



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Aplicación de la Ingeniería RAMS para Mejorar la Gestión del  
Mantenimiento en la Empresa Dormakaba, 2019**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Industrial**

**AUTOR:**

Camarena Osorio, Erick Diego (ORCID: 0000-0002-1968-9392)

**ASESOR:**

Dr. Panta Salazar, Javier Francisco (ORCID: 0000-0002-1356-4708)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta investigación a mis familiares, a las personas que forman parte de nuestras vidas y logros, a mis amigos que forman parte de mi segunda familia, así como a mis maestros y asesores que son parte fundamental de nuestro crecimiento académico y social.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primera instancia agradezco a mi madre que siempre me apoyo en todos los sentidos, a mis familiares que siempre estuvieron presentes, a aquellas personas que me brindaron su ayuda incondicional que pueda existir. A mis asesores y profesores, personas de gran sabiduría y disciplina que lograron dirigirme y orientarme para mi desarrollo profesional.

## RESUMEN

La presente tesis titulada “Aplicación de la Ingeniería RAMS para Mejorar la Gestión del Mantenimiento en la Empresa Dormakaba, 2019. Tiene como objetivo la aplicación de la Ingeniería RAMS como principal pilar para mejorar la gestión del mantenimiento en la empresa Dormakaba. Se planteó usar la Ingeniería RAMS para identificar la confiabilidad, disponibilidad y productividad de las maquinas en la línea de producción de llaves y de esa manera mejorar la gestión del mantenimiento en la empresa. El trabajo de investigación es de tipo aplicada de enfoque cuantitativo y diseño cuasi experimental. Se realizó un estudio de 8 meses con un pre y post test.

Se realizó el análisis inferencial de la variable dependiente que viene a ser la gestión del mantenimiento a partir del SPSS, donde se obtuvo los datos del pre test y post test los cuales eran paramétricos luego de la prueba de Shapiro Wilk, donde se llegó a obtener un grado de 0.05, por lo que se aprobó la hipótesis.

Finalmente se concluye que al aplicar la Ingeniería RAMS mejora la gestión del mantenimiento de manera significativa tanto operativa como económica.

**Palabras clave:** Ingeniería, Mantenibilidad, confiabilidad, disponibilidad, seguridad.

## **ABSTRACT**

The present thesis entitled "Application of RAMS Engineering to Improve Maintenance Management in Dormakaba Company, 2019. It aims to apply RAMS engineering as the main pillar to improve maintenance management in the company Dormakaba. It was proposed to use RAMS engineering to identify the reliability, availability and productivity of the machines in the key production line and thus improve maintenance management in the company. The research work is of an applied type with a quantitative approach and a quasi-experimental design. An 8-month study was carried out with a pre and posttest.

The inferential analysis of the dependent variable that comes to be the maintenance management was carried out from SPSS, where the data of the pre-test and post-test were obtained, which were parametric after the Shapiro Wilk test, where a degree of 0.05 was obtained, so the hypothesis was approved.

Finally, it is concluded that by applying RAMS Engineering, maintenance management is improved significantly both operatively and economically.

**Keywords:** Engineering, Maintainability, reliability, availability, safety.

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
<b>III. MÉTODOLOGÍA.....</b>	<b>40</b>
<b>3.1 Tipo de Investigación .....</b>	<b>41</b>
3.1.1 Según los Datos Empleados .....	41
<b>3.2 Nivel de Investigación.....</b>	<b>42</b>
<b>3.3 Diseño de Investigación .....</b>	<b>42</b>
3.3.1 Diseño Experimental.....	43
<b>3.4 Variables .....</b>	<b>43</b>
3.4.1 Definición de Variables .....	43
3.4.2 Operacionalización de las Variables.....	44
<b>3.5 Población y Muestra .....</b>	<b>45</b>
3.5.1 Población .....	45
3.5.2 Muestra.....	45
3.5.3 Muestreo .....	46
<b>3.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad .....</b>	<b>46</b>
3.6.1 Técnicas .....	46
3.6.2 Instrumentos.....	46
<b>3.7 Validez y Confiabilidad del Instrumento .....</b>	<b>47</b>
3.7.1 Validez.....	47
3.7.2 Confiabilidad .....	47
<b>3.8 Métodos de Análisis de Datos .....</b>	<b>48</b>
3.8.1 Estadístico Inferencial .....	48

3.9 Aspectos Éticos.....	49
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>55</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>98</b>
<b>VI. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>103</b>
<b>VII.RECOMENDACIONES .....</b>	<b>105</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>112</b>
<i>Anexo 1. Exportaciones por sectores económicos .....</i>	<i>113</i>
<i>Anexo 2. Matriz de consistencia .....</i>	<i>114</i>
<i>Anexo 3. Plan de acción.....</i>	<i>116</i>
<i>Anexo 4. Tabla de correlación.....</i>	<i>117</i>
<i>Anexo 5. Formato de reporte de eficiencia .....</i>	<i>118</i>
<i>Anexo 6: Formato de producción diaria - troquelado.....</i>	<i>119</i>
<i>Anexo 7: Formato de producción diaria - fresado .....</i>	<i>120</i>
<i>Anexo 8: Formato de tarjeta de identificación de llaves .....</i>	<i>121</i>
<i>Anexo 9: Tiempo de Set Up de troqueladoras.....</i>	<i>122</i>
<i>Anexo 10: Tiempo de Set Up de fresadoras .....</i>	<i>123</i>
<i>Anexo 11: Formato de orden de trabajo.....</i>	<i>124</i>
<i>Anexo 12: Formato de charla de 5 minutos .....</i>	<i>125</i>
<i>Anexo 13: Formato de registro historial de maquinas.....</i>	<i>126</i>
<i>Anexo 14: Formato check list predictivo.....</i>	<i>127</i>
<i>Anexo 15: Formato de inspección rutinaria .....</i>	<i>128</i>
<i>Anexo 16: Listado de maquinas linea llaves .....</i>	<i>129</i>
<i>Anexo 17: DOP Troquelado.....</i>	<i>130</i>
<i>Anexo 18: DOP Fresado .....</i>	<i>131</i>
<i>Anexo 19: DOP Estampado .....</i>	<i>132</i>

<i>Anexo 20: DOP Niquelado .....</i>	<b>133</b>
<i>Anexo 21: Reporte de producción Mayo 2019 .....</i>	<b>134</b>
<i>Anexo 22: Reporte de producción Junio 2019 .....</i>	<b>134</b>
<i>Anexo 23: Reporte de producción Julio 2019 .....</i>	<b>135</b>
<i>Anexo 24: Reporte de producción Agosto 2019 .....</i>	<b>136</b>
<i>Anexo 25: Reporte de producción Septiembre 2019.....</i>	<b>137</b>
<i>Anexo 26: Reporte de producción Octubre 2019 .....</i>	<b>138</b>
<i>Anexo 27: Programa maestro de mantenimiento 2019.....</i>	<b>139</b>
<i>Anexo 28: Listado mensual de tareas programadas .....</i>	<b>140</b>
<i>Anexo 29: Formato de cumplimiento de mantenimiento preventivo .....</i>	<b>141</b>
<i>Anexo 30: Diagrama GANTT de mantto. Troquelado .....</i>	<b>142</b>
<i>Anexo 31: Diagrama GANTT de mantto. Fresado .....</i>	<b>143</b>
<i>Anexo 32: Formato de lubricación y monitoreo de equipos.....</i>	<b>144</b>
<i>Anexo 33: Pasos para realizar el análisis inferencial en el SPSS 25- normalidad.....</i>	<b>145</b>
<i>Anexo 34: Pasos para realizar el análisis inferencial en el SPSS 25- Validación de la hipótesis T-Student .....</i>	<b>148</b>
<i>Anexo 35: Pasos para realizar el análisis inferencial en el SPSS 25- normalidad de la dimensión .....</i>	<b>150</b>
<i>Anexo 36: Pasos para realizar el análisis inferencial en el SPSS 25- Validación de la hipótesis Wilcoxon.....</i>	<b>152</b>
<i>Anexo 37: Primera validación de instrumentos .....</i>	<b>155</b>
<i>Anexo 38: Segunda validación de instrumentos .....</i>	<b>156</b>
<i>Anexo 39: Tercera validación de instrumentos .....</i>	<b>157</b>
<i>Anexo 40: Autorización de la empresa .....</i>	<b>158</b>



## Índice de Tablas

<i>Tabla 1: Resultado del diagnostico de mantenimiento .....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 2: Analisis del diagrama de Pareto .....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 3: Horas inoperativas de maquinas por mantenimiento no programado .....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 5: MTBF (Análisis del tiempo promedio entre fallos) – Antes.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 6: MTTR (Análisis de tiempo promedio en reparación) – Antes.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 7:Resumen Análisis de confiabilidad – Antes.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 8:Disponibilidad de la máquina - Antes .....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 9:Índice de cumplimiento de mantenimiento programado – Antes .....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 10:Tendencia de la gestión de mantenimiento - Antes .....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 11:Cálculo de pérdida de dinero por horas paradas.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 12:Programa maestro de mantenimiento .....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 13:Listado mensual de trabajos programados .....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 14:Análisis de tiempo promedio entre fallos – Después .....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 15:Análisis de tiempo promedio en reparación – Después.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 16:Resumen Análisis de confiabilidad – Después .....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 17: Disponibilidad de la máquina – Después .....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 18:Índice de cumplimiento de mantenimiento programado – Después.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 19: Tendencia de la gestión de mantenimiento – Después .....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 20: Cálculo de dinero perdido por horas paradas.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 21: Resumen comparativo .....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 22: Comparación de Disponibilidad, Índice de Mantenimiento programado y Gestión de mantenimiento Antes y Después .....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 23:Indicador de disponibilidad.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 24:Indicador del indice de mantenimiento programado .....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 25: Criterios para la toma de estadísticos .....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 26: Estadigrafos.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 27: Resumen de procesamiento de casos.....</i>	<i>89</i>

<i>Tabla 28: Prueba de normalidad antes – despues.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 29: Resumen de procesamiento de casos.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 30: Prueba de normalidad antes – despues.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 31: Validación de hipotesis general según muestras emparejadas.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 32: Prueba T-Student de la gestión del mantenimiento .....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 33: Estadístico descriptivo de la hipótesis específica.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 34: Prueba de rango – Wilcoxon.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 35: Estadísticos de prueba .....</i>	<i>97</i>

## **Índice de Gráficos**

<i>Gráfico 1: Diagrama de Pareto.....</i>	<i>16</i>
<i>Gráfico 2: Diagrama de ISHIKAWA (Causa – Efecto) .....</i>	<i>18</i>
<i>Gráfico 3: Resultado de la gestión de mantenimiento - Antes .....</i>	<i>63</i>
<i>Gráfico 4: Resultado de la gestión de Mantenimiento – Después.....</i>	<i>83</i>
<i>Gráfico 5: Gestion de mantenimiento resultado antes y después .....</i>	<i>86</i>
<i>Gráfico 6: Disponibilidad resultado antes y después.....</i>	<i>87</i>
<i>Gráfico 7: Índice de mantenimiento programado resultado antes y después .....</i>	<i>88</i>
<i>Gráfico 8: Distribución de datos – antes.....</i>	<i>90</i>
<i>Gráfico 9: Distribución de datos – despues .....</i>	<i>91</i>
<i>Gráfico 10: Distribución de datos – antes.....</i>	<i>92</i>
<i>Gráfico 11: Distribución de datos – despues .....</i>	<i>93</i>

## Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 1: Aspectos de la Confiabilidad Operacional .....</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 2: Las 5 preguntas del RCM .....</i>	<i>26</i>
<i>Ilustración 3: Hoja de información de confiabilidad de equipo .....</i>	<i>31</i>
<i>Ilustración 4: Variables de mantenimiento.....</i>	<i>32</i>
<i>Ilustración 5: Diferencia entre mantenimiento correctivo y mantenimiento proactivo .....</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 6: Organigrama de la empresa .....</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 7: Almacén de bobinas.....</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 8:Sección troquelado .....</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 9:Sección fresado.....</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 10:Sección estampado .....</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 11: Sección niquelado .....</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 12: Almacén llaves de PT .....</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 13:Formato de orden de trabajo.....</i>	<i>64</i>
<i>Ilustración 14:Formato de registro charla de inducción y capacitación .....</i>	<i>65</i>
<i>Ilustración 15:Historial digital de equipos y/o máquina.....</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 16:Indicador de cumplimiento mensual por trabajador .....</i>	<i>67</i>
<i>Ilustración 17:Check list de mantenimiento predictivo.....</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 18:Hoja de información de troqueladora excéntrica .....</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 19: Hoja de información de fresadora doble perfil .....</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 20:Hoja de información de estampadora .....</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 21: Hoja de información de los baños de niquelado.....</i>	<i>70</i>
<i>Ilustración 22:Árbol de decisión del Mantenimiento centrado en la Confiabilidad.....</i>	<i>71</i>
<i>Ilustración 23:Listado de equipos .....</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 24:Diagrama de flujo mantenimiento preventivo .....</i>	<i>74</i>

# **I. INTRODUCCIÓN**

En el primer capítulo de esta investigación se discute la realidad problemática lo cual engloba a como la gestión del mantenimiento en las empresas manufactureras vienen ocasionando pérdidas económicas, se discute los trabajos previos que se han venido desarrollando para así poder plantear el problema general de la investigación.

## **1.1 Realidad Problemática**

La globalización hace que hoy en día las empresas industriales de producción tengan la obligación de tener activos o máquinas que estén a la vanguardia en temas tecnológicos, cuidado del medio ambiente y optimización de procesos. Es por ello que muchas industrias en el Perú caen en la monotonía de realizar procesos con la misma tecnología de hace muchos años, en relación a los avances de la actualidad y esto hace que tanto su producción y costo de operatividad sean siempre muy elevados o que no puedan competir al nivel que otras industrias multinacionales lo hacen en el mercado peruano.

Vishnu y Regikumar (2016) sostiene que:

En el mundo moderno, todas las empresas se esfuerzan por elevar sus factores clave de rendimiento o KPIs como la calidad, la productividad y reducir los costos, ya sea para mantenerse en el mercado o para obtener una ventaja frente a sus competidores. El sistema conformado por las máquinas de producción es uno de los elementos claves en la cadena de producción, su objetivo es lograr una mayor eficiencia, eficacia y economía para sobrevivir en un mercado global altamente competitivo. (p. 56)

Según el Comercio (2019) precisa que “La producción industrial del sector metalmeccánico peruano creció 10,2% entre enero y octubre de 2018. Este segmento provee bienes de capital como maquinarias, equipos e instalaciones, así como artículos y suministros para la industria, minería, construcción, transporte y otros sectores” (s.p.).

El reporte detalla que dentro de la producción de piezas elaboradas de metal hay un 7% de crecimiento y que pertenecen a las actividades mas dinámicas del sector metalmeccánico, por otro lado el comercio (2019) señalo que: “En contraste, otras ramas industriales de este sector registraron deterioros en su producción, como las de fabricación de tanques, depósitos y recipientes de metal (-1,5%), bombas, compresores, grifos y válvulas (-5,2%), maquinaria

para minería (-10,1%), maquinaria para uso doméstico (-12%), y otros tipos de maquinaria para uso general (-13,5%).

Bajo este contraste estadístico la industria metal mecánica cada día esta centrándose en la implementación de metodologías que ayuden al crecimiento y al posicionamiento del sector y de empresas en específico que quieren liderar el mercado peruano es por ello que es importante estudios que se comprometan con la responsabilidad de crecimientos de este sector que es uno de los mas importantes del Perú.

La empresa Dormakaba, antes llamada Klaus Brass, empieza sus operaciones el año 2018, dicha empresa esta dedicada a la fabricación de llaves, válvulas y barras en latón. Esta empresa ingresa al Perú con el fin de incrementar sus operaciones a nivel Latinoamérica ya que esta compañía es sueca, por lo tanto viene con una mentalidad diferente en cuanto a la manera de producir y como hacerlo correctamente sin verse obligados a gastar de mas y optimizando todos los recursos con la que cuenta la empresa.

En relación a las exportaciones de este sector, El comercio (2019) indico que “Según últimas cifras registradas, entre enero y octubre de 2018, las exportaciones de productos metalmecánicos sumaron US\$ 486 millones, lo cual representa un monto superior en 13.5% al mismo periodo del año pasado (US\$ 428 millones)” (s.p.). Por otra parte la empresa no solo cubre territorio peruano sino que gran parte de la producción son de exportación a países como Colombia, Brasil, México, Panamá y Bolivia. El cual en muchas ocasiones no se ha logrado cubrir la totalidad de producción debido a fallos imprevistos ocasionadas en las maquinas de la empresa.

Actualmente en la empresa no existe algún tipo de gestión de mantenimiento que ayude a solucionar el problema que se viene presentando cada día con mas frecuencia y que esta afectando directamente a las utilidades de la compañía ya que los fallos imprevistos son gastos no programados el cual demanda perdida de producción y costos elevados de operatividad.

El principal problema es que no existe ninguna técnica ni metodologías aplicadas al mantenimiento y que dentro de la línea de producción de llaves debe ser un pilar importante a considerar ya que el proceso de producción parte del troquelado de las laminas de latón dándole la forma a medida de las llaves con una matriz, luego es llevado al área de fresado

donde se le desbasta el excedente de material dándole el perfil requerido por el cliente, como siguiente proceso tenemos el estampado de las llaves en el cual se le da diseño o marca de los clientes y finalmente pasa a los baños de níquel donde se le da un baño químico que evita la corrosión del material y mejora estéticamente (*Ver anexo 1*), por otra parte con el fin de identificar la causa raíz del problema se realizara el diagrama de Ishikawa (*Grafico 1*) utilizando las 6M.

De acuerdo al diagnostico del mantenimiento se van a considerar 6 criterios los cuales son: administración, abastecimiento, personal, ejecución, supervisión, organización. Todos relacionado a la gestión del mantenimiento y diferentes preguntas con puntajes de valor mínimo 1 y 10 como valor máximo, para luego dar un valor porcentual de conformidad.

De acuerdo a la (*Tabla 1*) los resultados fueron los siguientes: El criterio con menor porcentaje fue la de ejecución con 52%, supervisión 43%, organización 41%, personal 40%, abastecimiento 38% y administración 37%.

*Tabla 1: Resultado del diagnostico de mantenimiento*

RADAR DE MANTENIMIENTO						
CRITERIO % DE CUMPLIMIENTO	EJECUCIÓN	SUPERVISIÓN	ORGANIZACIÓN	PERSONAL	ABASTECIMIENTO	ADMINISTRACIÓN
	52	43	41	40	38	37

*Fuente: Elaboración propia*

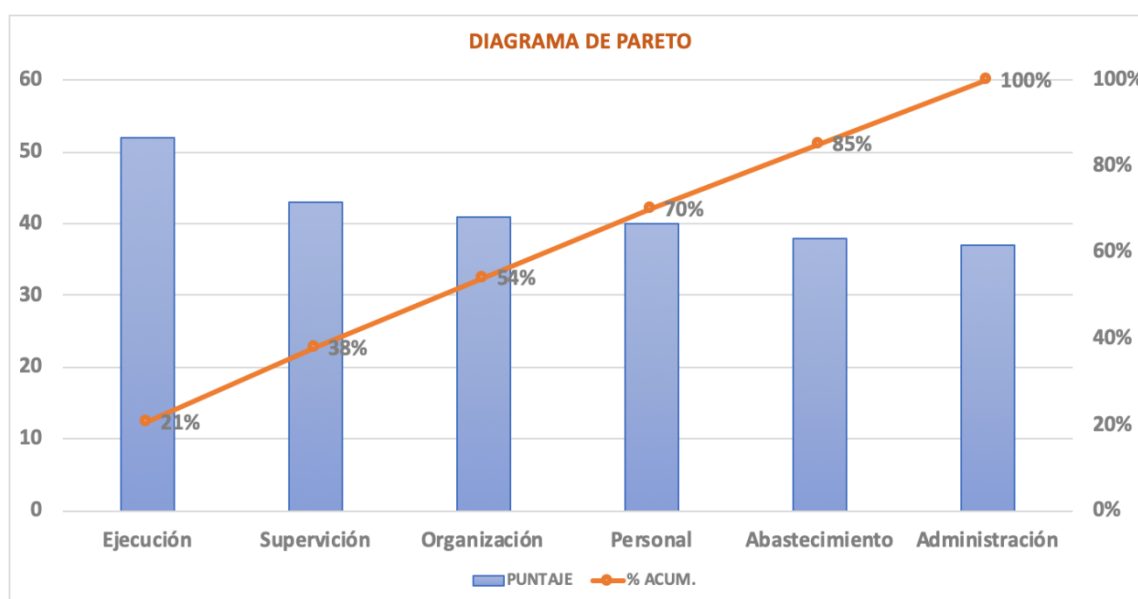
Por lo tanto se necesita desarrollar un análisis de Pareto: (*Tabla 2 y grafico 1*) para identificar y solucionar las causas potenciales para la ejecución del mantenimiento.

Tabla 2: Análisis del diagrama de Pareto

DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO				
CRITERIO DE EVALUACIÓN	PUNTAJE	%	ACUMULADO	% ACUM.
Ejecución	52	21%	52	21%
Supervisión	43	17%	95	38%
Organización	41	16%	136	54%
Personal	40	16%	176	70%
Abastecimiento	38	15%	214	85%
Administración	37	15%	<b>251</b>	<b>100%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>251</b>	<b>100%</b>		

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

Analizando el diagrama de Pareto se puede interpretar que interviniendo el 20% de la principal causa; quiere decir la ejecución y la supervisión del mantenimiento, se puede solucionar el 80% restante del problema.



Para el año 2019 la empresa Dormakaba empieza a realizar historiales de mantenimiento conjuntamente con los técnicos, dichos datos se tomaron dentro de los meses de Abril y Julio. Obteniendo altos índices de promedio de horas en paradas (120.95 Hrs / mes) equivalente al 34.07% del total de las horas programadas de producción. (Tabla 3)

No obstante el objetivo de la empresa y como investigador es reducir ese porcentaje al termino de la aplicación de la tesis a un porcentaje  $\leq 4\%$  de horas no programadas.

Tabla 3: Horas inoperativas de maquinas por mantenimiento no programado

<b>HORAS PERDIDAS POR MANTENIMIENTO - 2019</b>			
<b>PERIODO</b>	<b>HORAS PROGRAMADAS PRODUCCIÓN - MES</b>	<b>HORAS DE FALLA - MES</b>	<b>% HORAS PERDIDAS</b>
<b>ABRIL</b>	360	121.77	33.83%
<b>MAYO</b>	350	135.32	38.66%
<b>JUNIO</b>	350	119.96	34.27%
<b>JULIO</b>	360	106.73	29.65%
<b>PROMEDIO</b>	<b>355</b>	<b>120.95</b>	<b>34.07%</b>

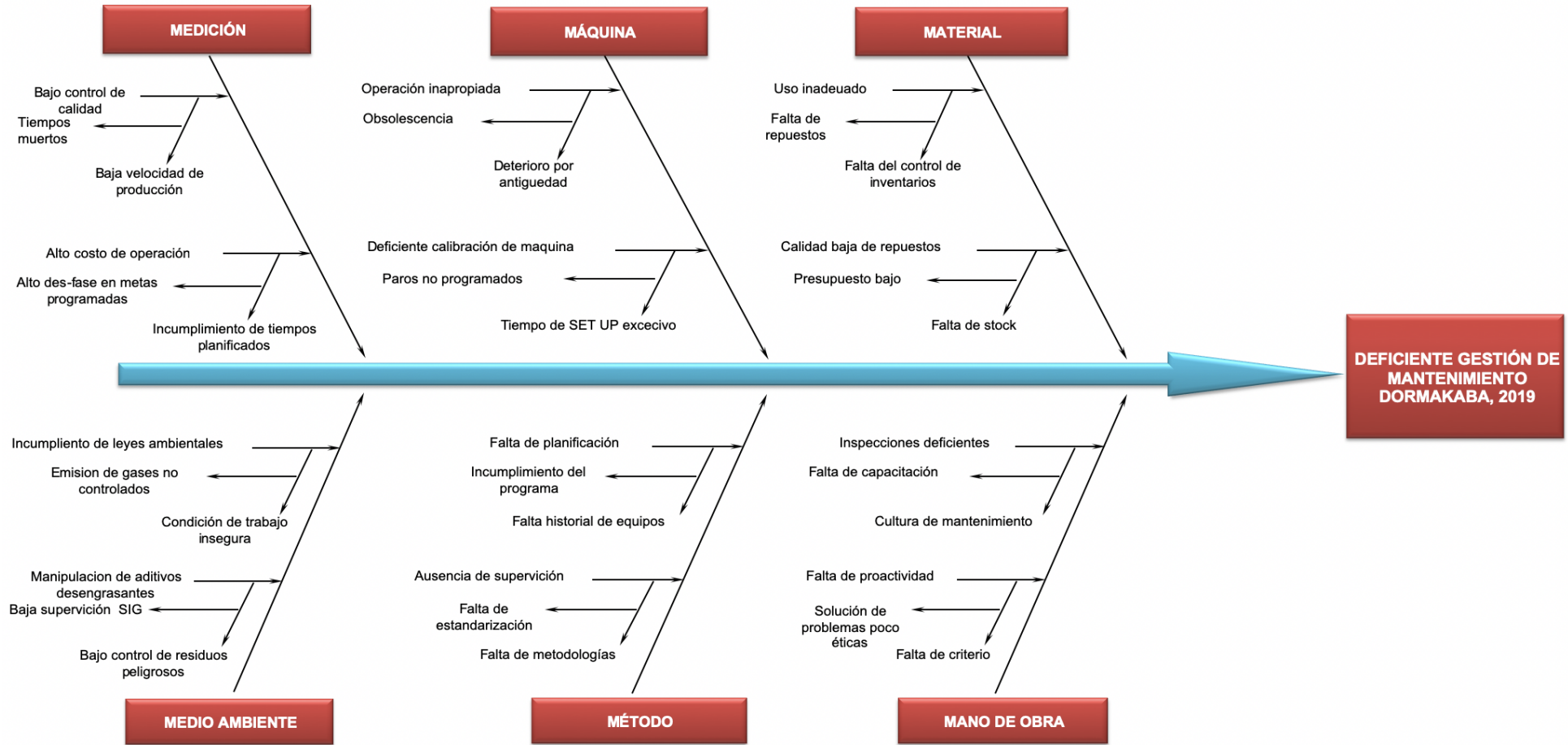
Fuente: Elaboración propia

En definitiva por todo lo analizado surge un gran interés para el departamento de mantenimiento en como poder bajar ese porcentaje de horas no programadas ya que el indicador arrojado es muy alto y genera perdidas significativas a la empresa.

