoja de Operación de Inyectora de cera TR 3K Digital

	<p>Para encender la secuencia de inyección:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Después de prender la unidad de comando, ingrese el número de memoria con las teclas de valores. Todos los valores, PRESS, CLAMP, FORWARD y HOLD TIME, van a ser fijados según los parámetros de esa memoria. 2. Ponga el molde en le sujetador acrílico y sitúe los dos en la base para moldes. Después, presione la tecla "START" o el botón de inicio de la unidad de mordazas. 3. La placa baja para sujetar el molde y la unidad de mordazas se mueve hacia adelante. 4. La máquina inyectora de cera al vacío inicia la secuencia automática de inyección. 5. Las mordazas retroceden y esperan el tiempo indicado por el parámetro HOLD TIME. <p>Para suspender la operación durante la secuencia de inyección:</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Apague la maquina inyectora al vacío y vuelva a prenderla. 7. Oprima la tecla "C" de la unidad de la unidad de comando
<p>Elaborado por: Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</p>	

⇒ **Mantenimiento realizado**

- **Mantenimiento mensual:**
 - Limpiar el tablero eléctrico
 - Revisar estado de conductores
- **Mantenimiento trimestral:**
 - Cambio de aceite
 - Ajustar tornillos de borneras
- **Mantenimiento semestral:**
 - Ajustar los pernos de anclaje de la máquina
- **Mantenimiento anual:**
 - Ajustar pernos de sujeción de cilindro de: inyección, apertura, cierre y expulsión

	MANUAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA ARIN S.A.	Versión:	01	Elaborado por:	Stephany A. Coll-Cardenas Salinas
		Año:	2018	Aprobado:	Carlos Rubio

II. Hoja de Operación de Horno de casting continuo IECO GOLDPRO® Kg.3

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poner a punto y encender el horno eléctrico por arco y los equipos auxiliares: <ul style="list-style-type: none"> • Encender el horno, controlando y regulando mediante el amperímetro y voltímetro, de acuerdo a las características del mismo (transformador fijo o variable) la conductividad de la carga del horno hasta logra los valores indicados para iniciar el proceso de fusión. • Encender los equipos siguiendo la secuencia de procedimientos indicados en los respectivos manuales o instructivos de trabajo. 2. Cargar el horno con la materia prima, respetando el orden de incorporación establecido en la instrucción de trabajo: <ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar la materia prima, clasificándola por su aspecto, tamaño y pesarla. 3. Controlar el proceso de fusión, realizando los ajustes y correcciones en la composición del material fundido en base a los requerimientos especificados <ul style="list-style-type: none"> • Ajustar la composición del caldo de fusión en base a los resultados obtenidos en el análisis, mediante el agregado de determinadas cantidades de ferro-aleaciones. 4. Realizar la colada del horno a la cuchara en tiempo, temperatura y caudal indicados en la instrucción de trabajo.
Elaborado por:	
<i>Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas</i>	

⇒ **Mantenimiento realizado**

- **Mantenimiento mensual:**
 - Ajuste de bandeja de goteo
 - Inspección del tablero de control
- **Mantenimiento trimestral:**
 - Mantenimiento del cable de energía eléctrica
 - Cambio de resistencias
- **Mantenimiento semestral:**
 - Calibrar el control de temperatura

Anexo 24. Instructivo de trabajo estandarizados

	INSTRUCTIVO DE PUESTO	Código: PP-001-13-082 Revisión: 01 Aprobado: GRHH Página: 1 de 2
1.- IDENTIFICACION DEL PUESTO		
Nombre del Puesto: JEFE DE FUNDICIÓN		
Unidad Orgánica : Fundición		
2.- SUPERVISION		
Supervisado por	Supervisa a	
JEFE DE ABASTECIMIENTO	OPERARIO DE FUNDICIÓN	
3.- REEMPLAZO		
JEFE DE ABASTECIMIENTO		
4.- FUNCION GENERAL (Descripción General del Puesto)		
<ul style="list-style-type: none"> • Encargado de la fundición de metales según órdenes y programas previos, teniendo en cuenta los plazos establecidos, así como las leyes correspondientes. 		
5.- FUNCIONES ESPECIFICAS		
<ul style="list-style-type: none"> • Ingreso en el sistema el registro de material recién llegado a caseta entregado por abastecimiento (un día antes o a primera hora del día). • Mediante una guía de almacén solicita paliza y metales (almacén y bóveda, solicita metal fino a bóveda). • Almacenaje de los retales y recuperaciones en armario de metal. • Contabilización de material de entrada y de salida; registrados en el sistema. • Pesado del material en balanza y verificado con las guías que recepción. • Cortado de los metales para la realización de las fórmulas de fundición en base al material a fundir. • Revisión de las órdenes y programa de trabajo. • Recepción y verificación de los lingotes, alambrones, planchones de metal y muestras. • Movimiento entre secciones: envío de productos fundidos a otras áreas (cadena máquina, recuperaciones, etc.). • Apoyo al operario de fundición. 		