En consecuencia, la presente tesis se enfocara en aplicación y gestión del mantenimiento creando un plan de acción (Ver anexo 6) desarrollando un plan de acción en base a la metodología RCM como principal estrategia. Identificando en primera instancia los fallos potenciales de las maquinas para después controlar el sistema de mantenimiento preventivo y de esa manera reducir los paros no programados o también conocidos como los mantenimientos correctivos

Así mismo llevaremos un control de intervenciones por los técnicos priorizando el análisis de las mismas para tener el historial de todos los mantenimientos que generara dentro de la organización un cultura de mantenibilidad.

Gráfico 2: Diagrama de ISHIKAWA (Causa – Efecto)



Fuente: Elaboración propia

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Trabajos Previos**

La presente tesis cuenta con investigaciones nacionales e internacionales el cual fortalece el contexto teórico de los trabajos que se hicieron previamente a la realización de esta investigación.

#### **2.1.1 Antecedentes Nacionales**

Para Enrique Miguel Rivera Rubio en la investigación “Sistema de Gestión del Mantenimiento Industrial”, en el año 2011, desarrollada en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Menciona en sus objetivos que: la realidad del sistema preventivo, es uno de los más graves problemas en nuestra industria, asimismo indica que los problemas en mantenimiento nos presenta en realidad una oportunidad de mejora si entendemos las bases del cómo debe ejecutarse una Gestión Integral de Mantenimiento. Tuvo como conclusión: La productividad integral dentro del departamento de Mantenimiento, debe mejorarse mediante una forma de trabajo más avanzada, proactiva y planificada evitando mantenimientos inútiles con gastos excesivos.

Luis Cruz Ramos en su tesis “Diseño de plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad y confiabilidad en las maquinas circulares de la empresa textil WG SAC – Lima.” Para obtener el título profesional de Ingeniero mecánico electricista en la Universidad César Vallejo en el año 2016. Tiene como objetivos principales diseñar un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad y confiabilidad en las maquinas circulares, determinar el entorno actual de la gestión de mantenimiento, elaborar un diagnóstico. Tuvo como conclusión: desarrollar un plan y utilizar los indicadores planteados en la investigación.

Esnider Vargas Yupanqui en su investigación de tesis “Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad en el área de repujado de la empresa Industrias FAMY EIRL, Los Olivos, 2017.” para obtener el título profesional de Ingeniero industrial en la Universidad César Vallejo en el año 2017. Señala en sus objetivos: determinar como la aplicación del TPM mejora la productividad, de qué manera mejora la

eficacia y eficiencia del área de repujado en la empresa. Y concluyo que, para ello se realiza un análisis de problemas diagnosticando la baja disponibilidad del equipo por la falta de programación de mantenimiento preventivo, el incremento de fallas frecuentes por mantenimiento correctivo y la falta de estándares de calidad y seguridad dentro del lugar de trabajo.

Gilberto Becerra y Jony Paulino en la investigación “El análisis de confiabilidad como herramienta para optimizar la gestión del mantenimiento preventivo en una empresa minera”, en el año 2012, en la Universidad Nacional de Ingeniería. Tuvo como objetivo: Identificar como problemática una gestión de mantenimiento con múltiples deficiencias en sus equipos críticos como consecuencia del desconocimiento y la falta de capacitación del personal de mantenimiento asociado principalmente a las técnicas cualitativas y cuantitativas que se aplican. Por ello se plantea como prioridad identificar los equipos críticos con ayuda de la metodología del análisis de criticidad. Por otro lado también es necesario evaluar sus fallas funcionales y conocer la etapa de su ciclo de vida de cada equipo utilizando la técnica del Análisis de Modos y Efectos de Falla.

Miguel Ángel Rodríguez del Águila en el 2012, realizó la tesis “Propuesta de mejora de la Gestión de Mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera en Cajamarca”, desarrollado en la Universidad Privada del Norte. Donde plantea como problemática que la tecnología en avance, muchas veces no va acompañado por las actividades de apoyo con la gestión de mantenimiento. Además menciona que debe ser manejado de manera cuidadosa y como una estrategia clara con el fin de evitar paradas imprevistas, accidentes, problemas ecológicos, etc. Concluye que: De ese modo define su objetivo en demostrar la fiabilidad técnica, operativa y económica para ayudar a mejorar la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de los equipos en la organización, asimismo se busca incrementar la disponibilidad mecánica de los equipos priorizando en reducir los costos por su mantención.

### **2.1.2 Antecedentes Internacionales**

Roberto Curiel y Gonzalo Padilla en su investigación “Análisis de confiabilidad en los equipos de bombeo de agua cruda en la empresa Acuacar S.A” trabajo de grado para obtener el título en especialista en gerencia de mantenimiento en la Universidad Tecnológica de

Bolívar – Cartagena de Indias en el 2010. En su trabajo presentado tiene como objetivo: identificar los equipos críticos del sistema con el objetivo de poder realizar el análisis de confiabilidad a cada uno para luego implementar la mejor táctica y herramienta buscando su máxima disponibilidad. Dentro de sus principales problemas esta la ausencia de un mantenimiento preventivo programado y la poca confiabilidad que ofrecen los equipos actualmente. Concluyendo que, Asimismo se nota reflejado que el personal de mantenimiento carece de capacitaciones durante el año y ante la tecnología de las maquinas nuevas que ingresan a planta, estos quedan desfasados y sin saber cómo actuar ante un desperfecto imprevisto.

Jorge Valdés Atencio en su investigación “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo- predictivo aplicado a los equipos de la empresa Remaplast”, trabajo de grado para obtener el título de administrador industrial en la universidad de Cartagena – Colombia en el año 2009. Dentro de sus objetivos señala implementar un plan de mantenimiento preventivo – predictivo aplicado a los equipos para optimizar su funcionamiento, tuvo como objetivo: Realizar una descripción de los quipos y maquinaria para saber el estado actual referente a los costos por mantenimiento y eficiencia de trabajo. Concluye: que para ello analiza los problemas potenciales describiendo que los equipos actualmente tienen uno inadecuado por parte de la operación acelerando su vida útil del equipo y originando múltiples fallas imprevistas.

En Ecuador, en el año 2016, Sergio Raúl Villacrés Parra en su investigación “Desarrollo de un plan de Mantenimiento aplicando la metodología de Mantenimiento basado en la Confiabilidad (RCM) de la empresa Etapa EP”. Se plantea como problemática que la mayoría de los hidrocleaners sobrepasan los veinte (20) años de operación, por lo que podría considerarse que están por finalizar su vida útil. Hace 6 años aproximadamente se adquirió un nuevo equipo y número de fallas hasta el momento ha sido considerable con respecto a los otros, según los registros se tienen registradas 12 fallas durante el periodo de operación correspondiente al último año. De ese modo se plantea desarrollar un plan de mantenimiento aplicando la metodología de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) para los equipos críticos de un vehículo de la flota de Hidrocleaners para reducir la tasa de fallos.

Es así que se concluye que a través de la aplicación de la metodología RCM permitirá la reducción de la tasa de fallos en los componentes en equipos críticos, asimismo podemos resaltar aplicación del RCM y su cambio de resultados obtenidos.

Francisco Sepúlveda Gonzales en su trabajo de investigación de tesis “Planificación del mantenimiento en Compañía papelerera del Pacifico S.A, apoyado por MPX MANTEC”, para optar el título de ingeniero de ejecución mecánica, en la Universidad de Talca –Curico, Chile en el año 2006. Dentro de sus objetivos planteados propone la implementación de un nuevo sistema de información en la gestión de mantenimiento con la herramienta del software MPX Mantec con la finalidad de realizar una mejor planificación de mantenimiento para los equipos en general de la empresa. Asimismo se propone la implementación de un programa de lubricación que ayude al mantenimiento predictivo creando formatos de registro y niveles de cumplimiento para obtener información y data sobre los equipos.

En Chile, en el año 2013, Christian Milanese Negro realiza un informe de pasantía con título “Diseño de un plan preventivo basado en el mantenimiento centrado en la confiabilidad en la máquina papelerera” presentado ante la Universidad Simón Bolívar para optar el título de Ingeniero mecánico. Donde tuvo como objetivo: implementar el método de mantenimiento centrado en la confiabilidad levantando información para los equipos que son considerados críticos y realizando una ruta de inspección para poder facilitar y establecer un programa efectivo recopilando información; enseguida se propone definir el contexto operacional realizando un análisis de modo y efecto de falla. Tuvo como conclusión: que luego de la implementación se pudo observar que aplicando las fases de esta metodología se obtiene un nuevo plan para los equipos críticos que incluyen: actividades de inspección, sustitución, limpieza y lubricación.

## **2.2 Teorías Relacionadas al Tema**

### **2.2.1 Variable Independiente: Ingeniería RAMS**

La confiabilidad se relaciona básicamente con la tasa de fallas (cantidad de fallas) con el tiempo medio de operación y el tiempo de operación. Mientras el número de fallas de un determinado equipo vaya en aumento o mientras el tiempo medio de operación de un equipo disminuya, la confiabilidad del mismo será menor. (Reyes y Ocampo, 1996. p.65)

Moubray (2004) indica:

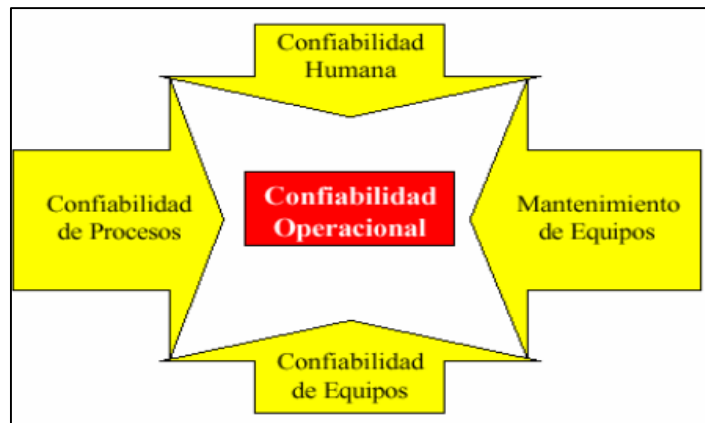
El RCM se puede definir como: La filosofía de gestión del mantenimiento, donde interactúa un equipo multidisciplinario de trabajo que se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajos definidos, estableciendo actividades más efectivas de mantenimiento en función a la criticidad de los activos, analizando los efectos que originaran los modos de falla, a la seguridad, al medio ambiente y a las operaciones. (p.8)

### ***2.2.1.1 Parámetros fundamentales en la Ingeniería RAMS***

El RCM cuenta con cuatro parámetros fundamentales las cuales son:

- ✓ **La confiabilidad de procesos;** enfocado en lo concerniente a operaciones, procedimientos y procesos.
- ✓ **La confiabilidad de equipos;** orientado a la confiabilidad desde el diseño, quiere decir, que el diseño esta relacionado con el aumento del MTBF (tiempo promedio entre fallas).
- ✓ **La confiabilidad de los procesos de mantenimiento;** dedicada a la mantenibilidad de los activos en una empresa, las habilidades del personal, la calidad del mantenimiento y la efectividad; con el objetivo de optimizar el MTTR (tiempo promedio para reparar).
- ✓ **La confiabilidad humana;** implica a la parte blanda de la empresa, dicho en otro contexto, la estructura organizacional de la empresa.

*Ilustración 1: Aspectos de la Confiabilidad Operacional*



Fuente: (Crespo, 2007).

### 2.2.1.2 Filosofía del mantenimiento centrado en la confiabilidad

Vishnu y Regikumar (2016) menciona que “Para el mantenimiento adecuado de la planta, es mejor adoptar un método integrado de estrategias de reparación de averías y de mantenimiento preventivo, como resultado se desarrolló el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)” (p.67).

“El mantenimiento preventivo se describe como el mantenimiento de equipos o sistemas antes de que ocurra la falla, por lo que no se permite que ocurra la falla” (Vishnu y Regikumar, 2016, p.46).

Algunas desventajas del MP, como el enorme costo y la necesidad de mano de obra especializada; por lo tanto, el MP no necesita ser la estrategia rentable para cada maquinaria, especialmente para los activos no críticos que posee cada industria. El objetivo del mantenimiento preventivo es reducir la probabilidad de tener un mantenimiento no programado, que generalmente conlleva un alto costo. (Okwuobi et al., 2018)

Vishnu y Regikumar (2016) sostiene que:

Los activos no críticos son aquellos activos cuya descompostura no afectará la producción o la seguridad de los empleados más allá de un límite, por lo tanto, en lugar del MP, el enfoque de Mantenimiento en caso de fallo se aprecia en un punto de vista económico. (p.48)



El Mantenimiento centrado en la confiabilidad es una herramienta utilizada para estudiar el patrón de fallas de un sistema y así poder tomar decisiones sobre la mejor estrategia que se puede implementar, para garantizar que un sistema alcance los niveles deseados de confiabilidad operacional, seguridad y disponibilidad, y luego la seguridad ambiental de la manera más económica. (Suryono, M.; Rosyidi, 2017; citado por Okwuobi et al., 2018, p. 38)

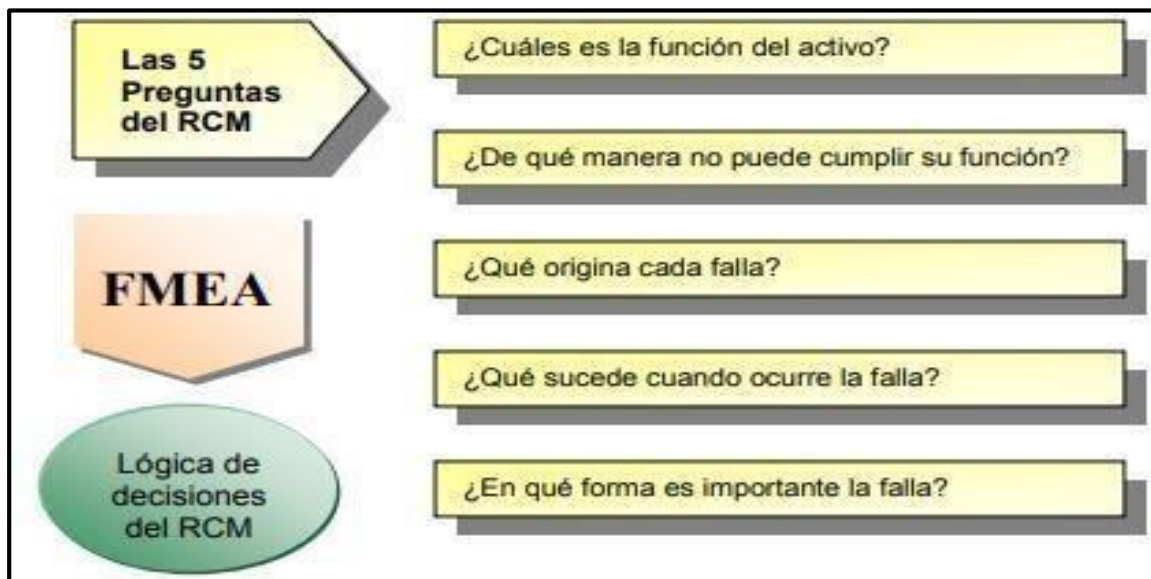
“Durante los 30 años de implementación del RCM, diversos estudios han probado y confirmado que es una estrategia efectiva de optimización del mantenimiento preventivo; un método que viene siendo utilizado en diferentes configuraciones industriales” (Deshpande, 2002; citado por Okwuobi et al., 2018, p. 54). Por otra parte “El RCM es uno de las metodologías más conocida y utilizada para preservar la eficiencia operativa en sectores críticos como plantas de energía, sistemas de artillería, industria de la aviación, redes ferroviarias, industria del petróleo y gas, y mantenimiento de buques” (Khamis et al., 2000; Carretero et al., 2000; citado por Vishnu y Regikumar, 2016, p. 40).

### ***2.2.1.3 Análisis del RCM***

Para poder realizar el análisis de esta metodología se tiene que basar en el FMEA (Análisis de modo y efecto de falla), la cual arroja las probabilidades de falla y el cálculo de la confiabilidad en las máquinas. Dichos análisis sirven para determinar las operaciones apropiadas a la hora de realizar las tareas de mantenimiento y enfocarse en los modos de falla que puede tener cada máquina.

- ✓ Lo que el usuario desea que la máquina haga.
- ✓ Razones por lo cual no puede cumplir la función encomendada.
- ✓ Cuales fueron las causas de la falla
- ✓ Que podría ocurrir si llegara la falla
- ✓ Que tan crítico es la falla y el equipo

Ilustración 2: Las 5 preguntas del RCM



Fuente: (Moubray 2004).

#### 2.2.1.4 Aplicación del RCM en la industria

La confiabilidad en las industrias se basa en 7 preguntas básicas con las que cuenta el RCM las cuales ayudan al desarrollo y implementación de las mismas las cuales son:

1. ¿Cuáles son los estándares y funciones de operación en los diversos sistemas, tomando en cuenta el contexto operacional?
2. ¿Respecto a cada uno de sus funciones inherentes, como falla cada equipo?
3. ¿Cuál es la causa principal para cada falla funcional?
4. ¿Qué pasa cuando ya ocurre la falla en el equipo?
5. ¿Cuál va ser el impacto real para cada falla?
6. ¿De qué manera se puede prevenir las fallas?
7. ¿Qué debemos hacer si no fuera posible prevenir antes de una falla funcional?

Con el desarrollo de estas interrogantes podemos tener una panorama claro de los objetivos y metas por cumplir con respecto a la mantenibilidad de las maquinas, por otro

lado, debemos tener en cuenta que las preguntas son de tipo lógicas y fácil de responder. Para todo esto es de suma importancia la codificación de las maquinas y identificar el porcentaje de criticidad que poseen en la línea de producción.

#### ***2.2.1.5 Fases para el RCM***

Vishnu y Regikumar (2016) afirma:

El marco para implementar la estrategia de RCM, el proceso consta de 10 fases, en las fases 1 a 3, el desarrollador reúne un conocimiento detallado sobre el sistema y sus funciones para una mejor toma de decisiones, más adecuadas con respecto a qué fallas serán las más preocupantes en la aplicación del sistema que se pretende; en las fases 4 a 8, el desarrollador considera todos los modos de falla que podrían resultar en la pérdida de la función del sistema, y determina qué modos de falla son el mayor riesgo, estos modos de falla dominantes luego se analizan en el árbol de decisión lógica/Proceso de jerarquía analítica (AHP) para determinar el mejor camino de acción y administrar el riesgo asociado, esto se lleva a cabo mediante la realización de una encuesta de expertos entre personal de mantenimiento, producción y administración, estos pasos son la parte más crítica del proceso del RCM. (p. 65)

Vishnu y Regikumar (2016) menciona:

En la fase 8, las descripciones de las tareas resultantes de la aplicación de la lógica de decisión del RCM se combinan en procedimientos detallados y precisos para su realización. Se presta especial atención a la mano de obra, los materiales y la capacitación requeridos y la secuencia lógica de los pasos para obtener el mejor procedimiento posible y determinar el nivel de mantenimiento adecuado para llevar a cabo el procedimiento. (p. 86)

Vishnu y Regikumar (2016) identifica las siguientes fases del RCM:

1. Selección del sistema y recolección de información
2. Diagrama de bloques funcional
3. Análisis de fallas funcionales
4. Análisis del modo falla y efecto

5. Análisis de criticidad
6. Análisis de árbol de decisión lógica/Proceso Jerárquico analítico
7. Selección de tareas
8. Procedimiento detallado: acciones de mantenimiento
9. Análisis post implementación – Indicadores de desempeño
10. Revisión

### **Fase 0: Registro y codificación de las maquinas**

Se refiere a la organización de los activos ya que es importante conocer el orden el tipo de trabajo el área donde se ubican código tipo de serie, todo ello para facilitar la identificación del activo cuando sea necesario.

### **Fase 1: Registro de funciones y especificaciones de los equipos**

En esta segunda etapa se define la forma operacional de la maquina, quiere decir su principal función dentro de la línea de producción, los sistemas que compone la maquina, adicional a ello se debe implementar rangos de medición del equipo las cuales mía la temperatura, presión, vibración etc.

### **Fase 2: Determinación de modos de fallo**

Para tener un panorama claro de esta fase del RCM se debe conocer las fallas funcionales de cada maquina que interviene en la producción, es decir, para saber la causa de la falla funcional debemos saber los modos de fallos de cada equipo.

### **Fase 3: Determinación de disponibilidad de equipos**

En esta fase se debe tomar apuntes o llevar un monitoreo de las horas en el que el equipo se encuentre operativo como también tener un registro de las horas en las que se encontró inoperativas o en reparación ya que gracias a esto podremos generar un historial de la maquina y poder hallar la disponibilidad con la que cuentan.

### **Fase 4: Análisis de criticidad de equipos**

Para esta etapa lo principal es conocer que tan crítico o de emergencia se encuentra una maquina dentro de la línea de producción y las consecuencias que esto puede generar si la maquina llegare a malograrse, existe una pregunta en especifico para saber que tan crítico es la maquina y es ¿Qué pasa si ocurre?, la respuesta a esto, clasificara como crítico, importante y tolerable a un activo.

### **Fase 5: Determinación de las medidas preventivas**

Después de identificar los fallos funcionales su nivel de criticidad entonces es momento de analizar las medidas preventivas que se tomara para que estos eventos no ocurran, la cual existen 5 medidas preventivas que se puede llegar a tomar.

#### **Fase 5.1 Tareas de mantenimiento rutinarias**

Son las tareas en la cual el personal puede verificar visualmente el nivel de lubricación temperatura vibración, todo esto, con la ayuda de equipos que permitan saber esa data también conocido como mantenimiento condicional.

#### **Fase 5.2 Mejoras en el equipo o instalación**

Luego de haber realizado el análisis de cada maquina por consiguiente se apunta a la mejora de ellas donde pueden ser desde el diseño de la maquina, el cambio de materiales y hasta el cambio de condiciones de trabajo.

### **Fase 5.3 Capacitación del personal**

Uno de los principales problemas en la falta de gestión del mantenimiento es la falta de capacitación al personal técnico y al personal operativo, es por ello que la capacitación debe ser orientada hacia ellos para poder prevenir eventos futuros.

### **Fase 5.4 Actualización de instrucciones de operación**

Esta estrategia es una de las más fáciles de ejecutar ya que involucra el compromiso del personal operativo, técnico, y administrativo aparte de ello es el compromiso con el departamento de mantenimiento y con la empresa directamente.

### **Fase 5.5 Actualización de instrucciones de mantenimiento**

El nivel del mantenimiento ira ascendiendo debido a la instrucción del personal que opere la maquina y los que brindan el mantenimiento haciéndolo de manera eficiente y haciéndolo estándar.

### **Fase 6: Agrupación de medidas preventivas según criticidad**

El resultado que se consigue gracias a las fases posteriores es la de obtener un plan maestro o programa de mantenimiento que permita a la organización planificar el mantenimiento de las maquinas con el fin de reducir las paradas de maquina no programadas.

### **Fase 7: Ejecución del plan de Mantenimiento**

Como ultima fase del RCM tenemos a la ejecución lo cual no es más que conocer a los involucrados dentro del control de mantenimiento, los beneficios después de la aplicación, por otra parte para ejecutar el plan se debe tener toda la logística necesaria que involucra el correcto plan de mantenimiento que son los materiales, instrumentos y medios técnicos.

Ilustración 3: Hoja de información de confiabilidad de equipo

Hoja de Información RCM	Área		Sistema n°	Facilitador:	Fecha:	Hoja N°
	Sistema		Subsistema n°	Auditor:	Fecha:	de
Función	Falla funcional		Modo de falla	Efecto de falla		
1	A		1			
			2			
			:			
			n			
	B		1			
			2			
	C		1			
			:			
			n			
	D		1			
			2			
			:			
			n			

Fuente: (Gonzales, 2005)

### 2.2.1.6 Diagnóstico y mejora de confiabilidad en los equipos

#### Confiabilidad

Para Mora (2009) “Es la Probabilidad de que un equipo realice satisfactoriamente las funciones requeridas, bajo las condiciones especificadas en un determinado periodo de tiempo” (p. 260-265).

$$R = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$$

#### Tiempo promedio entre fallos (MTBF)

Mora (2009) menciona que el MTBF “Es el tiempo promedio de un equipo o máquina que cumple su función sin interrupción debido a una falla funcional” (p. 265).

$$MTBF = \frac{TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN}{N^{\circ} DE FALLAS}$$

## Mantenibilidad

Según Mora (2009), “Es la probabilidad de que un equipo pueda ser reparado satisfactoriamente en un tiempo determinado ante una falla o interrupción en su funcionamiento” (p. 266).

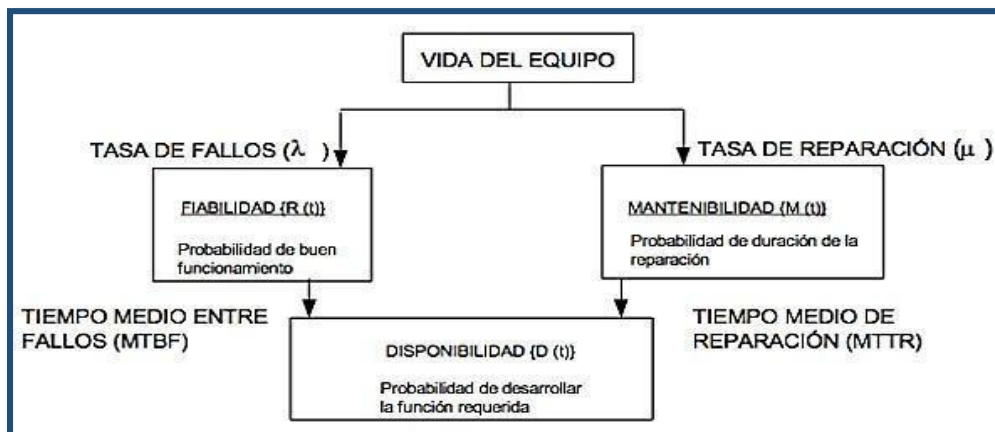
### Tiempo promedio en reparación (MTTR)

Para Mora (2009) “Es el tiempo promedio para restaurar la función de un equipo o máquina después de una falla funcional” (p. 266).

$$\text{MTTR} = \frac{\text{TIEMPO TOTAL DE REPARACIÓN}}{\text{N}^{\circ} \text{ DE FALLAS}}$$

El siguiente grafico representa el resumen de las variables que muestra la vida útil de las maquinas.

*Ilustración 4: Variables de mantenimiento*



*Fuente: (Moubray, 2004).*



## **2.2.2 Variable Dependiente: Gestión de Mantenimiento**

### **2.2.2.1 Definición del mantenimiento**

Según Mora (2009), indica “La función concreta de mantenimiento es sostener la funcionalidad de los equipos y el buen estado de las máquinas a través del tiempo para que cumpla su función de producir bienes o servicios” (p. 6).

### **2.2.2.2 Mantenimiento preventivo**

“Se entiende por la anticipación y prevención de alguna anomalía presentada en los equipos, asegurando el funcionamiento operación de los mismos con un bien común de reducción económica, de tal forma se puede anticipar a una falla venidera en los componentes de los equipos” (Rivera, 2011, p. 35)

### **2.2.2.3 Mantenimiento predictivo**

“El mantenimiento predictivo es el conjunto de técnicas que permiten, reduciendo los costes del programa de mantenimiento tradicional. Al mantenimiento preventivo y correctivo, asegurar la disponibilidad y rendimiento de los elementos que componen los equipos” (Rivera, 2011, p. 36 ).

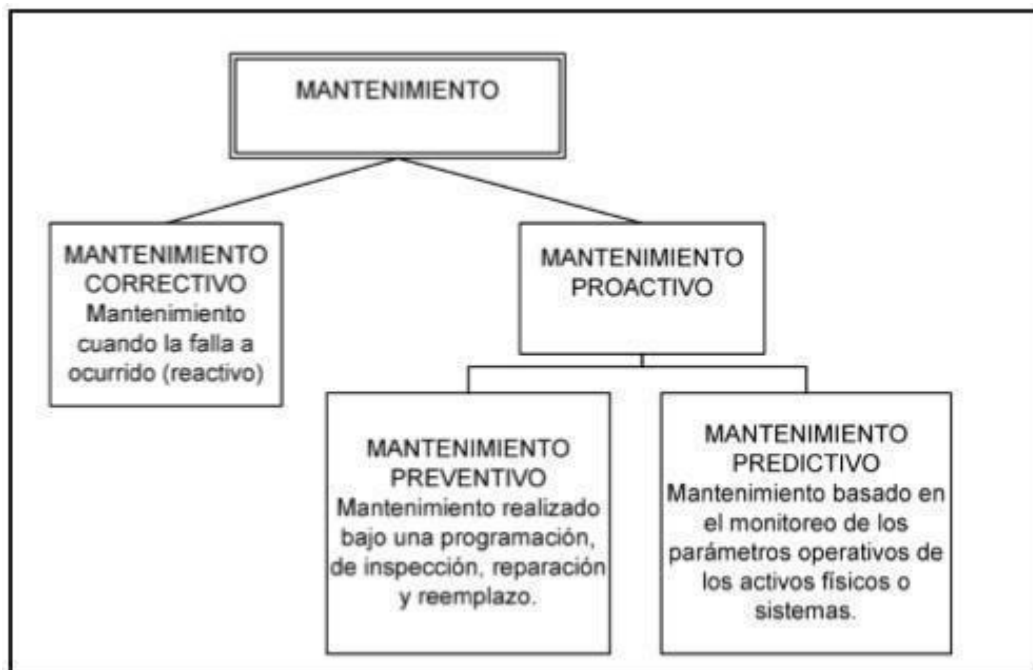
### **2.2.2.4 Mantenimiento correctivo**

“Este tipo de mantenimiento interviene cuando una falla está presente donde el equipo no puede seguir con su función, la falta de preventivo conlleva desarrollara un mantenimiento correctivo, minimizando podremos reducir costos significativos” (Rivera, 2011, p. 36-37).

### **2.2.2.5 Mantenimiento proactivo**

“[...] Filosofía de mantenimiento basado en la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que condicen a la falla del equipo o máquina” (Rivera, 2012, p. 38).

Ilustración 5: Diferencia entre mantenimiento correctivo y mantenimiento proactivo



Fuente: Soler (2012)

#### 2.2.2.6 Cultura de mantenimiento

“El estudio sistemático y el objetivo de incidencias que aparecen en los equipos establecidos por las estrategias definidas, es necesario indicar una transición de una cultura para mejorar las tareas de, mantenimiento proactivo, visión de las practicas básicas y la programación” (Rivera, 2011, p. 40).

#### 2.2.2.7 Gestión de mantenimiento

Parra y Crespo (2012) señala que:

La moderna gestión de mantenimiento incluye todas aquellas actividades de gestión donde: se determinan los objetivos y prioridades de mantenimiento donde se definen metas, objetivos asignados y aceptados por la alta dirección del departamento, así también se determinan las estrategias a utilizar a cabo para conseguir los objetivos considerado como métodos de gestión que se utilizan para conseguir lo planificado. (p. 150)

“La gestión de mantenimiento es aquel sistema de gestión que planifica, organiza, dirige, controla y administra todas las actividades inherentes al mantenimiento. A su vez, responde a las necesidades de producción, contribuyendo a la productividad y competitividad para la empresa” (Mora, 2009, p. 54).

#### ***2.2.2.8 Etapas de la gestión de mantenimiento***

**Planificación:** es principalmente la definición de procedimientos, planes a desarrollar, rutinas, estadísticas en el cual se optimiza los recursos. En dicha etapa el jefe o encargado del departamento de mantenimiento gestiona y define los recursos que serán usados en el mantenimientos de los equipos.

**Índice de cumplimiento de Plan de Mantenimiento:** No es mas que el resultado final que se obtiene del numero de ordenes ejecutados de trabajo entre el numero de ordenes de trabajo y todo esto multiplicado por cien ya que esta etapa se mide en porcentaje.

**Programación:** Se refiere al plan que se tiene para dar el mantenimiento en planta en esto intervine la frecuencia con la que se dará el mantenimiento, fechas y técnicos. El formato mas usado para este tipo de actividades es la orden de trabajo (OP), para que al final de cada jornada sea firmada por el responsable de departamento dando conformidad al trabajo realizado por los técnicos.

**Índice de Mantenimiento Programado (IMP):** Consiste en determinar el porcentaje de horas teóricas invertidas en dar mantenimiento programado a un activo de la empresa todo esto dividido entre las horas totales reales del mantenimiento multiplicado por cien.

$$\text{IMP} = \frac{\text{HORAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO}}{\text{HORAS DE MANTENIMIENTO REAL}} \times 100$$

**Ejecución, control y evaluación:** Esta etapa es vinculada directamente al área administrativa los cuales son los encargados de la gestión del grupo a cargo del mantenimiento con el objetivo de cumplir las metas propuestas por el área.

## **Disponibilidad**

Según Mora (2009) “Es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total que en que se puede esperar que un equipo se encuentre disponible para cumplir con la función en la cual fue destinado” (p. 267).

$$D = \frac{TOTAL\ HRS.\ PROGRA. - HRS.\ MANTTO.\ REAL}{TOTAL\ HRS.\ PROGRAMADO} \times 100$$

### ***2.2.2.9 Principios básicos para las estrategias en la gestión de mantenimiento***

Según Parra y Crespo (2012) indican que “El proceso de definición de una estrategia de mantenimiento puede describirse utilizando estándar de planificación estratégica” (p. 78). que incluyan lo siguiente:

- Obtención, partiendo de los objetivos corporativos del negocio, los objetivos y política de mantenimiento al más alto nivel [...] para las siguientes variables: Disponibilidad de equipo, fiabilidad, seguridad, riesgo, presupuesto de mantenimiento, etc. [...].
- Determinación del desempeño o rendimiento actual de las instalaciones productivas.
- Determinación de los medidores claves a considerar para la evaluación de rendimiento de las instalaciones (Key Performance Indicators –KPI’s).
- Establecimiento de una serie de principios que conducirán la implementación de la estrategia, y que condicionaran la posterior planificación, ejecución, evaluación, control y análisis para la mejora continua de las actividades de mantenimiento.

## **2.3 Formulación del Problema**

### **2.3.1 Problema General**

¿De qué manera la aplicación de la ingeniería RAMS mejora la Gestión de Mantenimiento en la empresa Dormakaba en el año 2019?

### **2.3.2 Problemas Específicos**

¿De qué manera la aplicación de la ingeniería RAMS incrementa la disponibilidad en la empresa Dormakaba 2019?

¿De qué manera la aplicación de la ingeniería RAMS incrementa el índice de mantenimiento programado en la empresa Dormakaba 2019?

## **2.4 Justificación del Estudio**

Según Ñaupas, H. et al (2013) sostienen que “Al justificar una investigación se debe fundamentar por qué motivos se está realizando, se explica por qué se está llevando a cabo la investigación” (p.164).

El presente tesis tiene justificación teórica, metodológica, ambiental, social, económica y legal, además al ser un estudio cuantitativo se ha planteado las hipótesis de acuerdo a la revisión bibliográfica.

### **2.4.1 Justificación Metodológica**

La presente tesis tiene justificación metodológica ya que se aplico técnicas y métodos de investigación estricta, ya que el diseño de la presente tesis es cuasi experimental, según Hernández, Fernández y Baptista (2014) mencionaron que el cuasi experimental: “Consiste en observar el efecto sobre una o mas variables dependientes, operando o manipulando variables independientes, lo cual nos permitirá alcanzar los objetivos requeridos en la presente investigación a través de estudios estadísticos y cálculos matemáticos” (p. 151).

### **2.4.2 Justificación Social**

De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2014) señalan que “La investigación beneficia al grupo dedicado al mantenimiento; debido a que la empresa esta basada en los

consumidores, y el área de mantenimiento son los responsables de desarrollar el progreso económico empresarial” (p. 40).

### **2.4.3 Justificación Económica**

Según Carrasco (2007) sostiene que “ se ve reflejado a los beneficios y las oportunidades que reporta para la población los resultados de la investigación, constituye en base esencialmente al comienzo de todo proyecto de mejoramiento para la población” (p. 120).

### **2.4.4 Justificación Teórica**

Según Bernal (2010) sostiene que:

La intención del estudio es forjar un debate académico o reflexión sobre un conocimiento ya establecidos o se contrastara los resultados. Es por ello por lo que cuando se aplica una teoría es necesario llegar a comparar si la teoría aplicada resulta a lo dicho por el autor. (p. 106)

### **2.4.5 Justificación Ambiental**

Según Rodríguez (2007) sostiene que “Una investigación debe de tener una justificación ambiental enfocada a la mejora de procesos, la cual debe de tener una buena gestión de análisis del impacto ambiental sobre las mermas y las emisiones de gases generados por distintas entidades” (p. 123).

La empresa Dormakaba esta comprometida con el cuidado ambiental y utiliza su recursos para gestionar todos los residuos o aceites producto del mantenimiento de las maquinas como también de los solidos o mermas de producción para evitar la contaminación directa con el ambiente que nos rodea de esa manera mejoraremos la gestión tanto ambiental como la del manteamiento.

### **2.4.6 Justificación Legal**

En referencia a la justificación legal; ya que el tema del mantenimiento involucra personas que están en contacto directo con las maquinas y que están expuestos al peligro de su integridad física es necesario la aplicación de criterios del S.S.T., con el fin de evitar

accidentes. La ley 29783 (2016) indica que “El empleador, en cumplimiento del deber de prevención garantiza que los trabajadores sean capacitados, en los cambios de las funciones que desempeñe y cuando estos se produzcan en el puesto de trabajo en específico en que cada trabajador desempeñe” (art. 27).

## **2.5 Hipótesis**

Según Arias (2012) sostiene que “Es una deducción que se relaciona entre dos o más variables, la cual se genera para responder a una pregunta o problema de investigación” (p. 47).

### **2.5.1 Hipótesis General**

**H1:** La aplicación de la Ingeniería RAMS mejora la gestión de mantenimiento en la empresa Dormakaba, en el año 2019.

**H0:** La aplicación de la Ingeniería RAMS no mejora la gestión de mantenimiento en la empresa Dormakaba, en el año 2019.

### **2.5.2 Hipótesis Específica**

**HE1:** La aplicación de la Ingeniería RAMS incrementa el índice de mantenimiento programado en la empresa Dormakaba, en el año 2019.

**HE0:** La aplicación de la Ingeniería RAMS no incrementa el índice de mantenimiento programado en la empresa Dormakaba, en el año 2019.

## **2.6 Objetivos**

### **2.6.1 Objetivo General**

**OG:** Determinar de qué manera la aplicación de la Ingeniería RAMS mejora la Gestión de Mantenimiento en la empresa Dormakaba, en el año 2019.

### **2.6.2 Objetivos Específicos**

**OE1:** Determinar de qué manera la aplicación de la Ingeniería RAMS incrementa la disponibilidad en la empresa Dormakaba, en el año 2019.

**OE2:** Determinar de qué manera la aplicación de la Ingeniería RAMS incrementa el índice de mantenimiento programado en la empresa Dormakaba, en el año 2019.

### **III. MÉTODOLOGIA**



### **3.1 Tipo de Investigación**

Según Baena (2014) sostiene que “La investigación tiene como fin indagar, averiguar y examinar. La investigación tiene rasgo específico de acuerdo con la disciplina, así el campo de las ciencias exactas emplea un método experimental contraria al método científico empleado por las ciencias sociales” (p. 5).

#### **Investigación científica**

Según Baena (2014) sostiene que:

La investigación científica es una diligencia que otorga un conocimiento, es decir, es un procedimiento que conlleva a obtener información sobresaliente y verídica mediante un método científico que ayuda a entender, reunir, modificar o adaptar el conocimiento [...] Se determina la investigación científica como tarea que encamina a solucionar un problema. (p. 6)

#### **3.1.1 Según los Datos Empleados**

##### **Investigación cuantitativa**

Este presente proyecto de investigación es cuantitativa porque recopila y analiza datos numéricos sobre las variables y permite tomar decisiones utilizando magnitudes cuantificables y son tratadas utilizando herramientas de la estadística. (Bruhn, 2015)

Según Bruhn (2015) la investigación cuantitativa “Guardan relación con tipos importante de procedimientos para analizar, el vínculo entre mediciones. Unos de los estudios centrales son la variable, que se relacionan con otros elementos fundamentales de las investigaciones cuantitativas como los criterios” (p. 155).

##### **3.1.1.1 Según su Propósito**

##### **Investigación aplicada o práctica**

Según Cegarra (2012) sostiene que “tiende a resolver problemas o al desarrollo de ideas, a corto o mediano plazo, encabezadas a obtener innovaciones, mejoras de procesos o productos, aumentando la calidad y rendimiento, etc.” (p. 42).

Según Baena (2014) sostiene que:

El propósito de la investigación aplicada se enfoca en el estudio de un problema enfocado a la acción. La investigación aplicada puede añadir hechos nuevos, de modo que se pueda confiar en sucesos que se han evidenciado, siendo estas beneficiosa y estimable para la teoría. (p. 11).

Según Abarza (2012), menciona que “En la investigación aplicada, el investigador busca resolver un problema conocido y encontrar respuestas a preguntas específicas. En otras palabras, el énfasis de la investigación aplicada es la resolución práctica de problemas” (p. 69).

### **3.2 Nivel de Investigación**

Según Ñaupas, H, et. Al. (2013) sostienen que “Se centran en problemas bien formulados y que averiguan la relación causa-efecto. Imprescindiblemente trabaja con hipótesis, que indica el efecto de las variables independientes sobre la variables dependiente” (p.104).

Hernández, Fernández & Baptista (2010) sostienen que:

El nivel explicativo de una investigación no solo trata en conceptos, fenómenos, o de la instauración de relación de los conceptos; es decir, están asignados a dar solución a las causas generadas Se explica un fenómeno y en qué circunstancias se presentan, o porque relacionan dos o más variables. (p. 103)

Por lo tanto esta tesis es de nivel explicativo porque busca la relación causa efecto entre la aplicación de la ingeniería RAMS sobre la gestión del mantenimiento (Ñaupas, H. et al, 2013)

### **3.3 Diseño de Investigación**

De acuerdo a Hernández, Fernández & Baptista (2014) “Se desarrolla para conseguir información necesaria en una investigación y responde al planeamiento” (p. 128).

### **3.3.1 Diseño Experimental**

Según Amiel (2014) sostiene que:

El modelo experimental consiste en modificar deliberadamente una o más variables, con el fin de verificar los cambios que se producen en las demás. Con un criterio más amplio, podemos decir que el investigador diseña hechos deliberadamente, para examinarlos y dirigirlos, probando las variables que los determinan. (p. 248)

Hernández, Fernández & Baptista (2014) mencionan que “Se manipulan una o más variables independientes para ser estudiadas las consecuencias sobre una o más variables dependientes, dentro de posición de control para el investigador” (p. 129).

#### ***3.3.1.1 Experimental tipo cuasi-experimental***

Según Tafur & Izaguirre (2015) sostienen que:

Es un subtipo de investigación experimental, cuyo nivel de control es intermedio, estudia grupos experimentales, pero dispone también de grupos de control. Al tener esta característica supera el subtipo experimental. Se basa en el aplicación de grupos preestablecidos; llamados también preestablecidos y muchas pre constituidos. (p. 190)

En esta presente tesis se utilizara el diseño experimental, por que se manipula la variable independiente (ingeniería RAMS) y se observara cual es el efecto en la variable dependiente (Gestión del mantenimiento) y de tipo cuasi-experimental por que se definió el grupo de estudio.

## **3.4 Variables**

### **3.4.1 Definición de Variables**

- ✓ Variable independiente: Ingeniería RAMS
- ✓ Variable dependiente: Gestión del mantenimiento

#### ***3.4.1.1 Variable independiente (VI): Ingeniería RAMS***

Es el conjunto de metodologías de análisis del mantenimiento más utilizadas por las industrias actualmente. Aplicándolo integralmente en toda la organización se podrían conseguir los objetivos deseados por cada área, los cuales son: Prolongar la vida útil de los equipos, aumentar la disponibilidad de las maquinas y minimizar los costes de mantenimiento.

#### ***3.4.1.2 Variable dependiente (VD): Gestión del mantenimiento***

Es importante la gestión de mantenimiento dentro de una organización ya que cumple una labor imprescindible para poder cumplir con las metas trazadas; por ello se ve en la necesidad de tener la capacidad de poder administrar, organizar y planificar los recursos dentro de una organización.

### **3.4.2 Operacionalización de las Variables**

Según Tafur & Izaguirre (2015) sostiene que:

Es el método por el cual el investigador especifica las variables muy bien minuciosas con representación hipotética. Aparta luego las variables contenidas en las hipótesis enunciadas, utilizando como técnica la suposición para obtener también índices e indicaciones, con el fin de posibilitar la contrastación de la hipótesis, es decir con las obligaciones de evaluación de las variables y también el estudio de sus hipótesis. (p. 166)

## **3.5 Población y Muestra**

### **3.5.1 Población**

Según Bernal (2010), cita a Fracica (1998) donde sostiene que “Es el conjunto de todos los compendios en el cual se está realizando el estudio o la investigación. Se puede conocer también como unidades de muestreo” (p.36). Por otra parte Valderrama (2013) sostiene que “Son los componentes que poseen las esenciales tipos, esencia de análisis y sus productos que son distinguidos como parámetros” (p.143). Así mismo Hernández, Fernández & Baptista (2014) indican “La población debe limitarse por sus detalles de contenido, lugar y tiempo” (p. 174).

Según Arias (2006) menciona “La población es el conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y los objetivos del estudio” (p.98).

En la presente tesis la población de estudio será la producción total de llaves en un periodo de 16 semanas por la línea de producción de llaves donde se recolectaran datos estadísticos y cuantitativos de las horas programadas de producción y los tiempos muertos de la maquina por temas de mantenimiento, para después ser halladas por las formulas descritas en la matriz operacional.

### **3.5.2 Muestra**

Arias (2006) indica que “La muestra es el grupo de individuos que realmente se estudiarán, es un subconjunto de la población. Para que se puedan generalizar los resultados obtenidos, dicha muestra ha de ser representativa de la población” (p. 99).

Según Ñaupas H., et al.(2013) sostienen que “Es el subconjunto de la población, escogido por técnicas, pero siempre asumiendo en cuenta la población” (p.246). Así mismo Hernández, Fernández & Baptista (2014) sostienen que “Es un subgrupo de la población. Es el subconjunto de elementos que pertenecen a la población” (p. 175).