	INSTRUCTIVO DE PUESTO	Código: PP-001-13-082 Revisión: 01 Aprobado: GRHH Página: 2 de 2
<ul style="list-style-type: none"> • Educación (Estudios) Técnico en Producción, Químico, Metalúrgico o afines 		
<ul style="list-style-type: none"> • Formación (Conocimientos) Conocimiento básico de la metalurgia Manejo de Office 		
<ul style="list-style-type: none"> • Habilidades Proactivo Liderazgo Don de Mando Organizado Trabajo en Equipo y bajo presión Paciente Organización Facilidad de analizar y procesar información Manejo de programas básicos Poder de concentración 		
<ul style="list-style-type: none"> • Experiencia 2 años en empresa del rubro o metalmeccánica. 		
<ul style="list-style-type: none"> • Otros Buena Salud Buena vista Edad : 20 a 30 años Sexo: Indistinto Salario : Nivel VI de la Estructura Salarial (Tomar en cuenta Rangos) Horario: De Empleo de Producción 		



PERFIL DE PUESTO

Revisión: 01
Aprobado: GRHH
Página 1 de 3

1.- IDENTIFICACION DEL PUESTO

Nombre del Puesto: OPERARIO DE FUNDICIÓN

Unidad Orgánica: Fundición

2.- SUPERVISION

Supervisado por

Supervisa a

JEFE DE FUNDICIÓN Y/O SUPERVISOR

N/A

3.- REEMPLAZO

N/A

4.- FUNCION GENERAL (Descripción General del Puesto)

- Encargado de la mezcla de elementos por separado obteniendo aleaciones con forma definida (barras, alambres y planchas) las cuales sufren transformaciones físicas en posteriores procesos.

5.- FUNCIONES ESPECIFICAS

- Coordina los trabajos con su jefe inmediato y apoya en controlar la temperatura, velocidad de trabajo de los hornos en inducción y colada continua.
- Control de calidad del óxido antes de introducirlo en el horno, para constatar que la termocupla y el tapón estén centrados.
- Introducción de termocupla en el horno de colada continua.
- Introducción de plancha de fierro o alambón, por la cavidad inferior de los hornos.
- Añadido de los recales con cucharón medidor giras a hornos de inducción.
- Verificación del material vertido en el horno de inducción, mezclando de los metales con ayuda de una varilla de grafito y otra de enganche.
- Extracción de muestra de la aleación con tubo capilar y propipeta.
- Añadido bórax y bórico a las mezclas.
- Remoción de restos de aleación impregnados en bordes del óxido con espátula y echado en tazón de "Escorias AG".
- Amado, desamado y calibración de lingoteras.
- Quemado de lingoteras y de crisol de cerámico con soplete a gas y oxígeno.
- Martilleo a lingoteras para sacar el lingote fundido y raspado de estas con espátula.
- Uso de aceite cocinero para lingoteras.
- Retiro de crisol del horno con pinza de soporte de fundición y colado sobre un bloque de madera.
- Traslado de crisoles con pinza de carga.
- Cortado de carbón seco con tijeras de corte de punta larga.
- Uso de cizalla de 750 30° para ayudar a que el planchón o alambón fundido/o baje.
- Manejo de cortador circular portátil para corte de planchas o alambres.



PERFIL DE PUESTO

Revisión: 01
Aprobado: GRHH
Página 2 de 3

- Lavado de lingotes en ácido sulfúrico al 10%, lavado con agua fría, añadido de detergente y raspado con cepillo de ropa, secado con un trapo o franela.
- Entregado de material a caseta de fundición.
- Mantenimiento/refrigeración de los hornos de inducción y de colada continua (cambio de filtro de agua); de máquina Chiller cada 15 días.
- Mezcla, homogeniza y obtiene aleaciones de 18k, 14k, 10k, 9k y plata a elevadas temperaturas.
- Limpieza de varillas de grafito.
- Cureción de crisoles.