Por consiguiente se realizara el muestreo no probabilístico o dirigido que serán medidos en 16 semanas antes (pre) y 16 semanas después (post), para poder medir el indicador de

disponibilidad utilizando los indicadores propuestos y conocer cuantitativamente como se esta desarrollando la gestión del mantenimiento en la compañía.

### **3.5.3 Muestreo**

Según Arias (2006) menciona que el muestreo es el “procedimiento por el cual seleccionamos una muestra representativa de la población o del objeto de estudio” (p. 102).

Se empleara el tipo de muestreo de productos solidos, debido a la cantidad de producción (3.5 millones ) la elección de la muestra dependerá de un criterio específico del investigador. Asimismo se desarrollaran con los datos recolectados en 16 semanas antes (pre) y 16 semanas después (post) de haber desarrollado y analizado el indicador de horas con los instrumentos de recolección de datos, dentro de la producción en el año 2019.

## **3.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad**

### **3.6.1 Técnicas**

Gil (2006) menciona que “Abarcan todos los medios técnicos que se manipulan para conocer las investigaciones o proporcionar el método. Posteriormente la expresión “medios técnicos” hace referencia a los instrumentos y los recursos que se emplearan para registrar la información” (p. 17).

Según Bautista (2009) sostiene que “son instrucciones o acciones ejecutadas para recopilar datos necesarios para el beneficio de los objetivos de la investigación” (p.38).

Se realizara como técnica para esta presente tesis la percepción, la cual nos permitirá conocer las peculiaridades de las variables de estudio para posterior a ello ser observadas y examinadas mediante dimensiones e indicadores establecidas. (Bautista, 2009)

### **3.6.2 Instrumentos**

Según Urbano & Yuni (2006) sostienen que “Son mecanismos en el cual proporciona al investigador examinar y/o medir los fenómenos prácticos, están elaborados para obtener indagación de la realidad” (p. 133).

El instrumento de recolección de datos que se utilizara serán los reportes de eficiencia por turno, considerando 2 turnos de 9 horas por día y el reporte de avance de producción diario (ver anexo 8), donde cada turno finalizado el reporte será visado y firmado por el trabajador responsable y la jefatura de producción.

Por lo tanto para la presente tesis se utilizara como instrumento de recolección de datos los registros de paradas por mantenimiento, registro de producción y reportes de eficiencia por turno como herramienta o instrumento para medir las variables.

### **3.7 Validez y Confiabilidad del Instrumento**

#### **3.7.1 Validez**

Según Gallardo & Moreno (1999) sostienen que “Está dada por el nivel en el cual este mide la variable que intenta medir es decir el nivel en que el herramienta mide lo que el científico quiere saber” (p. 51).

Es por ello que en la presente tesis se valido los instrumentos por juicio de expertos, los cuales deben de tener grado de magister o doctor, todos ellos pertenecientes a la escuela académico profesional de ingeniería industrial de la universidad Cesar Vallejo.

#### **3.7.2 Confiabilidad**

Según Carrasco (2005) indica que “Es el modo o participación del herramienta de medición que aprueba obtener los mismos resultados, al emplearse una o más veces a la misma individuo o grupo de individuos de desiguales grados de tiempos” (p. 339).

Según Gallardo & Moreno (1999) “Hace referencia al calidad en el cual el estudio de la herramienta, a un mismo objeto o sujeto, origine los mismos efectos. En cuanto más confiable sea la herramienta, los efectos obtenidos serán los mismos” (p. 47).

De acuerdo a lo mencionado por los autores toda la data obtenida fueron brindados y recopilados por la empresa Dormakaba, dicha recopilación de datos fueron obtenidas con la intervención de los operadores de cada maquina, los técnicos encargados del mantenimiento, jefe de operaciones y jefe de producción.

### **3.8 Métodos de Análisis de Datos**

Según Ñaupas, et. al (2014) sostienen que “Posee como objetivo esencial, resolver, reducir y estudiar un aglomerado de datos obtenidos de las variables de estudio. Experimenta un aglomerado de medidas o estadígrafos, se percibe las magnitudes de variables estudiadas” (p. 254).

Prueba de Shapiro – Wilk, Barreiro et. Al (2006) sostienen que

Sirve para testar la normalidad de una muestra, se labora con un número pequeño de datos ( $n < 30$ ). Se basa en medir el acuerdo de los datos a una recta probabilística normal. Si el acoplamiento fuera perfecto los puntos establecerían una recta de  $45^\circ$ . (p.56)

Para poder dar validez a las hipótesis de la presente tesis, se hizo la recolección de datos obtenidos en menos de 30 días; para ser sometida a una recopilación de datos cada 7 días, si los datos recolectados son paramétricos se usara el estadígrafo T-Student, por otro parte, si la data no es paramétricos se utilizara el estadígrafo Wilcoxon, en ambos casos la manipulación de la técnica hará la comparación de las hipótesis.

#### **3.8.1 Estadístico Inferencial**

Prueba de T- Student para las dos muestras relacionadas, Según Tomás (2009) indica “Esta prueba se realiza cuando son variables paramétricas y así poder para contrastar la hipótesis nula o no se acepta. Si el P- valor asociado al estadístico de contraste es superior a  $\alpha$  se acepta la hipótesis nula” (p. 90).

Prueba de Wilcoxon, Según Cáceres (2005) sostiene que

Se establece cuando son no paramétricas las dos variables, que se permitirá efectuar el test con libertad de que los tamaños muestrales sean pequeños o grandes, se usará como una alternativa posterior a los test de T-Student para comparar las muestras. (p. 240)



### **3.9 Aspectos Éticos**

Según Rivas (2014) sostiene que:

Para la ejecución y realización de una investigación, e tiene que respetar la síntesis en pocas palabras se debe de respetar la propiedad intelectual, también la fidelidad que arrojan el resultado además claro de la realidad y finalmente de la confidencialidad de todos los documentos de la organización. (p. 576)

El presente estudio de investigación no se ejecutará en sujetos humanos pero si utilizará datos privados de información de la compañía como la cantidad de maquinas que posee, el número y los costos. Toda la información sobre la empresa Dormakaba y otros datos utilizados para la investigación son de dominio privado por lo cual se solicitará un permiso con compromiso de utilizar la información solo para cumplir con el objetivo de la presente investigación.

Debe aclararse que no existe conflicto de intereses, se mantendrá la autenticación de los resultados, la confiabilidad de la información recopilada y la exactitud de los resultados obtenidos en dicha investigación. Los autores firman una declaración de autenticidad de la obra y se refieren a todos los autores citados. (*Anexo 40*)

## **IV. RESULTADOS**

## 4.1 Generalidades de la Empresa

Grupo Dormakaba es una compañía multinacional suiza, es La fusión entre las empresas Dorma y Kaba que en el año 2015 decidieron trabajar en conjunto fusionando estas dos grandes compañías. Existen paralelos entre las historias de estas empresas que se combinan y complementan a la perfección. Su misión y visión por la innovación siempre ha sido un componente clave de cómo Dorma y Kaba desarrollan productos tecnológicos de seguridad. En el 2018 esta multinacional llega a Perú para unir sus alianzas con la empresa Klaus Brass, empresa del rubro metalmecánico especialistas en la fabricación de llaves, válvulas y barras en latón.

### 4.1.1 Misión

Empresa comprometida en desarrollar la calidad de nuestros productos y servicios de latón para así conseguir la satisfacción de nuestros clientes.

### 4.1.2 Visión

Ser la mejor opción en productos y servicio en latón conformando un equipo de trabajo ético, comprometido con la calidad de los productos y orgullosos de pertenecer a Dormakaba Group.

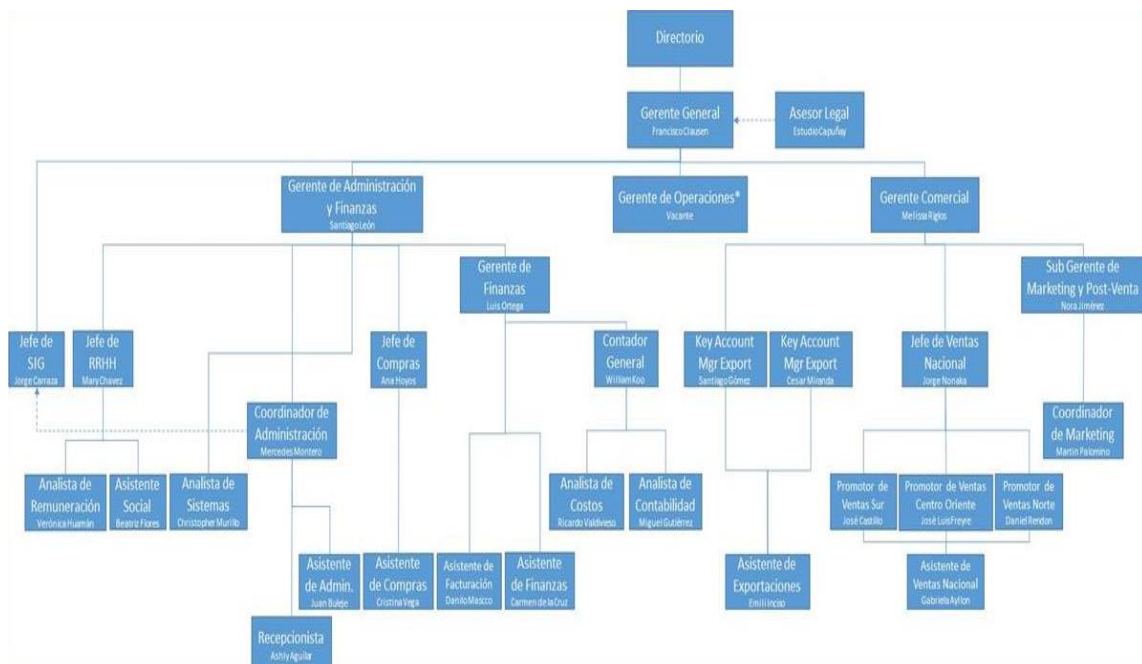
### 4.1.3 Valores

- ✓ **Trabajo en equipo:** Uniendo fortalezas y debilidades a través del conocimiento mutuo en busca de un objetivo en común.
- ✓ **Compromiso:** Estableciendo una sólida alianza con la empresa, con la calidad y con nuestro crecimiento personal
- ✓ **Integridad:** Guardando una firme relación entre lo que hacemos y decimos.

### 4.1.4 Organigrama

La empresa Dormakaba está organizada y jerarquizada desde los integrantes del directorio, gerente general, gerentes de cada departamento, jefes de cada área, asistentes, analistas y personal operativo de la compañía.

Ilustración 6: Organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Descripción del proceso de producción

### 4.2.1 Almacén de bobinas importadas

El proceso productivo en la fabricación de llaves empieza con la recepción de la materia prima en este caso son las bobinas de latón importadas desde Italia y Brasil las cuales cada bobina esta correctamente codificada y pesada con código de exportación para tener un mayor control de este recurso, llegan en container para después ser descargados por el montacarguista y llevados al almacén de MP llaves.

Ilustración 7: Almacén de bobinas



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2 Troquelado

Las bobinas almacenadas son bajadas de los anaqueles por el montacarguista y llevados a la línea de troquelado donde con la ayuda de un puente grúa se instalan en el alimentador, una vez instalada la bobina, se realiza el set up de la maquina troqueladora excéntrica colocando la matriz de troquel de acuerdo al tipo y modelo de llaves, ya diseñados por el departamento encargado, se realizan los ajustes a la maquina como son la velocidad de troquel y el paso, para después de haber realizado el set up que tiene un aproximado de 50 min, iniciar con las pruebas y dar inicio a la producción.

*Ilustración 8: Sección troquelado*



*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.3 Fresado

Una vez obtenida la forma de llaves se procede a realizar el fresado, la cual consiste en quitar el excedente de material de acuerdo al perfil y dimensiones establecidas por el cliente quiere decir que cada llave tiene un código asignado donde se identifica sus características y dimensiones , actualmente la empresa maneja mas de 160 códigos, se empieza con el set up de la maquinas fresadoras lo cual consiste en instalar la fresa del perfil que se requiere, alinear el plato, regular la carrera de desbaste y verificar el sistema de enfriamiento el cual dura en promedio 40 min, luego de ello se empieza con las pruebas y por consiguiente la producción.

*Ilustración 9: Sección fresado*



*Fuente: Elaboración propia*

#### **4.2.4 Estampado**

En esta parte del proceso de producción se realiza el diseño con el que llevara la llave quiere decir modelo, logo de la empresa o lo que el cliente indique en sus requerimientos del producto, como todos los demás procesos esto inicia con el set up de la maquina, el montaje de las estampadoras ajustes del mandril, verificación de la presión hidráulica de trabajo, profundidad de estampe y instalación del alimentador para que después se hagan las pruebas y continuar con la producción.

*Ilustración 10: Sección estampado*



*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.5 Niquelado

Como penúltimo proceso tenemos el niquelado de las llaves el cual consiste en darle una protección superficial de Níquel para evitar que las llaves se corroen como también mejorar el aspecto estético del producto, este proceso inicia con la carga de llaves en los tambores (9 tambores) cada una con 50 Kg de capacidad (aproximadamente 2000 llaves), se verifica la temperatura de los baños (45 °C), Las tinas 1,2,3 y 4 son los baños de Níquel donde se agrega los aditivos y se mezcla los quimos, en el 5 y 6 el desengrasante, el restante son los tanques de enjuague, se enciende la maquina la cual esta totalmente automatizada y el primer paso es el desengrasante, ahí se quita la grasa y aceites, luego pasa al baño de niquelado por alrededor de 1 Min luego se pasa por el enjuague y finalmente la entrega el producto en un tiempo total aproximado de 30 minutos.

*Ilustración 11: Sección niquelado*



*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.6 Embolsado y almacén de PT (Productos terminados)

Finalmente se decepciona las llaves del proceso de niquelado para que sean verificados y pasen por un estricto control de calidad luego ser pesados, embolsados, etiquetados, encajados y almacenados en anaqueles listos para ser despachados a los clientes.

*Ilustración 12: Almacén llaves de PT*



*Fuente: Elaboración propia*

### 4.3 Situación actual de la empresa

Dormakaba Group actualmente busca comprometerse con la calidad de los productos y la entrega del pedido en el tiempo previsto o acordado y de esta manera poder incrementar la cartera de clientes con la que cuenta ahora la empresa, para el siguiente año 2020 se pretende ingresar al mercado nacional con mayor fuerza ya que gran parte de los clientes actualmente son de exportación es por ello que para cubrir con la demanda que se tiene previsto, por ello es necesario contar con la confiabilidad de las maquinas en la línea de producción de llaves y poder cumplir con los objetivos trazados por la empresa.



La presente tesis esta enfocada principalmente en el área de mantenimiento, donde en los últimos años ha tenido bajas importantes como la separación del planificador de mantenimiento y la baja disponibilidad de las maquinas, por ello se pretende solucionar el problema desde el departamento de operaciones con la implementación de la ingeniería RAMS recopilando datos desde producción, técnicos, supervisión y jefaturas de mantenimiento.

Los indicadores de la empresa en la actualidad esta enfocado en la disponibilidad de las maquinas y que por medio de la aplicación de la ingeniería RAMS (Confiable, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad) ayudara a mejorar la gestión del mantenimiento.

Con el fin de mantener la empresa en el proceso de mejora se va a realizar un plan maestro de mantenimiento preventivo en relación a la criticidad de las maquinas (datos establecidos por la empresa), ejecutando controles de medición tanto como cantidad de fallas y tiempos muertos por cada maquina llevando un registro único de mantenimiento.

Por otro lado se realizara ordenes de trabajo para levantar datos de historial de intervenciones, todo esto con la finalidad de garantizar la máxima disponibilidad y por consiguiente aumentar la productividad.

#### **4.3.1 Variable Independiente: Ingeniería RAMS**

Se realizaron los registros de datos para las dimensiones de la variable independiente, la cual una de ellas es el MTBF (tiempo promedio entre fallos), quiere decir, cada cuanto tiempo una maquina vuelve a fallar, la siguiente dimensión es el MTTR (tiempo promedio de reparación), el cual indica el tiempo que se demora el técnico de mantenimiento en poner operativa la maquina, como ultima dimensión tenemos a la confiabilidad, con el que se interpreta la confianza que se tiene de un equipo o maquina que ha sufrido una intervención (mantenimiento) y que su reintegro de operación sea satisfactorio en un tiempo establecido.

Tabla 4: MTBF (Análisis del tiempo promedio entre fallos) – Antes

TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLOS (MTBF)							$MTBF = \frac{TIEMPO\ TOTAL\ DE\ OPERACIÓN}{N^{\circ}\ DE\ FALLAS}$	
PERIODO 2019	TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN (HORAS)	CANTIDAD DE FALLAS POR SECCIONES				TOTAL N° DE FALLAS	RESULTADO (HORAS)	
		TROQUELADO	FRESADO	ESTAMPADO	NIQUELADO			
ABRIL	SEMANA 1	90	4	3	2	2	11	8.18
	SEMANA 2	90	1	0	2	3	6	15.00
	SEMANA 3	90	2	3	2	2	9	10.00
	SEMANA 4	90	1	1	2	0	4	22.50
<b>RESUMEN</b>	<b>360</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>30</b>	<b>12.00</b>	
MAYO	SEMANA 1	85	4	6	2	2	14	6.07
	SEMANA 2	85	4	2	2	1	9	9.44
	SEMANA 3	85	2	3	1	3	9	9.44
	SEMANA 4	85	5	2	1	1	9	9.44
<b>RESUMEN</b>	<b>340</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>41</b>	<b>8.29</b>	
JUNIO	SEMANA 1	85	1	2	0	1	4	21.25
	SEMANA 2	85	5	3	1	1	10	8.50
	SEMANA 3	85	2	5	4	2	13	6.54
	SEMANA 4	85	1	0	3	1	5	17.00
<b>RESUMEN</b>	<b>340</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>32</b>	<b>10.625</b>	
JULIO	SEMANA 1	90	3	2	0	4	9	10.00
	SEMANA 2	90	4	4	2	2	12	7.50
	SEMANA 3	90	3	3	2	5	13	6.92
	SEMANA 4	90	5	2	3	1	11	8.18
<b>RESUMEN</b>	<b>360</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>45</b>	<b>8.00</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>1400</b>	<b>47</b>	<b>41</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>148</b>	<b>9.73</b>	

Fuente: Datos de la empresa

De la tabla 5, se deduce que entre los meses de Abril a Julio se obtiene un promedio MTBF de 9.73 hrs / falla, lo que quiere decir que cada 9.73 hrs la maquina se vuelve a malograr, adicional a ello se observa que en el área de troquelado se observa la mayor incidencia de eventos (ocurrencia) con un índice de 47 intervenciones.

Tabla 5: MTTR (Análisis de tiempo promedio en reparación) – Antes

TIEMPO PROMEDIO EN REPARACIÓN (MTTR)						MTTR = $\frac{\text{TIEMPO TOTAL DE REPARACIÓN}}{\text{Nº DE FALLAS}}$		
PERIODO 2019		CANTIDAD DE HORAS PERDIDAS POR SECCIONES				TIEMPO PARA RESTAURAR	TOTAL N° DE FALLAS	RESULTADO (HORAS)
		TROQUELADO	FRESADO	ESTAMPADO	NIQUELADO			
ABRIL	SEMANA 1	7.25	10	15.5	9.45	42.2	11	3.84
	SEMANA 2	6.45	8.2	9.45	7.5	31.6	6	5.27
	SEMANA 3	3.45	6.54	7.5	6.25	23.74	9	2.64
	SEMANA 4	6.25	5.4	8.23	4.35	24.23	4	6.06
<b>RESUMEN</b>		<b>23.4</b>	<b>30.14</b>	<b>40.68</b>	<b>27.55</b>	<b>121.77</b>	<b>30</b>	<b>4.45</b>
MAYO	SEMANA 1	7.32	5.38	7.45	7.48	27.63	14	1.97
	SEMANA 2	10.48	7.24	9.26	8.3	35.28	9	3.92
	SEMANA 3	7.34	9.55	8.5	7.45	32.84	9	3.65
	SEMANA 4	9.36	8.34	12.5	9.36	39.56	9	4.40
<b>JUNIO</b>		<b>34.5</b>	<b>30.51</b>	<b>37.71</b>	<b>32.59</b>	<b>135.31</b>	<b>41</b>	<b>3.48</b>
JUNIO	SEMANA 1	7.54	6.45	6.21	9	29.2	4	7.30
	SEMANA 2	5.7	9.15	8.21	6.45	29.51	10	2.95
	SEMANA 3	9.52	6.71	7.52	7.25	31	13	2.38
	SEMANA 4	6.25	8.42	6.24	9.34	30.25	5	6.05
<b>RESUMEN</b>		<b>29.01</b>	<b>30.73</b>	<b>28.18</b>	<b>32.04</b>	<b>119.96</b>	<b>32</b>	<b>4.67</b>
JULIO	SEMANA 1	4.5	8	3	7.35	22.85	9	2.54
	SEMANA 2	7.3	9	6	6.48	28.78	12	2.40
	SEMANA 3	9	4	5	9	27	13	2.08
	SEMANA 4	8.2	5.5	9.4	5	28.1	11	2.55
<b>RESUMEN</b>		<b>29</b>	<b>26.5</b>	<b>23.4</b>	<b>27.83</b>	<b>106.73</b>	<b>45</b>	<b>2.39</b>
<b>TOTAL</b>		<b>115.91</b>	<b>117.88</b>	<b>129.97</b>	<b>120.01</b>	<b>483.77</b>	<b>148</b>	<b>3.75</b>

Fuente: Datos de la empresa

En la tabla 6, se muestra los resultados de Abril a Julio con un MTTR de 3.75 hrs / falla. Se interpreta que el tiempo promedio en que los técnicos de mantenimiento logran poner operativa la maquina es de 3.75 horas. Por otro lado se observa que el mayor tiempo en intervenciones lo tiene la sección de estampado con un total de 129.97 horas.

Tabla 6: Resumen Análisis de confiabilidad – Antes

INDICADOR	APLICACIÓN	RESULTADO
$MTBF = \frac{TIEMPO\ TOTAL\ DE\ OPERACIÓN}{N^{\circ}\ DE\ FALLAS}$	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLOS	9.73 Horas / Fallas
$MTTR = \frac{TIEMPO\ TOTAL\ PARA\ RESTAURAR}{N^{\circ}\ DE\ FALLAS}$	TIEMPO PROMEDIO EN REPARACIÓN	1.30 Horas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Disponibilidad de la máquina - Antes

DISPONIBILIDAD								$D = \frac{HORAS\ TOTALES - HORAS\ POR\ MANTENIMIENTO}{HORAS\ TOTALES} \times 100$	
PERIODO 2019	TOTAL HORAS PROGRAMADAS	CANTIDAD DE HORAS PERDIDAS POR SECCIONES				TOTAL HORAS PERDIDAS	RESULTADO %		
		TROQUELADO	FRESADO	ESTAMPADO	NIQUELADO				
ABRIL	SEMANA 1	90	7.25	10	15.5	9.45	42.2	68.08%	
	SEMANA 2	90	6.45	8.2	9.45	7.5	31.6	74.01%	
	SEMANA 3	90	3.45	6.54	7.5	6.25	23.74	79.13%	
	SEMANA 4	90	6.25	5.4	8.23	4.35	24.23	78.79%	
<b>RESUMEN</b>	<b>360</b>	<b>23.4</b>	<b>30.14</b>	<b>40.68</b>	<b>27.55</b>	<b>121.77</b>	<b>75.00%</b>		
MAYO	SEMANA 1	85	7.32	5.38	7.45	7.48	27.63	75.47%	
	SEMANA 2	85	10.48	7.24	9.26	8.3	35.28	70.67%	
	SEMANA 3	85	7.34	9.55	8.5	7.45	32.84	72.13%	
	SEMANA 4	85	9.36	8.34	12.5	9.36	39.56	68.24%	
<b>RESUMEN</b>	<b>340</b>	<b>34.5</b>	<b>30.51</b>	<b>37.71</b>	<b>32.59</b>	<b>135.31</b>	<b>71.63%</b>		
JUNIO	SEMANA 1	85	7.54	6.45	6.21	9	29.2	74.43%	
	SEMANA 2	85	5.7	9.15	8.21	6.45	29.51	74.23%	
	SEMANA 3	85	9.52	6.71	7.52	7.25	31	73.28%	
	SEMANA 4	85	6.25	8.42	6.24	9.34	30.25	73.75%	
<b>RESUMEN</b>	<b>340</b>	<b>29.01</b>	<b>30.73</b>	<b>28.18</b>	<b>32.04</b>	<b>119.96</b>	<b>73.92%</b>		
JULIO	SEMANA 1	90	4.5	8	3	7.35	22.85	79.75%	
	SEMANA 2	90	7.3	9	6	6.48	28.78	75.77%	
	SEMANA 3	90	9	4	5	9	27	76.92%	
	SEMANA 4	90	8.2	5.5	9.4	5	28.1	76.21%	
<b>RESUMEN</b>	<b>360</b>	<b>29</b>	<b>26.5</b>	<b>23.4</b>	<b>27.83</b>	<b>106.73</b>	<b>77.16%</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>1400</b>	<b>115.91</b>	<b>117.88</b>	<b>129.97</b>	<b>120.01</b>	<b>483.77</b>	<b>74%</b>		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8, se puede observar que la disponibilidad de las maquinas se encuentra en un promedio de 74% con respecto a la programación de horas durante los meses de Abril y Julio 2019.

### 4.3.2 Variable Dependiente: Gestión de Mantenimiento

Para el caso de la variable dependiente se analizará dos dimensiones: índice de mantenimiento programado y disponibilidad, con el cual se cuantificará el cumplimiento de las horas inoperativas por mantenimiento y el índice de cumplimiento.

### 4.3.3 Índice de mantenimiento programado

En esta dimensión se determinará el cumplimiento del mantenimiento programado, por lo cual, se tomará como dato las horas programadas de producción y el total de horas que tubo la máquina como intervención (mantenimiento).

Tabla 8: Índice de cumplimiento de mantenimiento programado – Antes

ÍNDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO		$\text{IMP} = \frac{\text{HRS DE MANTTO PROGRAMADO}}{\text{TOTAL HRS REAL DE MANTTO}} \times 100$		
PERIODO 2019		HORAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO	HORAS REALES DE MANTENIMIENTO	RESULTADO %
ABRIL	SEMANA 1	15	42.2	35.55%
	SEMANA 2	15	31.6	47.47%
	SEMANA 3	15	23.74	63.18%
	SEMANA 4	15	24.23	61.91%
RESUMEN		60	121.77	52.03%
MAYO	SEMANA 1	15	27.63	54.29%
	SEMANA 2	15	35.28	42.52%
	SEMANA 3	15	32.84	45.68%
	SEMANA 4	15	39.56	37.92%
RESUMEN		60	135.31	45.10%
JUNIO	SEMANA 1	20	20.4	98.04%
	SEMANA 2	20	30.28	66.05%
	SEMANA 3	20	22.48	88.97%
	SEMANA 4	20	40.5	49.38%
RESUMEN		80	113.66	75.61%
JULIO	SEMANA 1	15	29.2	51.37%
	SEMANA 2	15	29.51	50.83%
	SEMANA 3	15	31	48.39%
	SEMANA 4	15	30.25	49.59%
RESUMEN		60	119.96	50.04%
			<b>PROMEDIO TOTAL</b>	<b>55.69%</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la tabla 9, el índice de mantenimiento programado es de 55.69% entre los meses de Abril a Julio, siendo el promedio del total de horas que se emplearon para el mantenimiento en la línea de llaves de la compañía.

#### 4.3.4 Indicador de la gestión del mantenimiento antes

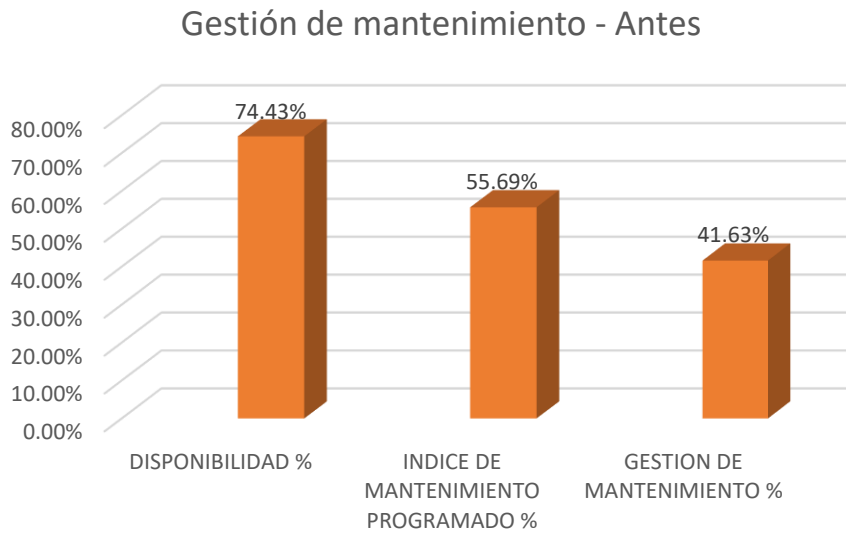
De acuerdo a la tabla 10, se evidencia que el promedio de la gestión de mantenimiento durante 16 semanas es de 31.35%, como resultado de la disponibilidad y el índice del mantenimiento, por otro lado se aprecia que el mantenimiento programado tiene un porcentaje muy bajo que es de 41.91% afectando directamente al resultado debido a la falta de cumplimiento de los mantenimientos programados.

Tabla 9: Tendencia de la gestión de mantenimiento - Antes

TENDENCIA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO - ANTES			GM = % DE DIPONIBILIDAD x % DEL IMP
PERIODO	DISPONIBILIDAD %	INDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO %	GESTION DE MANTENIMIENTO %
SEMANA 1	68.08%	35.55%	24.20%
SEMANA 2	74.01%	47.47%	35.13%
SEMANA 3	79.13%	63.18%	50.00%
SEMANA 4	78.79%	61.91%	48.78%
SEMANA 5	75.47%	54.29%	40.97%
SEMANA 6	70.67%	42.52%	30.05%
SEMANA 7	72.13%	45.68%	32.95%
SEMANA 8	68.24%	37.92%	25.87%
SEMANA 9	74.43%	98.04%	72.97%
SEMANA 10	74.23%	66.05%	49.03%
SEMANA 11	73.28%	88.97%	65.19%
SEMANA 12	73.75%	49.38%	36.42%
SEMANA 13	79.75%	51.37%	40.97%
SEMANA 14	75.77%	50.83%	38.51%
SEMANA 15	76.92%	48.39%	37.22%
SEMANA 16	76.21%	49.59%	37.79%
<b>PROMEDIO</b>	<b>74.43%</b>	<b>55.69%</b>	<b>41.63%</b>

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3: Resultado de la gestión de mantenimiento - Antes



Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.5 Análisis económico antes

Tabla 10: Cálculo de pérdida de dinero por horas paradas

<b>CÁLCULO DE PÉRDIDA (S/.) POR HORAS PARADAS</b>				<b>CP = HRS PERDIDAS x COSTO HORA</b>
<b>PERIODO 2019</b>		<b>Horas perdidas</b>	<b>Costo por hora perdida</b>	<b>Costo total por horas perdidas</b>
<b>ABRIL</b>	<b>SEMANA 1</b>	42.2	<b>S/1,800.00</b>	S/75,960.00
	<b>SEMANA 2</b>	31.6		S/56,880.00
	<b>SEMANA 3</b>	23.74		S/42,732.00
	<b>SEMANA 4</b>	24.23		S/43,614.00
<b>MAYO</b>	<b>SEMANA 5</b>	27.63		S/49,734.00
	<b>SEMANA 6</b>	35.28		S/63,504.00
	<b>SEMANA 7</b>	32.84		S/59,112.00
	<b>SEMANA 8</b>	39.56		S/71,208.00
<b>JUNIO</b>	<b>SEMANA 9</b>	20.4		S/36,720.00
	<b>SEMANA 10</b>	30.28		S/54,504.00
	<b>SEMANA 11</b>	22.48		S/40,464.00
	<b>SEMANA 12</b>	40.5		S/72,900.00
<b>JULIO</b>	<b>SEMANA 13</b>	29.2		S/52,560.00
	<b>SEMANA 14</b>	29.51		S/53,118.00
	<b>SEMANA 15</b>	31		S/55,800.00
	<b>SEMANA 16</b>	30.25		S/54,450.00
<b>TOTAL HRS</b>		<b>490.7</b>	<b>TOTAL</b>	<b>S/883,260.00</b>

Fuente: Elaboración propia y datos de la empresa

De la tabla 12, se puede concluir que durante el periodo de Abril y Julio distribuidos en 16 semanas de análisis dio como resultado, pre-test, un total de 490.7 horas equivalentes a S/. 883,260 Nuevos Soles, ya que el costo de producción mensual por la línea de llaves es de S/. 64,800 Nuevos Soles y que como resultado por hora de producción es de S/. 1,800 Nuevos Soles.


#### 4.4 Desarrollo de la propuesta

En relación a los problemas presentados desde la primera parte y la evaluación del diagrama de Ishikawa, se elaboro un plan de acción para dar solución a los problemas que vienen afectando a la empresa con la finalidad de garantizar la disponibilidad de las maquinas.

##### 4.4.1 Mantenimiento preventivo

Para llegar a obtener la mayor eficiencia de los activos en este caso las maquinas de la línea de producción de llaves se realizara un plan maestro de mantenimiento, en otras palabras se relazaría un programa de mantenimiento preventivo por cada sección que cuenta la línea. En la ilustración 13 se observa el formato de la orden de trabajo el cual tendrán que ser llenado al termino de cada intervención por los técnicos encargados del mantenimiento.

*Ilustración 13: Formato de orden de trabajo*

ORDEN DE TRABAJO - REPORTE MANTENIMIENTO				
			N° OT	
			Cód./Maquina	
Fecha	30/11/19	Hr Inicio		Hr Fin
DATOS DEL TÉCNICO ENCARGADO				
Nombre(s)			Código	
OPERADOR DE LA MAQUINA				
Nombre / Código			Turno	
TIPO DE INTERVENCIÓN				
Eléctrico	Neumático	Mecánico	Hidráulico	Otros
DIAGNÓSTICO DE LA MAQUINA				
Falla	Causa	Solución		
OBSERVACIONES				


*Fuente: Elaboración propia*



#### 4.4.2 Inspección deficiente

Frente a este problema se vio por conveniente elaborar formatos de charlas de 5 min con enfoque a las buenas practicas y la introducción a una cultura de mantenimiento en la organización (ilustración 14), para crear conciencia en los trabajadores que están directamente ligados con los activos de estudio.

*Ilustración 14: Formato de registro charla de inducción y capacitación*

	<b>REGISTRO DE CHARLAS DE 5 MINUTOS</b>			CÓDIGO	FSIG 097
				VERSIÓN	1
				AÑO	2019
CHARLA N°		RESPONSABLE DICTADO			
FECHA		HORA INICIO		HORA FIN	
NOMBRE DE CHARLA					
LISTA DE ASISTENTES					
N°	NOMBRES Y APELLIDOS			CÓDIGO	FIRMA
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
Observaciones:				Firma del Responsable:	

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.4.3 Historial de mantenimiento en los equipos

En el grafico 15 podemos observar el formato con el cual se recopilara toda la información realizadas por los técnicos para posterior a ello digitalizarla con el fin de obtener el historial por cada evento sucedido en la maquina, con esto podremos saber las piezas que se cambiaron, fechas de intervenciones y los repuestos usados con frecuencia.

*Ilustración 15: Historial digital de equipos y/o máquina*

HISTORIAL DE MANTENIMIENTO										
N° OT	COD_Maquina	Área	Fecha de Emision	Hora de inicio	Hora de fin	Solicitante	Técnico	Tipo de Intervención	Estado	Trabajo realizado/Observaciones
OT-0001										
OT-0002										
OT-0003										
OT-0004										
OT-0005										
OT-0006										
OT-0007										
OT-0008										
OT-0009										
OT-0010										
OT-0011										
OT-0012										
OT-0013										

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.4.4 Cumplimiento con el programa de mantenimiento

Con el fin de incrementar el porcentaje del cumplimiento de las actividades de mantenimiento se planteara indicadores de cumplimiento que se medirán mensualmente a cada técnico (Ilustración 16); adicional a ello se creara una línea de tendencia por cada mes con el fin de que el cumplimiento sea sostenible con el tiempo.

*Ilustración 16: Indicador de cumplimiento mensual por trabajador*

CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					$\% \text{ CUMPLIMIENTO} = \frac{\text{TAREAS EJECUTADAS}}{\text{TOTAL TAREAS PROGRAMADAS}}$
Mes de Programación	TOTAL ORDENES DE TRABAJO PREVENTIVO				
	Nombre de trabajador	Tareas Programadas	Tareas Programadas Ejecutadas	Tareas Programadas NO Ejecutadas	% CUMPLIMIENTO
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					


*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.4.5 Mantenimiento predictivo

Se diseñara un formato de mantenimiento predictivo y formatos de lubricación por cada maquina (Ilustración 17), con ello se busca facilitar la actividad de lubricación de todas las partes móviles con las que cuenta cada maquina, controlando no solamente la lubricación sino también como la temperatura y frecuencia.




Ilustración 19: Hoja de información de fresadora doble perfil

HOJA DE INFORMACIÓN RCM							
		AREA O SECCIÓN		FRESADO			
		MÁQUINA O EQUIPO		FRESADORA DOBLE PERFIL			
FECHA		COMPONENTE					
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTOS DE FALLA	
1	Realizar los perfiles y canales de la llave	1	Baja calidad de desbaste	1	Daño o desgaste de engranajes internos del cabezal	1	Canales de la llave con deformaciones
				2	Roptura de punzon	2	Desbaste fuera de medida
				3	Desgaste de fresas	3	Rebarba en lasaristas de la llave
				4	Roptura de los platos guía	4	Parada de maquina
				5	Falla de rodamientos	5	sonido excesivo, recalentamiento, demaciada vibracion

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 20: Hoja de información de estampadora

HOJA DE INFORMACIÓN RCM							
		AREA O SECCIÓN		ESTAMPADO			
		MÁQUINA O EQUIPO		ESTAMPADORA HIDRAULICA			
FECHA		COMPONENTE					
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTOS DE FALLA	
1	Acuñar el diseño o logo del cliente en las llaves	1	Grabado superficial y descentrado	1	Falla de las electro válvulas	1	Parada de máquina, se corta la línea hidráulica
				2	Mal ajuste de los cuños	2	Grabado fuera de medida
				3	Fuga de aceite	3	Parada de máquina, se corta la línea hidráulica
				4	Finales de carrera defectuosos	4	Parada de pistones
				5	Desgaste de plato giratorio	5	Estampado descentrado

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 21: Hoja de información de los baños de níquelado

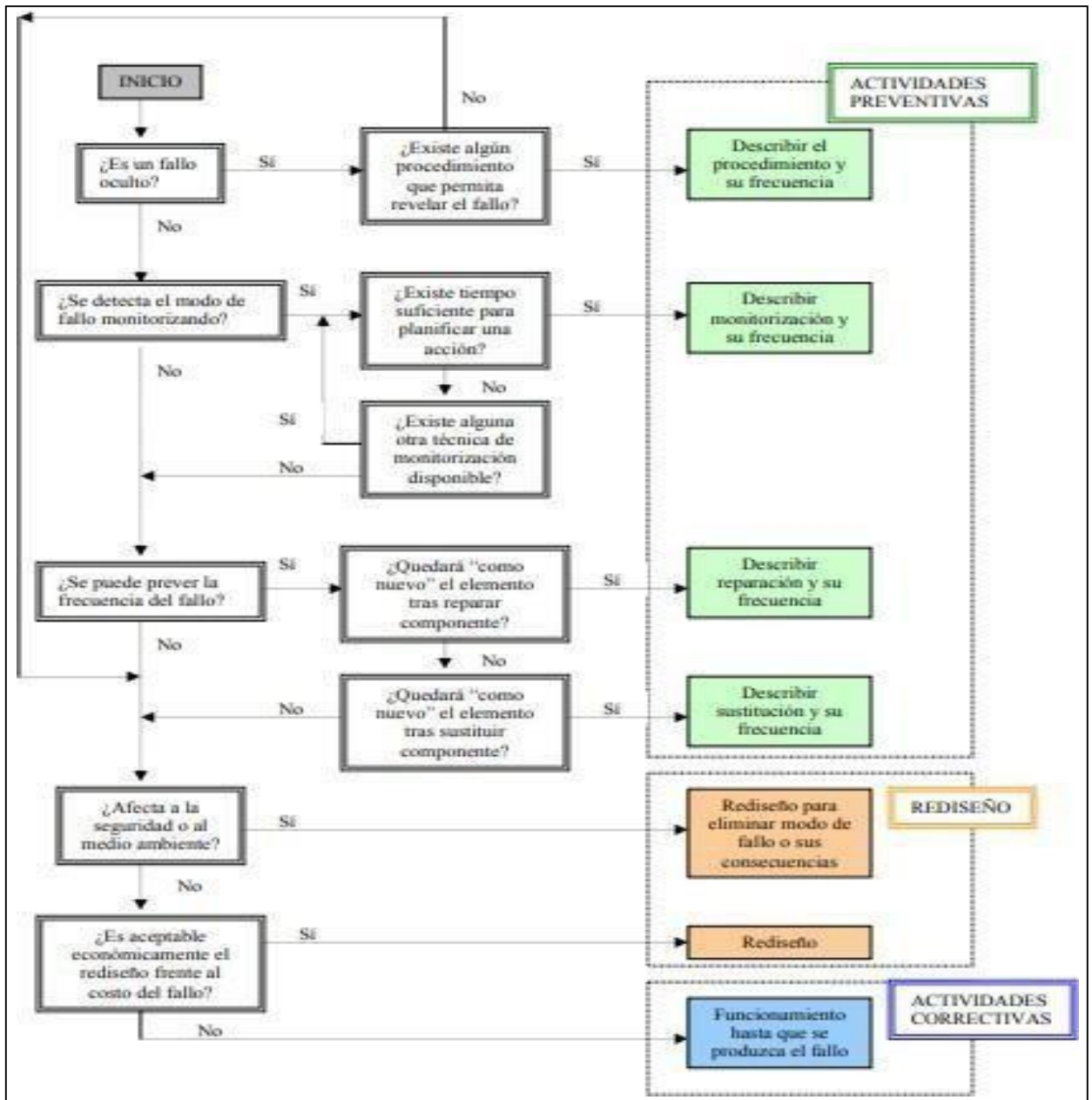
HOJA DE INFORMACIÓN RCM							
		AREA O SECCIÓN		NIQUELADO			
		MÁQUINA O EQUIPO		NIQUELADORA			
FECHA		COMPONENTE					
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTOS DE FALLA	
1	Baño de níquel superficial a las llaves	1	Baño de níquel o recubrimiento no es homogéneo	1	Falta de verificación del PH	1	Los productos químicos no se mezclan
				2	Desengrasante fuera de concentración	2	Falta de homogeneidad en el recubrimiento
				3	Calibración de los tiempos de baño	3	Lote de ingreso genera mermas
				4	Temperatura no controlada	4	Baños de níquel demasiado denso
				5	Poco tiempo de enjuague	5	Llaves aglomeradas

Fuente: Elaboración propia

En las ilustraciones (18, 19, 20 y 21), se realiza un ejemplo del análisis de fallas de los equipos. A partir de la avería se describe su función principal de la máquina, su falla funcional, el modo de falla y los efectos de la avería. Por lo cual es recomendable para esta falla establecer periodicidad de inspecciones; puesto que de lo contrario se obtiene paradas imprevistas que se pudieron solucionar o prever con anticipación anteriormente.

En la ilustración 22, se demuestra el árbol de decisión que nos permite seleccionar de forma óptima las actividades de mantenimiento según la filosofía del RCM. Donde al seleccionar la actividad más adecuada ayudará a mitigar las causas potenciales por las cuales se tuvo una falla principal.

Ilustración 22:Árbol de decisión del Mantenimiento centrado en la Confiabilidad



Fuente: (Moubray, 2004)

## 4.5 Implementación de la propuesta

En la ilustración 23, se detalla el listado general de los equipos, en el siguiente (*ilustración 24*) se realiza el diagrama de flujo del mantenimiento preventivo. Para ello se diseña el plan maestro de mantenimiento o programa de mantenimiento (*Tabla 2*) de todas las maquinas que intervienen en la producción de llaves clasificando cada una de ellas por tareas mecánicas, hidráulicas y eléctricas; de acuerdo a la criticidad con la que cuentan se establecerá una frecuencia de inspección realizadas por los técnicos con el propósito de saber el cumplimiento de las actividades asignadas y haciendo los reportes respectivos de anomalías o eventos que se puedan suscitar durante y después de la intervención.

Partiendo de las ordenes de trabajo se establecerán las intervenciones con mayor prioridad y programadas en un tiempo establecido (*Ilustración 13*). Por otra parte el personal técnico, con la ayuda de nuevas ordenes de trabajo, realizara la descripción del tipo de intervención que se realizo, los repuestos utilizados, el tiempo, la causa de fallo y algunas observaciones o sugerencias que se pueden realizar.

Para desarrollar todo lo mencionado se guiara de los siguientes pasos:

**PASO 1:** Hacer la codificación y listado general de todos los equipos que intervienen en la producción de llaves.

**PASO 2:** Identificar los equipos críticos y establecer la frecuencia de los mantenimientos con la ayuda de los jefes de área y personal técnico.

**PASO 3:** Realizar una junta con todo el personal técnico y operativo para asignar responsabilidades en cada sección con la idea de que cada fin de mes entregar un reporte general de eventos.

**PASO 4:** Generar la base de datos y desarrollar el programa de mantenimiento en base a que previamente se identificaron los equipos con mayor riesgo de fallo.

**PASO 5:** Los trabajadores, tanto técnicos como operarios, son los únicos responsables de rellenar y entregar las ordenes de trabajo y deben estar firmadas par dar mayor veracidad de la información que se va a manejar.