6.- REQUISITOS DEL PUESTO

- Educación (Estudios)

Secundaria completa

- Formación (Conocimientos)

Con experiencia previa en mecánica.

Capacitación: 1 semana

- Habilidades

Poder de Concentración

Fuerza

Observador

Ordenado

Destreza manual

Trabajo bajo presión

Cuidadoso

- Experiencia

No es necesaria, se le capacita en el oficio.

- Otros

Buena Salud

Buena vista

Edad : 20 a 30 años

Sexo: Indistinto

Salario : Nivel VI de la Estructura Salarial (Tomar en cuenta Rangos)

Horario: De Empleado de Producción

Anexo 25. Acta de aprobación de Originalidad de tesis

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, LEONIDAS MANUEL BRAVO ROJAS, Asesor de Investigación de la EP de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, Lima Norte, verifico que la Tesis Titulada: "IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DEL LEAN MANUFACTURING PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL AREA DE PRODUCCION EN LA EMPRESA ARIN SA- CHORRILLOS, 2018", del estudiante COLL-CARDENAS SALINAS, STEPHANY ALEXANDRA, constata que la investigación tiene un índice de similitud de 24% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 13 de mayo del 2019



.....
DR. BRAVO ROJAS, LEONIDAS MANUEL
Asesor de Investigación
EP de Ingeniería Industrial

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Anexo 26. Pantallazo Turnitin

feedback studio Coll-Cardenas Stephany Alexandra | TESIS

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DEL LEAN MANUFACTURING PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA ARINSA - CHORRILLOS, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA INDUSTRIAL

AUTORA:
Col-Cardenas Salinas, Stephany Alexandra

ASESOR:
Dr. Leonardo Bravo Rojas, Maricar

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Sector Empresarial y Productivo

Lima - Perú

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
UCV
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
LIMA

Resumen de coincidencias

24 %

Se están viendo fuentes estándar
Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

Número	Fuente	Porcentaje
1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	10 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	8 %
3	www.slideshare.net Fuente de Internet	1 %
4	www.arinsa.com.pe Fuente de Internet	1 %
5	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
6	www.contactopyme.go... Fuente de Internet	<1 %

Página: 1 de 260 Número de palabras: 31239

Text-only Report | High Resolution | Activado

Anexo 27. Formulario de autorización para la publicación electrónica de tesis



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: Coll-Cardenas Salinas, Stephany Alexandra
D.N.I. : 70990293
Domicilio : Prolongación Paillardelli #189- Urb. El Retablo
Teléfono : Fijo : 016545292 Móvil : 989734388
E-mail : stephale141@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Industrial
Carrera : Ingeniería Industrial
Título : Ingeniero Industrial

Tesis de Post Grado

Maestría

Grado :
Mención :

Doctorado

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:
Coll-Cardenas Salinas, Stephany Alexandra

Título de la tesis:

Implementación de herramientas del Lean Manufacturing para incrementar
la productividad del área de producción en la empresa ARIN S.A.- Chorrillos,
2018

Año de publicación : 2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

Fecha :

13/05/2019



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

La Escuela de Ingeniería Industrial

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Coll-Cardenas Salinas, Stephany Alexandra

INFORME TÍTULADO:

Implementación de herramientas del Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área de producción en la empresa ARIN S.A.- Chorrillos, 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniera Industrial

SUSTENTADO EN FECHA: 19/12/2018

NOTA O MENCIÓN: 11

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

Anexo 29. Acta de aprobación de originalidad de tesis

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : T07-PP-PR-02.02 Versión : 08 Fecha : 12-09-2017 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la Tesis presentada por Don (a) :

Stephany Alexandra Coll-Cardenas Salinas

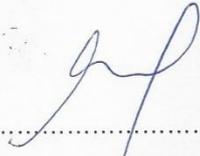
cuyo título es:

“Implementación de herramientas del Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área de producción en la empresa ARIN S.A.- Chorrillos, 2018”.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:(número) *Once* (letras).

Los Olivos, 19 de Diciembre del 2018


.....
Presidente


.....
Secretario


.....
Vocal