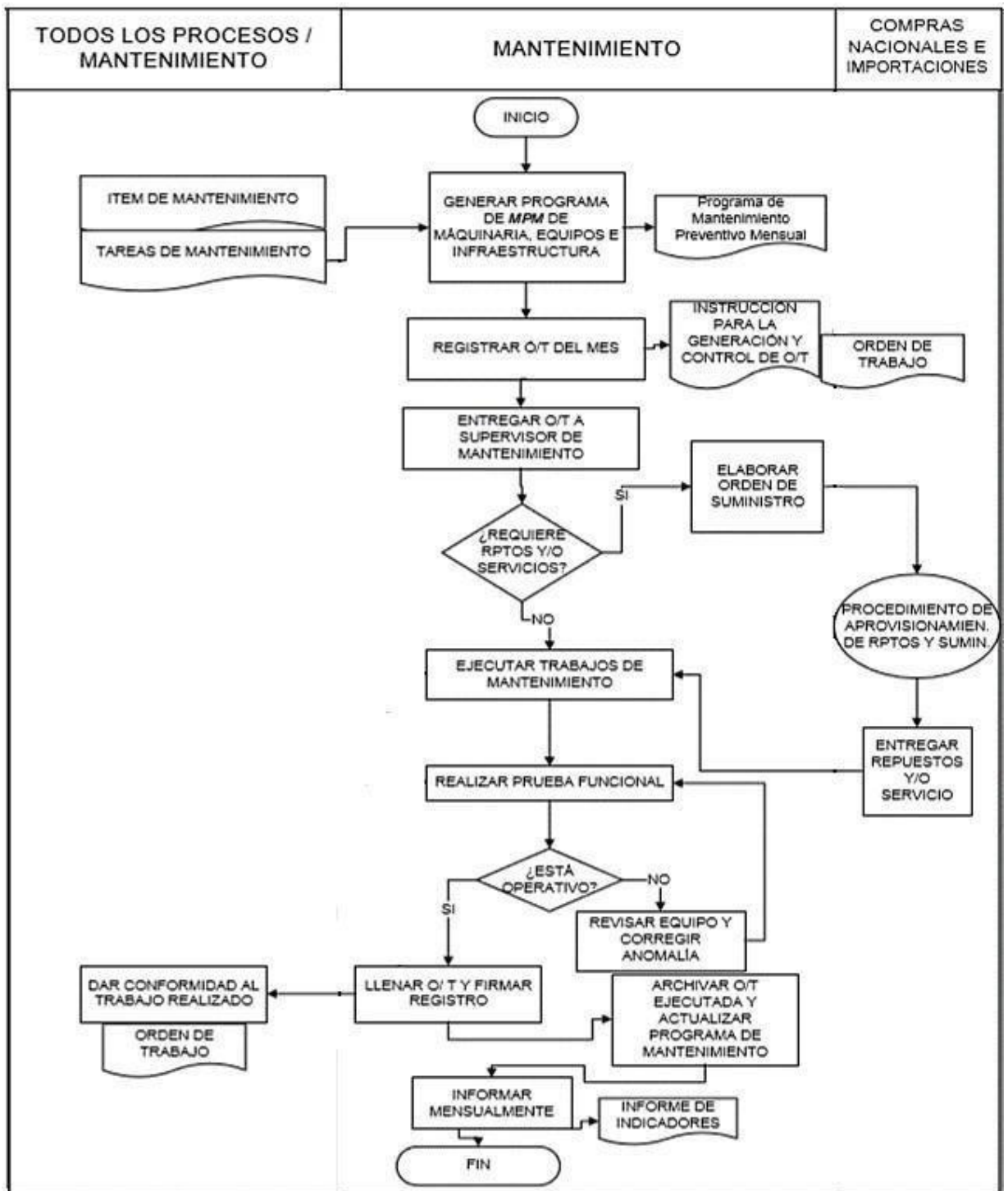
Ilustración 23: Listado de equipos

**LISTADO DE MÁQUINAS - LÍNEA LLAVES**

<b>COD_Maquina</b>	<b>Nom_Maquina</b>	<b>Marca</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Ubicación</b>
TR-TH-01	Troqueladora Hidraulica	MULLER	Perú	AR01
TR-EX-01	Troqueladora Excentrica	KLAUS	Alemania	AR01
TR-EX-02	Troqueladora Excentrica	KLAUS	Perú	AR01
TR-EX-03	Troqueladora Excentrica	DUMUGA	Alemania	AR01
TR-EX-04	Troqueladora Excentrica	MINSTER	Italia	AR01
TR-SA-01	Servo Alimentador	SUKU	S/P	AR01
TR-SA-02	Servo Alimentador	SUKU	S/P	AR01
TR-SA-03	Servo Alimentador	APyT	Suecia	AR01
TR-AL-01	Alimentador de Laminas	RON	Brasil	AR01
FR-R-01	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-02	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-03	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-04	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-05	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-06	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-07	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-08	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-09	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-10	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-11	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-12	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-13	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-15	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-16	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-17	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-18	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-19	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-G-24	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-25	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-26	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-27	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-28	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-29	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-30	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-31	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-32	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-33	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-34	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-35	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
ES-EH-01	Estampadora Hidraulica	KLAUS	Perú	AR03
ES-EH-02	Estampadora Hidraulica	KLAUS	Perú	AR03
ES-EH-04	Estampadora Hidraulica	KLAUS	Perú	AR03
ES-EH-05	Estampadora Hidraulica	KLAUS	Perú	AR03
ES-EH-06	Estampadora Hidraulica	KLAUS	Perú	AR03
NI-BN-01	Niqueladora	SILCA	Colombia	AR04


Fuente: Elaboración propia

Ilustración 24: Diagrama de flujo mantenimiento preventivo



Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Programa maestro de mantenimiento

			PROGRAMA MAESTRO DE MANTENIMIENTO - 2019					
SECCION	EQUIPO	CRITICIDAD	FRECUENCIA / MES	DESCRIPCIÓN DE TAREA	ESTACIÓN DE MANTENIMIENTO	RESPONSABLE	ULTIMA EJECUCIÓN	PRÓXIMA EJECUCIÓN
TROQUELADO	TROQUELADORA EXCENTRICA	ALTA	5	INSPECCION DE FAJA DE TRANSMISION, CHUMACERAS, BOCINA, TAMIZ, ROTOR	TALLER MECANICO	SAUL CABELLO	7/08/19	22/08/19
			3	INSPECCION GENERAL A MOTOR	TALLER ELECTRICO	ERICK ACOSTA	9/08/19	24/08/19
			3	INSPECCION, AJUSTES DE PERNERÍAS DEL TABLERO	TALLER ELECTRICO	JULIO RODRIGUEZ	10/09/19	25/09/19
			5	INSPECCION DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN	TALLER MECANICO	JESUS CHACCMANA	16/09/19	1/10/19
			3	INSPECCION DEL ALIMENTADOR	TALLER MECANICO	OSCAR FIGUEROA	24/08/19	8/09/19
FRESADO	FRESADORA GIULIANI DE DOBLE PERFIL	BAJA	4	INSPECCION DE CAJA REDUCTORA	TALLER MECANICO	OSCAR FIGUEROA	13/08/19	28/08/19
			4	INSPECCION GENERAL A MOTOR	TALLER ELECTRICO	ERICK ACOSTA	11/09/19	26/09/19
			4	VERIFICACIÓN DE PARALELISMO	TALLER MECANICO	SAUL CABELLO	13/10/19	28/10/19
			4	CALIBRACIÓN DE RECORRIDO DEL PLATO	TALLER MECANICO	JESUS CHACCMANA	2/08/19	17/08/19
			4	INSPECCIÓN DE TABLERO DE CONTROL	TALLER ELECTRICO	JULIO RODRIGUEZ	7/10/19	22/10/19
ESTAMPADO	ESTAMPADORA	MEDIA	2	INSPECCION DE LA UNIDAD HIDRAULICA	TALLER MECANICO	SAUL CABELLO	16/09/19	1/10/19
			3	VERIFICACIÓN DE PLATO ROTATORIO	TALLER MECANICO	JESUS CHACCMANA	8/09/19	23/09/19
			3	INSPECCION DE MOTOR HIDRAULICO	TALLER ELECTRICO	JULIO RODRIGUEZ	2/10/19	17/10/19
			3	INSPECCION, REVISIÓN Y AJUSTES AL TABLERO	TALLER ELECTRICO	ERICK ACOSTA	12/09/19	27/09/19
			3	INSPECCION DE ACOPLA, RODAMIENTOS	TALLER MECANICO	OSCAR FIGUEROA	10/08/19	25/08/19
NIQUELADO	NIQUELADORA	ALTA	5	INSPECCION DE ACOPLA, RODAMIENTOS, BOCINA DEL REDUCTOR	TALLER MECANICO	SAUL CABELLO	8/10/19	23/10/19
			5	INSPECCION GENERAL DE MOTOR	TALLER ELECTRICO	ERICK ACOSTA	18/08/19	2/09/19
			5	INSPECCION DE PUENTE GRUA	TALLER MECANICO	JESUS CHACCMANA	8/09/19	23/09/19
			5	INSPECCIÓN DE MOTOR DE BOMBA DE AGUA	TALLER ELECTRICO	JULIO RODRIGUEZ	5/08/19	20/08/19
			5	INSPECCIÓN DE TABLERO DE CONTROL	TALLER ELECTRICO	JULIO RODRIGUEZ	5/09/19	20/09/19
			5	VERIFICACIÓN DE RESISTENCIAS DE BAÑOS	TALLER ELECTRICO	ERICK ACOSTA	23/08/19	7/09/19

Fuente: Elaboración propia y datos de la empresa

Tabla 12: Listado mensual de trabajos programados

			LISTADO MENSUAL DE TAREAS PROGRAMADAS						
PERIODO	SECCIÓN	EQUIPO	DESCRIPCION DE TAREA	ESTACION DE MANTENIMIENTO	RESPONSABLE	HORAS PROGRAMADAS	HORAS EJECUTADAS		
AGOSTO	SEMANA 1	NIQUELADO	Niqueladora	cambio de 04 amortiguadores de caucho	Taller Mecánico	SAUL CABELLO	1.81	2.00	
				cambio de acoplamiento tipo gummi A-60	Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	1.55	1,5	
				cambio de trampa de vapor tipo flotador de 4"	Taller Eléctrico	ERICK ACOSTA	2.75	3.00	
	SEMANA 2	TROQUELADO	Troqueladora Excéntrica	cambio de tamiz perforado diam. 4 mm - AISI 304	Taller Mecánico	OSCAR FIGUEROA	1	1,50	
				Revisión de piñón de ataque y corona principal	Taller Mecánico	SAUL CABELLO	2.25	2,5	
	SEMANA 3	ESTAMPADO	Estampadora	Revisión de estado de rodamientos - reductor	Taller Mecánico	OSCAR FIGUEROA	3.26	3,5	
				Cambio de manguera neumatica diam. 8 mm - ingreso	Taller Eléctrico	JULIO RODRIGUEZ	2.25	3.00	
				Revisión de estado de rotor principal	Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	3.5	3,5	
	SEMANA 4	FRESADO	Fresadora doble perfil	Cambio de embrague neumático	Taller Eléctrico	ERICK ACOSTA	3	3,5	
				Cambio de motor 10 hp, 1200 rpm de bomba de agua	Taller Eléctrico	JULIO RODRIGUEZ	3.5	4.00	
	SEPTIEMBRE	SEMANA 1	TROQUELADO	Troqueladora Excéntrica	Cambio de fajas en "v" D-270	Taller Mecánico	SAUL CABELLO	2.55	2,75
					Cambio de cable acerado 1/2" x 24 m - polipasto principal	Taller Eléctrico	ERICK ACOSTA	2	2.00
Cambio de rodamiento tensor UCT-207					Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	1	1,25	
SEMANA 2		NIQUELADO	Niqueladora	Cambio de carbón y sifón - cilindro secador n°24	Taller Mecánico	OSCAR FIGUEROA	2.5	2,5	
				Cambio de indicador de PH	Taller Eléctrico	JULIO RODRIGUEZ	0.75	1.00	
SEMANA 3		FRESADO	Fresadora doble perfil	Cambio de fajas de transmisión 5V1600	Taller Mecánico	SAUL CABELLO	1.25	1,25	
				Ajuste de tuerca de manguito de fijación H-320	Taller Mecánico	SAUL CABELLO	1.25	1,3	
SEMANA 4		ESTAMPADO	Estampadora	Cambio de zapata de freno	Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	1.6	1,6	
				Reparación de tubería 6" por soldadura inox 3/32"	Taller Mecánico	OSCAR FIGUEROA	1.8	2.00	

<b>OCTUBRE</b>	<b>SEMANA 1</b>	ESTAMPADO	Estampadora	cambio de 04 amortiguadores de caucho	Taller Mecánico	OSCAR FIGUEROA	1.81	2.00	
				cambio de acoplamiento tipo gummi A-60	Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	1.55	1,5	
				cambio de trampa de vapor tipo flotador de 4"	Taller Eléctrico	ERICK ACOSTA	2.75	3.00	
	<b>SEMANA 2</b>	TROQUELADO	Troqueladora Excéntrica	cambio de tamiz perforado diam. 4 mm - AISI 304	Taller Mecánico	SAUL CABELLO	1	1,50	
				Revisión de piñon de ataque y corona prncipal	Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	2.25	2,5	
	<b>SEMANA 3</b>	NIQUELADO	Niqueladora	Revisión de estado de rodamientos - reductor	Taller Mecánico	OSCAR FIGUEROA	3.26	3,5	
				Cambio de manguera neumatica diam. 8 mm - ingreso	Taller Eléctrico	ERICK ACOSTA	2.25	3.00	
				Revisión de estado de rotor principal	Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	3.5	3,5	
	<b>SEMANA 4</b>	FRESADO	Fresadora doble perfil	Cambio de embrague neumático	Taller Eléctrico	JULIO RODRIGUEZ	3	3,5	
				Cambio de motor 10 hp, 1200 rpm de bomba de agua	Taller Eléctrico	JULIO RODRIGUEZ	3.5	4.00	
	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>SEMANA 1</b>	TROQUELADO	Troqueladora Excéntrica	Cambio de fajas en "v" D-270	Taller Mecánico	SAUL CABELLO	2.55	2,75
					Cambio de cable acerado 1/2" x 24 m - polipasto principal	Taller Eléctrico	ERICK ACOSTA	2	2.00
Cambio de rodamiento tensor UCT-207					Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	1	1,25	
<b>SEMANA 2</b>		NIQUELADO	Niqueladora	Cambio de carbón y sifón - cilindro secador n°24	Taller Mecánico	OSCAR FIGUEROA	2.5	2,5	
				Cambio de indicador de nivel de vidrio	Taller Eléctrico	ERICK ACOSTA	0.75	1.00	
<b>SEMANA 3</b>		ESTAMPADO	Estampadora	Cambio de fajas de transmisión 5V1600	Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	1.25	1,25	
				Ajuste de tuerca de manguito de fijación H-320	Taller Mecánico	OSCAR FIGUEROA	1.25	1,3	
<b>SEMANA 4</b>		FRESADO	Fresadora doble perfil	Cambio de zapata de freno	Taller Mecánico	SAUL CABELLO	1.6	1,6	
				Rectificación de engranajes	Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	1.8	2.00	

Fuente: Elaboración propia

## 4.6 Propuesta de mejora

A continuación se presenta los resultados obtenidos después de la implementación de la propuesta, tanto en la variable independiente como la variable dependiente.

### 4.6.1 Variable Independiente

Ingeniería RAMS (Confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad)

Tabla 13: Análisis de tiempo promedio entre fallos – Después

TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLOS (MTBF)							$MTBF = \frac{TIEMPO\ TOTAL\ DE\ OPERACIÓN}{N^{\circ}\ DE\ FALLAS}$	
PERIODO 2019	TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN (HORAS)	CANTIDAD DE FALLAS POR SECCIONES				TOTAL N° DE FALLAS	RESULTADO (HORAS)	
		TROQUELADO	FRESADO	ESTAMPADO	NIQUELADO			
AGOSTO	SEMANA 1	100	2	1	1	2	6	16.67
	SEMANA 2	100	1	0	2	1	4	25.00
	SEMANA 3	100	1	2	0	2	5	20.00
	SEMANA 4	100	1	2	1	0	4	25.00
RESUMEN		400	5	5	4	5	19	21.05
SEPTIEMBRE	SEMANA 1	90	1	2	1	2	6	15.00
	SEMANA 2	90	3	0	2	1	6	15.00
	SEMANA 3	90	1	3	2	0	6	15.00
	SEMANA 4	90	0	1	0	1	2	45.00
RESUMEN		360	5	6	5	4	20	18.00
OCTUBRE	SEMANA 1	100	1	2	0	0	3	33.33
	SEMANA 2	100	2	1	2	1	6	16.67
	SEMANA 3	100	2	2	3	0	7	14.29
	SEMANA 4	100	0	0	1	1	2	50.00
RESUMEN		400	5	5	6	2	18	22.22
NOVIEMBRE	SEMANA 1	100	0	2	0	1	3	33.33
	SEMANA 2	100	1	1	1	2	5	20.00
	SEMANA 3	100	2	0	0	2	4	25.00
	SEMANA 4	100	0	1	0	1	2	50.00
RESUMEN		400	3	4	1	6	14	28.57
TOTAL		1560	18	20	16	17	71	22.46

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 14, se puede observar que dentro de los meses de Agosto y Noviembre se obtuvo un promedio de 22.46 horas / falla, lo cual significa que cada 22.46 horas ocurre una falla en la maquina. En adición a ello se observa que se logra reducir la cantidad de ocurrencias con un resultado de 70 intervenciones.

Tabla 14: Análisis de tiempo promedio en reparación – Después

TIEMPO PROMEDIO EN REPARACIÓN (MTTR)						MTTR = $\frac{\text{TIEMPO TOTAL DE REPARACIÓN}}{\text{Nº DE FALLAS}}$		
PERIODO 2019		CANTIDAD DE HORAS PERDIDAS POR SECCIONES				TIEMPO PARA RESTAURAR	TOTAL N° DE FALLAS	RESULTADO (HORAS)
		TROQUELADO	FRESADO	ESTAMPADO	NIQUELADO			
ABRIL	SEMANA 1	3.25	4	4.5	2	13.75	11	1.25
	SEMANA 2	2.45	3	2.35	1	8.8	6	1.47
	SEMANA 3	1	2	2.45	3.4	8.85	9	0.98
	SEMANA 4	2	3	3	2.45	10.45	4	2.61
<b>RESUMEN</b>		<b>8.7</b>	<b>12</b>	<b>12.3</b>	<b>8.85</b>	<b>41.85</b>	<b>30</b>	<b>1.58</b>
MAYO	SEMANA 1	2.32	1.45	3.45	1	8.22	14	0.59
	SEMANA 2	4	1.57	2.15	2.34	10.06	9	1.12
	SEMANA 3	3.5	6.24	5	2	16.74	9	1.86
	SEMANA 4	5.25	2	3.26	3.46	13.97	9	1.55
<b>JUNIO</b>		<b>15.07</b>	<b>11.26</b>	<b>13.86</b>	<b>8.8</b>	<b>48.99</b>	<b>41</b>	<b>1.28</b>
JUNIO	SEMANA 1	2	3.45	3	1.4	9.85	4	2.46
	SEMANA 2	3.24	2.15	2	2.2	9.59	10	0.96
	SEMANA 3	4.2	4	2.45	3	13.65	13	1.05
	SEMANA 4	1	2.4	3.24	2	8.64	5	1.73
<b>RESUMEN</b>		<b>10.44</b>	<b>12</b>	<b>10.69</b>	<b>8.6</b>	<b>41.73</b>	<b>32</b>	<b>1.55</b>
JULIO	SEMANA 1	1.5	2	2	3	8.5	9	0.94
	SEMANA 2	2	3.21	2	2.28	9.49	12	0.79
	SEMANA 3	2.45	1	4.1	3.54	11.09	13	0.85
	SEMANA 4	1.36	2.5	2.35	1	7.21	11	0.66
<b>RESUMEN</b>		<b>7</b>	<b>8.71</b>	<b>10.45</b>	<b>9.82</b>	<b>36.29</b>	<b>45</b>	<b>0.81</b>
<b>TOTAL</b>		<b>41.52</b>	<b>43.97</b>	<b>47.3</b>	<b>36.07</b>	<b>168.86</b>	<b>148</b>	<b>1.30</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 15, tenemos como resultado que después de la implementación entre Agosto y Noviembre se obtuvo un promedio de 1.30 horas / falla. Esto significa que el personal técnico requiere de 1.34 horas para dejar completamente operativa la maquina, además de ello tenemos que el proceso de estampado tiene un valor crítico, con 36.07 horas de reparación.

Tabla 15: Resumen Análisis de confiabilidad – Después

INDICADOR	APLICACIÓN	RESULTADO
<b>MTBF</b> = $\frac{\text{TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN}}{\text{Nº DE FALLAS}}$	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLOS	22.46 Horas / Fallas
<b>MTTR</b> = $\frac{\text{TIEMPO TOTAL PARA RESTAURAR}}{\text{Nº DE FALLAS}}$	TIEMPO PROMEDIO EN REPARACIÓN	1.30 Horas

Fuente: Elaboración propia

## 4.6.2 Variable Dependiente: Gestión de Mantenimiento

A continuación se presenta los valores obtenidos después de la implementación de la mejora con las dos dimensiones utilizadas las cuales son: Disponibilidad y el índice de mantenimiento programado.

### 4.6.2.1 Dimensión: Disponibilidad

Tabla 16: Disponibilidad de la máquina – Después

		DISPONIBILIDAD					$D = \frac{\text{HORAS TOTALES} - \text{HORAS POR MANTENIMIENTO}}{\text{HORAS TOTALES}} \times 100$	
PERIODO 2019		TOTAL HORAS PROGRAMADAS	CANTIDAD DE HORAS PERDIDAS POR SECCIONES				TOTAL HORAS PERDIDAS	RESULTADO %
			TROQUELADO	FRESADO	ESTAMPADO	NIQUELADO		
ABRIL	SEMANA 1	90	3.25	4	4.5	2	13.75	86.75%
	SEMANA 2	90	2.45	3	2.35	1	8.8	91.09%
	SEMANA 3	90	1	2	2.45	3.4	8.85	91.05%
	SEMANA 4	90	2	3	3	2.45	10.45	89.60%
<b>RESUMEN</b>		<b>360</b>	<b>8.7</b>	<b>12</b>	<b>12.3</b>	<b>8.85</b>	<b>41.85</b>	<b>89.62%</b>
MAYO	SEMANA 1	85	2.32	1.45	3.45	1	8.22	91.18%
	SEMANA 2	85	4	1.57	2.15	2.34	10.06	89.42%
	SEMANA 3	85	3.5	6.24	5	2	16.74	83.55%
	SEMANA 4	85	5.25	2	3.26	3.46	13.97	85.88%
<b>RESUMEN</b>		<b>340</b>	<b>15.07</b>	<b>11.26</b>	<b>13.86</b>	<b>8.8</b>	<b>48.99</b>	<b>87.51%</b>
JUNIO	SEMANA 1	85	2	3.45	3	1.4	9.85	89.62%
	SEMANA 2	85	3.24	2.15	2	2.2	9.59	89.86%
	SEMANA 3	85	4.2	4	2.45	3	13.65	86.16%
	SEMANA 4	85	1	2.4	3.24	2	8.64	90.77%
<b>RESUMEN</b>		<b>340</b>	<b>10.44</b>	<b>12</b>	<b>10.69</b>	<b>8.6</b>	<b>41.73</b>	<b>89.10%</b>
JULIO	SEMANA 1	90	1.5	2	2	3	8.5	91.37%
	SEMANA 2	90	2	3.21	2	2.28	9.49	90.46%
	SEMANA 3	90	2.45	1	4.1	3.54	11.09	89.03%
	SEMANA 4	90	1.36	2.5	2.35	1	7.21	92.58%
<b>RESUMEN</b>		<b>360</b>	<b>7.31</b>	<b>8.71</b>	<b>10.45</b>	<b>9.82</b>	<b>36.29</b>	<b>90.86%</b>
<b>TOTAL</b>		<b>1400</b>	<b>41.52</b>	<b>43.97</b>	<b>47.3</b>	<b>36.07</b>	<b>168.86</b>	<b>89%</b>
<b>PORCENTAJE DE MEJORA</b>							<b>15%</b>	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17, se obtiene como resultado de la disponibilidad un promedio de 89% en relación a las horas programados de producción durante los meses de Agosto y Noviembre 2019 logrando incrementar el porcentaje de disponibilidad en un 15%.



#### 4.6.2.2 Dimensión: Índice de mantenimiento programado

Tabla 17: Índice de cumplimiento de mantenimiento programado – Después

ÍNDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO		$\text{IMP} = \frac{\text{HRS DE MANTTO PROGRAMADO}}{\text{TOTAL HRS REAL DE MANTTO}} \times 100$		
PERIODO 2019	HORAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO	HORAS REALES DE MANTENIMIENTO	RESULTADO %	
AGOSTO	SEMANA 1	10	15.34	65.19%
	SEMANA 2	10	10.6	94.34%
	SEMANA 3	10	13.22	75.64%
	SEMANA 4	10	16	62.50%
RESUMEN		40	55.16	74.42%
SEPTIEMBRE	SEMANA 1	10	17.28	57.87%
	SEMANA 2	10	12.28	81.43%
	SEMANA 3	10	22	45.45%
	SEMANA 4	10	11	90.91%
RESUMEN		40	62.56	68.92%
OCTUBRE	SEMANA 1	10	15.45	64.72%
	SEMANA 2	10	19.1	52.36%
	SEMANA 3	10	12	83.33%
	SEMANA 4	10	11.45	87.34%
RESUMEN		40	58	71.94%
NOVIEMBRE	SEMANA 1	10	17.45	57.31%
	SEMANA 2	10	12.53	79.81%
	SEMANA 3	10	16	62.50%
	SEMANA 4	10	15.48	64.60%
RESUMEN		40	61.46	66.05%
			<b>PROMEDIO TOTAL</b>	<b>70.33%</b>
<b>PORCENTAJE DE MEJORA</b>				<b>14.64%</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 18, se detalla el cumplimiento al mantenimiento programado con un promedio de 70.33%, logrando un incremento porcentual de 14.64%.

### 4.6.3 Indicador de la Gestión de Mantenimiento mejorado

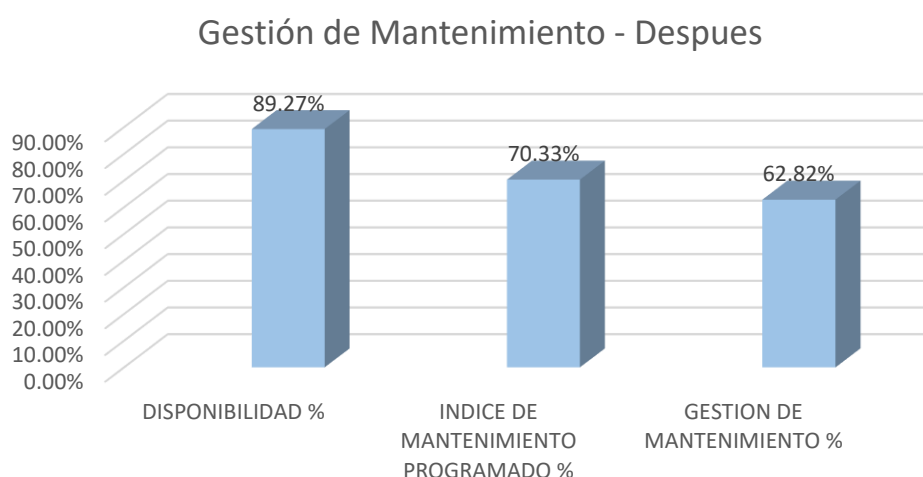
Según la tabla 19, se demuestra que efectivamente al aplicar la ingeniería RAMS se mejora la gestión del mantenimiento durante las 16 semanas después de la implementación con un resultado final de 62.82%, como también un 89.27% producto de la disponibilidad y finalmente un 70.33% como índice del mantenimiento programado.

Tabla 18: Tendencia de la gestión de mantenimiento – Después

TENDENCIA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO - DESPUES			GM = % DE DIPONIBILIDAD x % DEL IMP
PERIODO	DISPONIBILIDAD %	INDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO %	GESTION DE MANTENIMIENTO %
SEMANA 1	86.75%	65.19%	56.55%
SEMANA 2	91.09%	94.34%	85.94%
SEMANA 3	91.05%	75.64%	68.87%
SEMANA 4	89.60%	62.50%	56.00%
SEMANA 5	91.18%	57.87%	52.77%
SEMANA 6	89.42%	81.43%	72.82%
SEMANA 7	83.55%	45.45%	37.98%
SEMANA 8	85.88%	90.91%	78.08%
SEMANA 9	89.62%	64.72%	58.00%
SEMANA 10	89.86%	52.36%	47.05%
SEMANA 11	86.16%	83.33%	71.80%
SEMANA 12	90.77%	87.34%	79.28%
SEMANA 13	91.37%	57.31%	52.36%
SEMANA 14	90.46%	79.81%	72.20%
SEMANA 15	89.03%	62.50%	55.64%
SEMANA 16	92.58%	64.60%	59.81%
<b>PROMEDIO</b>	<b>89.27%</b>	<b>70.33%</b>	<b>62.82%</b>
<b>PORCENTAJE DE MEJORA</b>			<b>21.19%</b>

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4: Resultado de la gestión de Mantenimiento – Después



Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.4 Análisis económico - Después

Tabla 19: Cálculo de dinero perdido por horas paradas

CÁLCULO DE PÉRDIDA (S/.) POR HORAS PARADAS			CP = HRS PERDIDAS x COSTO HORA
PERIODO 2019	Horas perdidas	Costo por hora perdida	Costo total por horas perdidas
ABRIL	SEMANA 1	15.34	S/27,612.00
	SEMANA 2	10.6	S/19,080.00
	SEMANA 3	13.22	S/23,796.00
	SEMANA 4	16	S/28,800.00
MAYO	SEMANA 5	17.28	S/31,104.00
	SEMANA 6	12.28	S/22,104.00
	SEMANA 7	22	S/39,600.00
	SEMANA 8	11	S/19,800.00
JUNIO	SEMANA 9	15.45	S/27,810.00
	SEMANA 10	19.1	S/34,380.00
	SEMANA 11	12	S/21,600.00
	SEMANA 12	11.45	S/20,610.00
JULIO	SEMANA 13	17.45	S/31,410.00
	SEMANA 14	12.53	S/22,554.00
	SEMANA 15	16	S/28,800.00
	SEMANA 16	15.48	S/27,864.00
<b>TOTAL HRS</b>	<b>237.18</b>	<b>TOTAL</b>	<b>S/426,924.00</b>
<b>UTILIDAD DE AHORRO</b>			<b>S/456,336.00</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 21, se concluye que durante las 16 semanas luego de la implementación de la mejora se obtiene un total de 237.18 horas de pérdida con un total de S/. 426,924 Nuevos Soles de pérdida efectiva para la empresa.

#### 4.7 Análisis comparativo económico antes y después

Tabla 20: Resumen comparativo

	<b>TOTAL HORAS PARADA</b>	<b>COSTO TOTAL POR HORAS PERDIDAS</b>	<b>AHORRO</b>	<b>PORCENTAJE DE AHORRO</b>
Antes de la implementación	490.7	S/883,260.00	S/456,336.00	52%
Después de la implementación	237.18	S/426,924.00		

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 22, se infiere que la diferencia de dinero perdido antes y después de la implementación tiene un total de S/. 456,336 Nuevos Soles, lo que significa que se obtiene un ahorro del 52% en relación al dinero perdido antes de la implementación.

## 4.8 Análisis Descriptivo

### 4.8.1 Análisis Descriptivo de la Variable Dependiente

**Indicador:** Gestión del mantenimiento

Tabla 21: Comparación de Disponibilidad, Índice de Mantenimiento programado y Gestión de mantenimiento Antes y Después

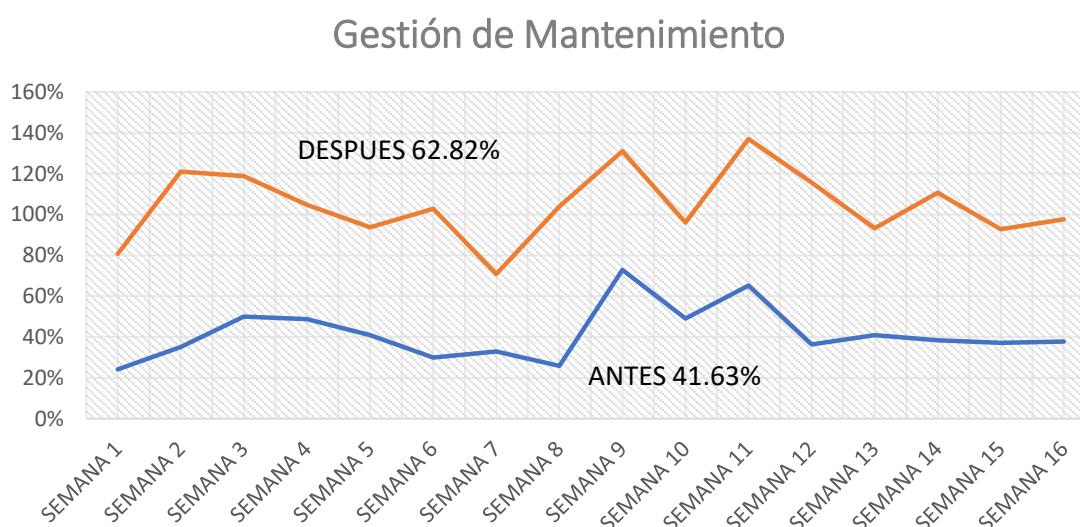
TENDENCIA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO - ANTES			GM = % DE DIPONIBILIDAD x % DEL IMP
PERIODO	DISPONIBILIDAD %	INDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO %	GESTION DE MANTENIMIENTO %
SEMANA 1	68.08%	35.55%	24.20%
SEMANA 2	74.01%	47.47%	35.13%
SEMANA 3	79.13%	63.18%	50.00%
SEMANA 4	78.79%	61.91%	48.78%
SEMANA 5	75.47%	54.29%	40.97%
SEMANA 6	70.67%	42.52%	30.05%
SEMANA 7	72.13%	45.68%	32.95%
SEMANA 8	68.24%	37.92%	25.87%
SEMANA 9	74.43%	98.04%	72.97%
SEMANA 10	74.23%	66.05%	49.03%
SEMANA 11	73.28%	88.97%	65.19%
SEMANA 12	73.75%	49.38%	36.42%
SEMANA 13	79.75%	51.37%	40.97%
SEMANA 14	75.77%	50.83%	38.51%
SEMANA 15	76.92%	48.39%	37.22%
SEMANA 16	76.21%	49.59%	37.79%
<b>PROMEDIO</b>	<b>74.43%</b>	<b>55.69%</b>	<b>41.63%</b>

Fuente: Elaboración propia

TENDENCIA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO - DESPUES			GM = % DE DIPONIBILIDAD x % DEL IMP
PERIODO	DISPONIBILIDAD %	INDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO %	GESTION DE MANTENIMIENTO %
SEMANA 1	86.75%	65.19%	56.55%
SEMANA 2	91.09%	94.34%	85.94%
SEMANA 3	91.05%	75.64%	68.87%
SEMANA 4	89.60%	62.50%	56.00%
SEMANA 5	91.18%	57.87%	52.77%
SEMANA 6	89.42%	81.43%	72.82%
SEMANA 7	83.55%	45.45%	37.98%
SEMANA 8	85.88%	90.91%	78.08%
SEMANA 9	89.62%	64.72%	58.00%
SEMANA 10	89.86%	52.36%	47.05%
SEMANA 11	86.16%	83.33%	71.80%
SEMANA 12	90.77%	87.34%	79.28%
SEMANA 13	91.37%	57.31%	52.36%
SEMANA 14	90.46%	79.81%	72.20%
SEMANA 15	89.03%	62.50%	55.64%
SEMANA 16	92.58%	64.60%	59.81%
<b>PROMEDIO</b>	<b>89.27%</b>	<b>70.33%</b>	<b>62.82%</b>

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5: Gestión de mantenimiento resultado antes y después



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En esta parte del análisis de la tesis se demuestra los resultados en contrastación del antes y después de la implementación de la mejora. En el gráfico 5 se observa una tendencia con respecto al porcentaje de la Gestión de mantenimiento, donde la línea celeste representa el estado anterior y la línea naranja refleja la tendencia con la propuesta de mejora obteniendo como resultado un promedio de incremento de 21.19%.

#### 4.8.2 Análisis Descriptivo de la Variable Independiente

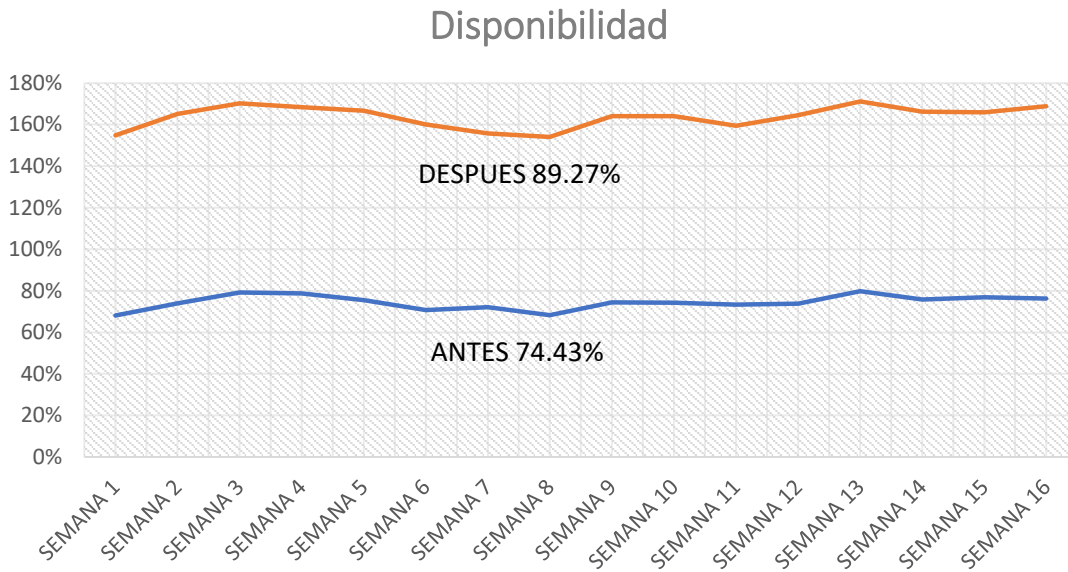
**Indicador:** Disponibilidad

Tabla 22: Indicador de disponibilidad

ITEM	DISPONIBILIDAD ANTES %	DISPONIBILIDAD DESPUES %
SEMANA 1	68.08%	86.75%
SEMANA 2	74.01%	91.09%
SEMANA 3	79.13%	91.05%
SEMANA 4	78.79%	89.60%
SEMANA 5	75.47%	91.18%
SEMANA 6	70.67%	89.42%
SEMANA 7	72.13%	83.55%
SEMANA 8	68.24%	85.88%
SEMANA 9	74.43%	89.62%
SEMANA 10	74.23%	89.86%
SEMANA 11	73.28%	86.16%
SEMANA 12	73.75%	90.77%
SEMANA 13	79.75%	91.37%
SEMANA 14	75.77%	90.46%
SEMANA 15	76.92%	89.03%
SEMANA 16	76.21%	92.58%
<b>PROMEDIO</b>	<b>74%</b>	<b>89%</b>

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6: Disponibilidad resultado antes y después



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el gráfico 6 se muestra el indicador de Disponibilidad con la tendencia antes y después de la implementación de mejora con un incremento de promedios en 14.84%.

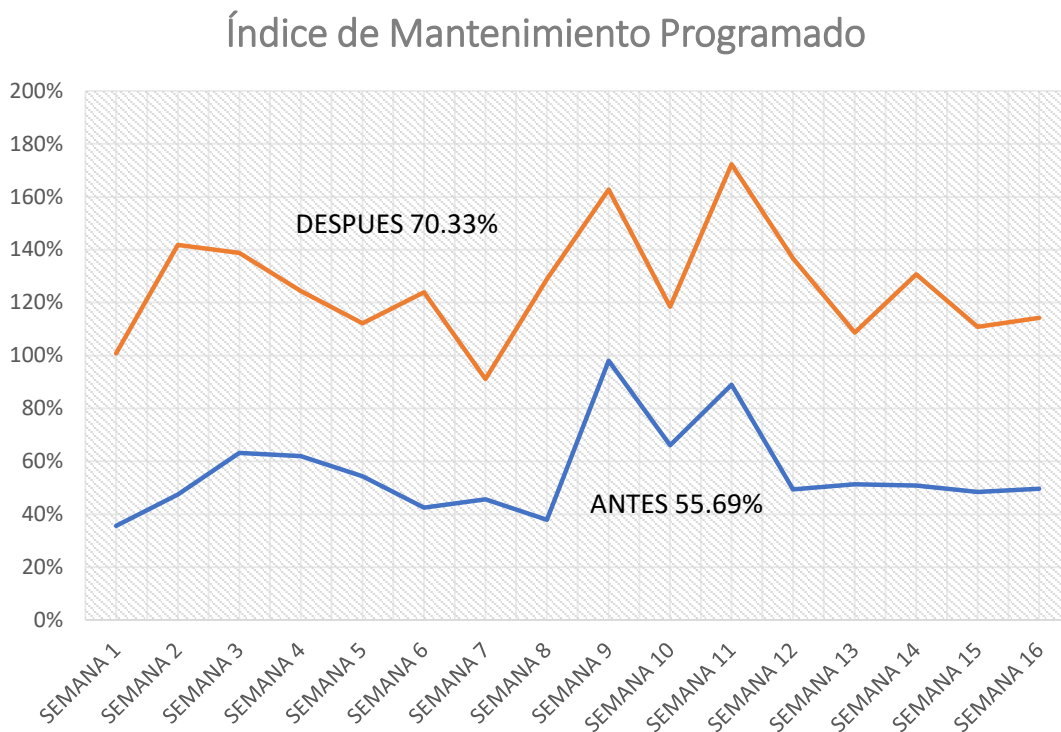
**Indicador:** Índice de mantenimiento programado

Tabla 23: Indicador del índice de mantenimiento programado

ITEM	IMP ANTES %	IMP DESPUES %
SEMANA 1	35.55%	65.19%
SEMANA 2	47.47%	94.34%
SEMANA 3	63.18%	75.64%
SEMANA 4	61.91%	62.50%
SEMANA 5	54.29%	57.87%
SEMANA 6	42.52%	81.43%
SEMANA 7	45.68%	45.45%
SEMANA 8	37.92%	90.91%
SEMANA 9	98.04%	64.72%
SEMANA 10	66.05%	52.36%
SEMANA 11	88.97%	83.33%
SEMANA 12	49.38%	87.34%
SEMANA 13	51.37%	57.31%
SEMANA 14	50.83%	79.81%
SEMANA 15	48.39%	62.50%
SEMANA 16	49.59%	64.60%
<b>PROMEDIO</b>	<b>55.69%</b>	<b>70.33%</b>

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7: Índice de mantenimiento programado resultado antes y después



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el gráfico 7 podemos observar la tendencia del índice de cumplimiento de mantenimiento programado con un promedio final de 70.33% de cumplimiento, demostrando un incremento con respecto al anterior en un 14.64%.

## 4.9 Análisis Inferencial

### 4.9.1 Prueba de normalidad

Con la finalidad de lograr contrastar de manera correcta la hipótesis general, es imprescindible comprobar si los 16 datos ingresados al software de SPSS Statistics 25 obtienen un comportamiento paramétrico o no paramétrico. De esa manera los datos obtenidos serán analizados por el estadígrafo Shapiro Wilk o Wilcoxon.

Para poder verificar tal decisión existe una regla:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

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



Tabla 24: Criterios para la toma de estadísticos

Condición	Estadístico
Datos < 30	Shapiro Wilk
Datos > 30	Kolgomorov Smirnov

Fuente: Elaboración propia

En el estudio realizado, la muestra por ser menor a 30 se usará el estadístico de Shapiro Wilk. Asimismo, los criterios para la aplicación de normalidad son los siguientes:

Tabla 25: Estadígrafos

	ANTES	DESPUÉS	CONCLUSION	ESTADIGRAFO
<b>SIG&gt; 0.05</b>	SI	SI	PARAMETRICO	T Student
<b>SIG&gt; 0.05</b>	SI	NO	NO PARAMETRICO	Wilcoxon
<b>SIG&gt; 0.05</b>	NO	SI	NO PARAMETRICO	Wilcoxon
<b>SIG&gt; 0.05</b>	NO	NO	NO PARAMETRICO	Wilcoxon

Fuente: Elaboración propia

#### 4.9.2 Prueba de normalidad de la variable dependiente: Gestión de mantenimiento

Tabla 26: Resumen de procesamiento de casos

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaj e	N	Porcentaj e	N	Porcentaj e
GESTION_MANTENIMIE NTO_PRE	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
GESTION_MANTENIMIE NTO_POST	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%

Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

Tabla 27: Prueba de normalidad antes – después

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístic o	gl	Sig.	Estadístic o	gl	Sig.
GESTION_MANTENIMIE NTO_PRE	,206	16	,067	,909	16	,113
GESTION_MANTENIMIE NTO_POST	,149	16	,200 <sup>*</sup>	,966	16	,774

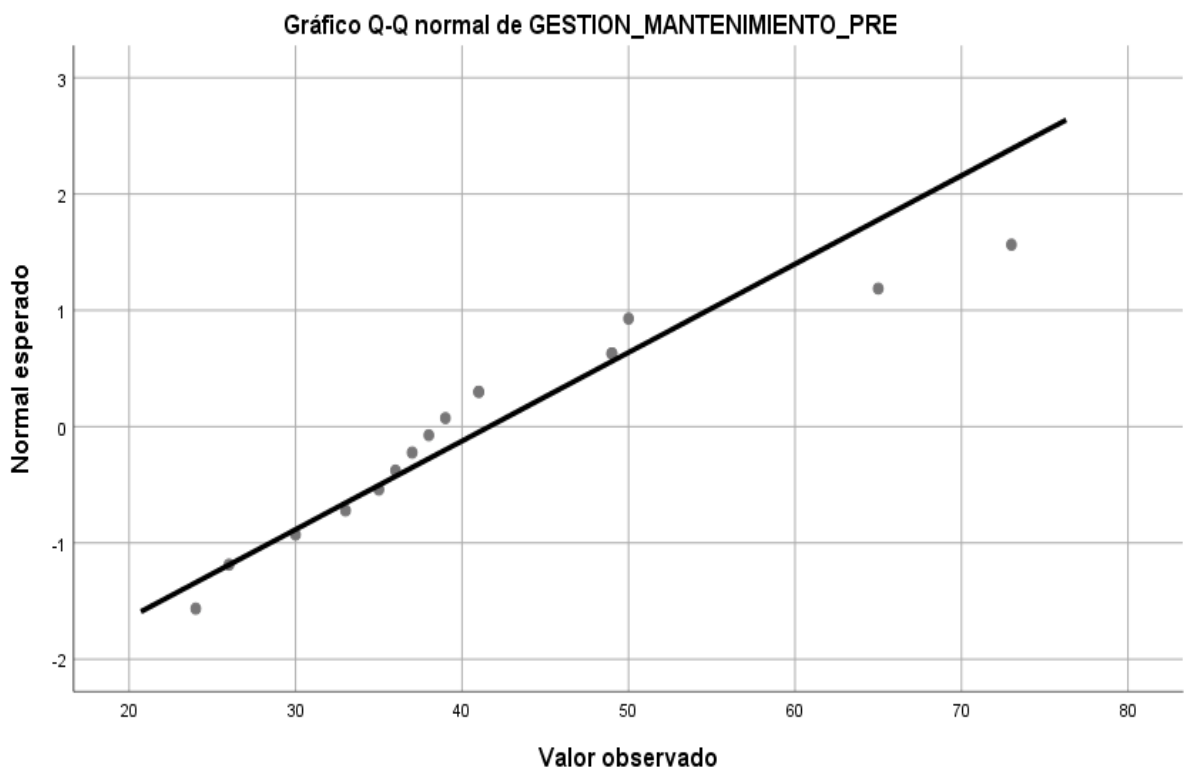
\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

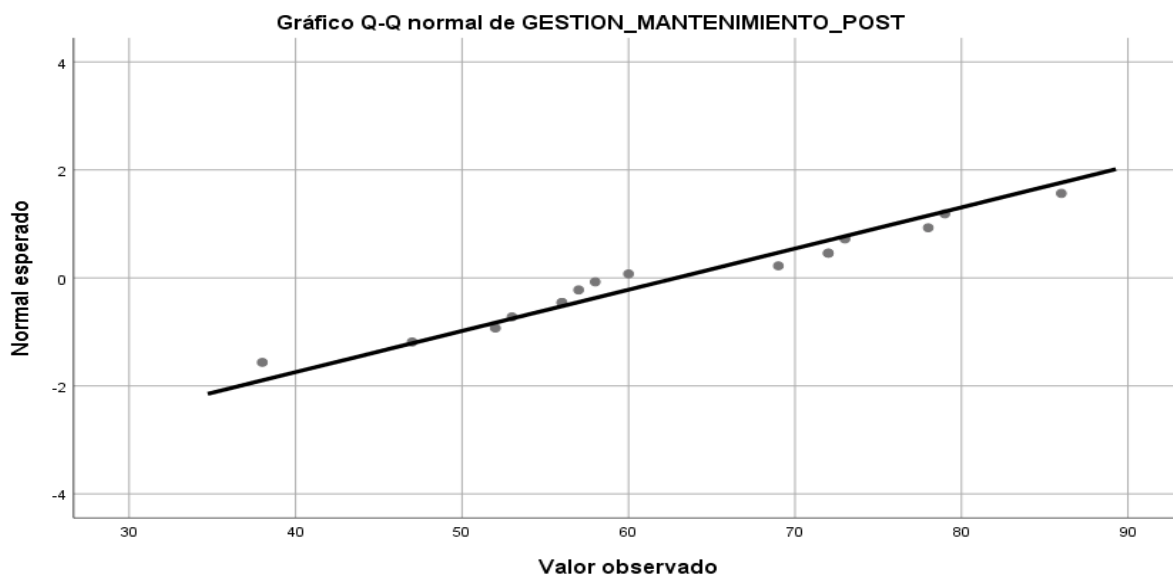
**Interpretación:** Mediante la observación de la Tabla 28, se puede evidenciar que la significancia de la gestión del mantenimiento antes es 0.113 es mayor a 0.05, y la significancia de la gestión del mantenimiento después es 0.774 es mayor a 0.05, por ello, según la tabla 26 los datos son paramétricos entonces para la validación de la hipótesis se utilizara la prueba estadística T Student.

Gráfico 8: Distribución de datos – antes



Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

Gráfico 9: Distribución de datos – después



Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

**Interpretación:** Mediante la observación de los gráficos 8 y 9 se evidencia que todos los datos se acercan a la recta, y no tienen un cambio en su comportamiento, por lo tanto se valida que los datos son paramétricos tanto en la pre-test como en la post-test.

**Dimensión:** Índice de mantenimiento programado

Tabla 28: Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaj e	N	Porcentaj e	N	Porcentaj e
INDICE_DE_MANTTO_P ROG_PRE	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
INDICE_DE_MANTTO_P ROG_POST	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%

Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

Tabla 29: Prueba de normalidad antes – después

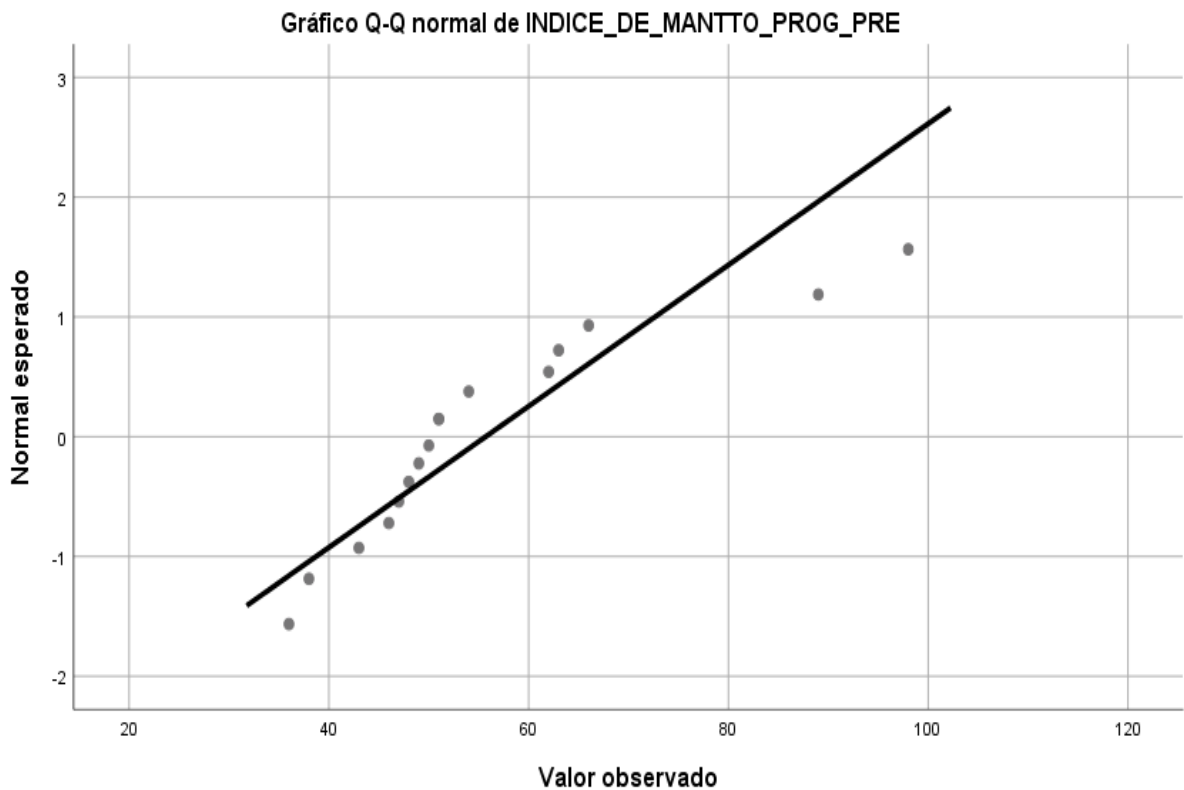
	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
INDICE_DE_MANTTO_P ROG_PRE	,234	16	,019	,839	16	,009
INDICE_DE_MANTTO_P ROG_POST	,205	16	,070	,955	16	,575

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

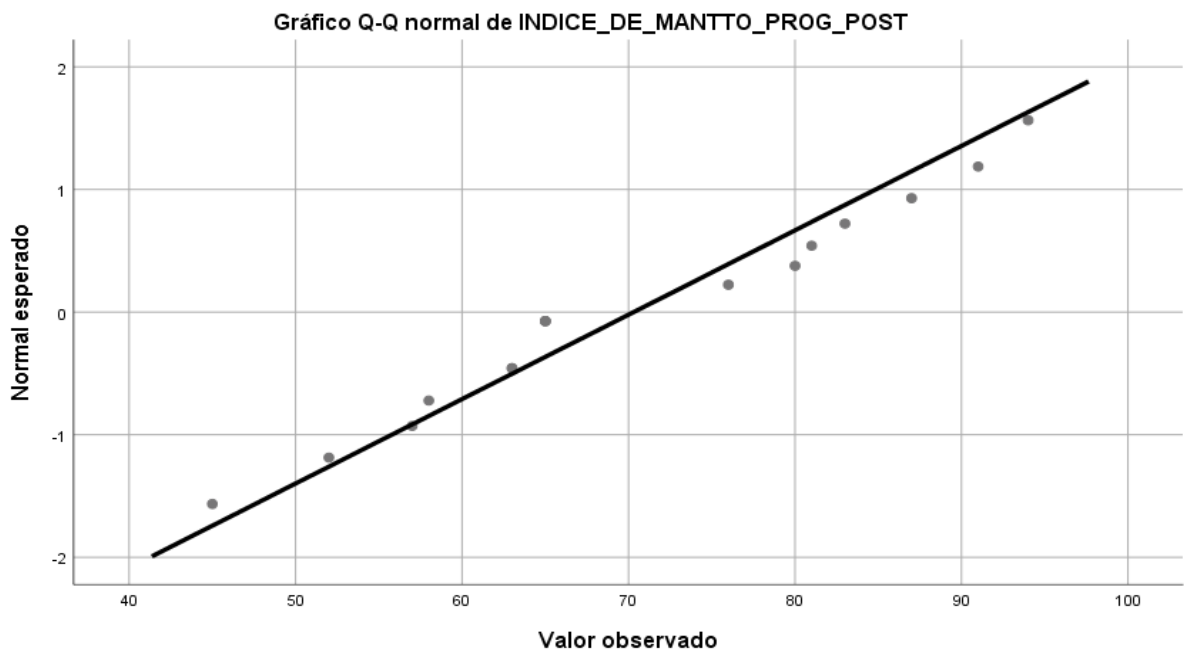
**Interpretación:** Mediante la observación de la Tabla 30, se evidencia que la significancia del índice del mantenimiento programado antes es 0.009 es menor a 0.05, y la significancia del índice del mantenimiento programado después es 0.575 es mayor a 0.05, por lo tanto, según la tabla 26 los datos no son paramétricos entonces para la validación de la hipótesis se utilizara la prueba estadística Wilcoxon.

Gráfico 10: Distribución de datos – antes



Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

Gráfico 11: Distribución de datos – después



Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

**Interpretación:** Mediante la observación de los gráficos 10 y 11 se evidencia que uno de los datos se aleja de la recta (pre) y el otro dato (post) se acercan a la recta, y tiene un cambio en su comportamiento, por lo tanto se valida que los datos no son paramétricos.

#### 4.10 Validación de la Hipótesis

##### 4.10.1 Validación de la hipótesis general

**H<sub>0</sub>:** La aplicación de la Ingeniería RAMS no mejora la gestión de mantenimiento en la empresa Dormakaba, en el año 2019.

**H<sub>1</sub>:** La aplicación de la Ingeniería RAMS mejora la gestión de mantenimiento en la empresa Dormakaba, en el año 2019.

Regla de decisión:

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

$$H_1: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

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

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

Tabla 30: Validación de hipótesis general según muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
1	GESTION_MANTENIMIE	41,625	16	13,14471	3,28618
	NTO_PRE	0			
	GESTION_MANTENIMIE	62,875	16	13,10916	3,27729
	NTO_POST	0			

Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

**Interpretación:** Se infiere de la tabla 31, que la media de la productividad antes 41.625 es menor que la media de la productividad después 62.875, por ello, se acepta la hipótesis alterna, por lo cual queda demostrado que la aplicación de la ingeniería RAMS mejora la gestión de mantenimiento en la empresa Dormakaba, en el año 2019.

Tabla 31: Prueba T-Student de la gestión del mantenimiento

**Prueba de muestras emparejadas**

	Media	Desv. Desviación	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)	
			Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior				Superior
Par 1 GESTION_MANTENIMIENTO_ PRE GESTION_MANTENIMIENTO_ POST	-21,25000	19,62821	4,90705	-31,70914	-10,79086	-4,331	15	,001

Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

**Interpretación:** Mediante la observación de la tabla 32, se evidencia que la significancia de la prueba T-Student, aplicada a la gestión del mantenimiento antes y después es de 0.001 por lo tanto y de acuerdo con la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna que es la aplicación de la ingeniería RAMS mejora la gestión de mantenimiento en la empresa Dormakaba, en el año 2019.

#### 4.10.2 Validación de la hipótesis específica

**HEo:** La aplicación de la Ingeniería RAMS no incrementa el índice de mantenimiento programado en la empresa Dormakaba, en el año 2019.

**HE1:** La aplicación de la Ingeniería RAMS incrementa el índice de mantenimiento programado en la empresa Dormakaba, en el año 2019.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_0 \geq \mu_1$$

$$H_1: \mu_0 < \mu_1$$

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

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

Tabla 32: Estadístico descriptivo de la hipótesis específica

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
INDICE_DE_MANTTO_PRO G_PRE	16	36,00	98,00	55,6875	16,95767
INDICE_DE_MANTTO_PRO G_POST	16	45,00	94,00	70,3125	14,52684
N válido (por lista)	16				

Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

**Interpretación:** De la Tabla 33, queda demostrado que la media del índice de mantenimiento programado antes es 55.6875, lo cual es menor que la media del índice de mantenimiento programado después 70.3125. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, quedando demostrado que la aplicación de la ingeniería RAMS incrementa el índice de mantenimiento programado en la empresa Dormakaba, en el año 2019.



Tabla 33: Prueba de rango – Wilcoxon

		<b>Rangos</b>		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
INDICE_DE_MANTTO_PR OG_POST	-	4 <sup>a</sup>	6,25	25,00
INDICE_DE_MANTTO_PROG_ PRE	-	12 <sup>b</sup>	9,25	111,00
		Empates	0 <sup>c</sup>	
		Total	16	

a. INDICE\_DE\_MANTTO\_PROG\_POST < INDICE\_DE\_MANTTO\_PROG\_PRE

b. INDICE\_DE\_MANTTO\_PROG\_POST > INDICE\_DE\_MANTTO\_PROG\_PRE

c. INDICE\_DE\_MANTTO\_PROG\_POST = INDICE\_DE\_MANTTO\_PROG\_PRE

Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

Tabla 34: Estadísticos de prueba

### Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

	INDICE_DE_MANTTO_PROG_POST - INDICE_DE_MANTTO_PROG_PRE
Z	-2,225 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,026

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: IBM SPSS Estadistics versión 25, elaboración propia

De la Tabla 35, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada al índice de mantenimiento programado antes y después es de 0.026, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna del investigador que especifica que la aplicación de la ingeniería RAMS incrementa el índice de mantenimiento programado en la empresa Dormakaba, en el año 2019.

## **V. DISCUSIÓN**

## **Primera discusión**

Se demuestra en la investigación que la mejora de la gestión de mantenimiento a contrastando un antes y un después con un promedio de 62.82% durante las 16 semanas de implementación generando un incremento porcentual del 21.19%. el indicador de Disponibilidad con la tendencia antes y después de la implementación de mejora con un incremento de promedios en 14.84%.

Es por ello que se coincide con la investigación de Rivera (2011) en su tesis “Sistema de Gestión del Mantenimiento Industrial”, donde menciona que se logró satisfactoriamente los objetivos con respecto a la mejora de la gestión de mantenimiento al incrementar hasta el 45.23% en las mejores prácticas y sensibilización a los trabajadores de mantenimiento en referencia al cuidado de los equipos y maquinarias.

Con la finalidad de lograr contrastar de manera correcta la hipótesis general, es imprescindible comprobar si los 16 datos ingresados al software de SPSS Statistics 25 obtienen un comportamiento paramétrico o no paramétrico. De esa manera los datos obtenidos serán analizados por el estadígrafo Shapiro Wilk o Wilcoxon.

Se infiere de la tabla 31, que la media de la productividad antes 41.625 es menor que la media de la productividad después 62.875, por ello, se acepta la hipótesis alterna, por lo cual queda demostrado que la aplicación de la ingeniería RAMS mejora la gestión de mantenimiento en la empresa Dormakaba, en el año 2019. durante las 16 semanas luego de la implementación de la mejora se obtiene un total de 237.18 horas de perdida con un total de S/. 426,924 Nuevos Soles de perdida efectiva para la empresa.

Tenemos como resultado que después de la implementación entre Agosto y Noviembre se obtuvo un promedio de 1.30 horas / falla. Esto significa que el personal técnico requiere de 1.34 horas para dejar completamente operativa la maquina, además de ello tenemos que el proceso de estampado tiene un valor critico, con 36.07 horas de reparación.

## **Segunda discusión**

Con respecto al primer objetivo planteado en la presente investigación sobre la aplicación de la ingeniería RAMS mejora la disponibilidad en los equipos, es acertada; debido a que el resultado de la investigación luego de la implementación se obtiene un promedio de 89.27% obteniendo una mejora del 14.84% la tendencia del índice de cumplimiento de mantenimiento programado con un promedio final de 70.33% de cumplimiento, demostrando un incremento con respecto al anterior en un 14.64%.

De igual manera en la investigación de Ramos (2016) en su tesis “Diseño de plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad y confiabilidad en las maquinas circulares de la empresa textil” con resultados obtenidos en el índice de disponibilidad respecto al diseño de Mantenimiento propuesto es de 98.5% de disponibilidad, teniendo un nivel de incremento del 16.47%. En la tabla 17, se obtiene como resultado de la disponibilidad un promedio de 89% en relación a las horas programados de producción durante los meses de Agosto y Noviembre 2019 logrando incrementar el porcentaje de disponibilidad en un 15%.

Mediante la observación de la Tabla 28, se puede evidenciar que la significancia de la gestión del mantenimiento antes es 0.113 es mayor a 0.05, y la significancia de la gestión del mantenimiento después es 0.774 es mayor a 0.05, por ello, según la tabla 26 los datos son paramétricos entonces para la validación de la hipótesis se utilizara la prueba estadística T Student. Mediante la observación de los gráficos 10 y 11 se evidencia que uno de los datos se aleja de la recta (pre) y el otro dato (post) se acercan a la recta, y tiene un cambio en su comportamiento, por lo tanto se valida que los datos no son paramétricos.

Se puede observar que dentro de los meses de Agosto y Noviembre se obtuvo un promedio de 22.46 horas / falla, lo cual significa que cada 22.46 horas ocurre una falla en la maquina. En adición a ello se observa que se logra reducir la cantidad de ocurrencias con un resultado de 70 intervenciones.

Se evidencia que la significancia de la prueba T-Student, aplicada a la gestión del mantenimiento antes y después es de 0.001 por lo tanto y de acuerdo con la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna que es la aplicación de la ingeniería RAMS mejora la gestión de mantenimiento en la empresa Dormakaba, en el año 2019.

### **Tercera discusión**

En la presente investigación se pudo demostrar que la validez del segundo objetivo planteado que corresponde a la aplicación de la ingeniería RAMS mejora el índice de mantenimiento programado, con un análisis pre de 55.69% posterior al tratamiento se obtuvo un resultado de 70.33% con un incremento del índice de mantenimiento correspondiente al 14.64% acertando la hipótesis y comparando los resultados Mediante la observación de los gráficos 8 y 9 se evidencia que todos los datos se acercan a la recta, y no tienen un cambio en su comportamiento, por lo tanto se valida que los datos son paramétricos tanto en la pre-test como en la post-test.

Se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada al índice de mantenimiento programado antes y después es de 0.026, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna del investigador que especifica que la aplicación de la ingeniería RAMS incrementa el índice de mantenimiento programado en la empresa Dormakaba, en el año 2019. De acuerdo a la tabla 15, tenemos como resultado que después de la implementación entre Agosto y Noviembre se obtuvo un promedio de 1.30 horas / falla. Esto significa que el personal técnico requiere de 1.34 horas para dejar completamente operativa la maquina, además de ello tenemos que el proceso de estampado tiene un valor crítico, con 36.07 horas de reparación.

De la misma manera el estudio de Rodríguez del Águila (2012) en su tesis “Propuesta de mejora de la Gestión de Mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera en Cajamarca”, donde indica que las tareas programadas cumplidas llegaron a un nivel de 83.25% logrando los objetivos planteados. Se evidencia que la significancia del índice del mantenimiento programado antes es 0.009 es menor a 0.05, y la significancia del índice del mantenimiento programado después es 0.575 es mayor a 0.05, por lo tanto, según la tabla 26 los datos no son paramétricos entonces para la validación de la hipótesis se utilizara la prueba estadística Wilcoxon.

Mediante la observación de la Tabla 30, se evidencia que la significancia del índice del mantenimiento programado antes es 0.009 es menor a 0.05, y la significancia del índice del mantenimiento programado después es 0.575 es mayor a 0.05, por lo tanto, según la tabla 26 los datos no son paramétricos entonces para la validación de la hipótesis se utilizara la prueba estadística Wilcoxon. , se infiere que la diferencia de dinero perdido antes y después de la implementación tiene un total de S/. 456,336 Nuevos Soles, lo que significa que se obtiene un ahorro del 52% en relación al dinero perdido antes de la implementación.

Se demuestra que efectivamente al aplicar la ingeniería RAMS se mejora la gestión del mantenimiento durante las 16 semanas después de la implementación con un resultado final de 62.82%, como también un 89.27% producto de la disponibilidad y finalmente un 70.33% como índice del mantenimiento programado.

En la ilustración 23, se detalla el listado general de los equipos, en el siguiente (*ilustración 24*) se realiza el diagrama de flujo del mantenimiento preventivo. Para ello se diseña el plan maestro de mantenimiento o programa de mantenimiento (*Tabla 2*) de todas las maquinas que intervienen en la producción de llaves clasificando cada una de ellas por tareas mecánicas, hidráulicas y eléctricas; de acuerdo a la criticidad con la que cuentan se establecerá una frecuencia de inspección realizadas por los técnicos con el propósito de saber el cumplimiento de las actividades asignadas y haciendo los reportes respectivos de anomalías o eventos que se puedan suscitar durante y después de la intervención.

Partiendo de las ordenes de trabajo se establecerán las intervenciones con mayor prioridad y programadas en un tiempo establecido (*Ilustración 13*). Por otra parte el personal técnico, con la ayuda de nuevas ordenes de trabajo, realizara la descripción del tipo de intervención que se realizo, los repuestos utilizados, el tiempo, la causa de fallo y algunas observaciones o sugerencias que se pueden realizar.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) nos ayudara a realizar el análisis del modo de falla, causa raíz para poder identificar los efectos que esta ocasiona en cada parada de maquinaria, por otra parte gracias al RCM se podrá generar mejores practicas de intervención, de igual modo la hoja de información ayuda a conocer las función, falla funcional, modo de avería y los efectos de la avería que se dan por cada equipo.

## **VI. CONCLUSIÓN**

- I. Se concluye que el análisis de la situación actual de la empresa con respecto a la gestión de mantenimiento actualmente incremento un 21.19% lo cual representa mejoras en distintos niveles tales como operativos y económicos, todo esto se consiguió con intervención directa de la jefatura apoyando a la búsqueda de información y las causas principales sobre el defecto en la disponibilidad y las horas perdidas no programadas. Definitivamente se encontraron diversas causas, dentro de las cuales nos enfocamos en poder organizar una mejor estructura en el programa de mantenimiento preventivo, además de organizar formatos que ayuden al registro de cada equipo como un historial digital y de esa manera poder tener data para anteponernos ante una falla imprevista.
  
- II. Se concluye que ante este escenario, se utilizaron indicadores que ayuden a cuantificar los resultados, en relación al MTBF (tiempo medio entre fallas) se finalizó con un promedio de 22,46 fallas/hora que significa una ocurrencia de falla cada 22.46 horas frente a las 9.73 horas antes de la implantación obteniendo una mejora de 12.73 horas, por otra parte el MTTR (tiempo medio entre reparación) obtuvo un resultado final de 1.30 horas/falla que significa que por cada falla el tiempo de reparación es de 1.30 horas frente a las 3.75 horas del resultado antes de la implementación obteniendo como mejora en la disminución de tiempo de 2.44 horas.
  
- III. Para culminar, la gestión de mantenimiento se midió por el producto de la disponibilidad y el índice de mantenimiento programado con un resultado final de 62.82% frente a un 41.63% luego de la mejora, ratificando de esa manera que la aplicación de la ingeniería RAMS (Confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad), mejoran la gestión de mantenimiento en la empresa Dormakaba, 2019.



## **VII. RECOMENDACIONES**

- I. Se recomienda a la gerencia y departamento de mantenimiento que para una efectiva gestión de mantenimiento es de suma importancia poder cuantificar con datos reales para saber en qué situación se encuentra y saber la realidad problemática por la que pasa la compañía; de esa manera se podrá medir, controlar y establecer mejoras de oportunidades dentro de la gestión, de igual forma es importante poder difundir a los trabajadores la metodología de confiabilidad y desplegar todo lo que implica el RCM comprometiéndolos en referencia a el cuidado con el medio ambiente, la seguridad, , las buenas prácticas de mantenimiento generando una cultura de mantenimiento en la organización.
  
- II. Se recomienda al jefe de mantenimiento con el objetivo de lograr sostenibilidad en los resultados obtenidos, con respecto a la gestión de mantenimiento, es importante hacer un seguimiento diario, mensual y trimestral a los indicadores, detallando los resultados obtenidos y elaborando una tendencia cumplimiento sobre los resultados obtenidos, es deseable la implementación de software de mantenimiento si la empresa se encuentra en la posibilidad de hacerlo.
  
- III. Para finalizar se recomienda al departamento de mantenimiento que es importante conservar el historial de equipos que ayuden a controlar información en referencia a las intervenciones, cambio de repuestos y características de la máquina. Asimismo controlar los formatos brindados durante la investigación que ayuden al objetivo de asegurar la máxima disponibilidad de las maquinas en la línea de llaves. De igual manera es importante poder actualizar el programa de mantenimiento cada frecuencia determinada, esto va depender del tipo de falla que la maquina va presentando a futuro y a los recursos con las que cuenta el departamento de mantenimiento.

## **VIII. REFERENCIAS**

- Abarza, F. (2012). *Investigación aplicada vs investigación pura (básica)*. Retrieved agosto, 29, 2013.
- Amiel, J. (2014). *Metodología y diseño de la investigación Científica*. (1°ed.). Miraflores, Perú: Editorial de la Universidad Científica del Sur.
- Arias, F (2012). *El proyecto de Investigación*. (6ª ed.). Venezuela: Editorial Episteme, C.A.
- Arias, F. (2013). *El proyecto de la investigación: Introducción a la metodología científica*. Venezuela: Episteme.
- Baena, G. (2014). *Metodología de la Investigación*. (1° ed.). México: Grupo Editorial Patria.
- Barreiro, C., Maneiro, I., & Riveiro, I. (2006). *Tratamiento de datos*. Madrid: Ediciones.
- Bautista, M. E. (2009). *Manual de Metodología de Investigación*. (3a ed.). Caracas, Venezuela: Editorial TALITIP S.R.L.
- Becerra, G. & Paulino, J. “*El análisis de confiabilidad como herramienta para optimizar la gestión del 8 mantenimiento preventivo de los equipos de la línea de flotación en un centro minero*”. Tesis (Maestro en Ingeniería con mención en Gerencia e Ingeniería de Mantenimiento). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012.
- Behard, R. (2014). Daniel. *Metodología de la investigación*. Editorial Shalom: 2008. 94p.
- Bernal, C. A. (2016). *Metodología de la investigación* (No. 001.42 B4564m Ej. 1 022619). Pearson,.
- Bruhn, K. (2015). *La comunicación y los medios Metodologías de investigación cualitativa y cuantitativa*. (1ª ed.). México: Fondo de cultura económica
- Castañeda & Pérez (2017). “*Metodología para desarrollar un sistema de gestión de activos enfocado al mantenimiento según normatividad ISO 55000:2014*”. Caso de estudio: Subestación Eléctrica de la Facultad Tecnológica, Universidad Distrital. Universidad Distrital Francisco José de Caldas
- Cegarra, J. (2012) *Evaluación de la eficiencia de la investigación*. (1° ed.). Madrid, España: Ediciones Diaz de Santos, S.A.
- Cruz, R. (2016). Luis. “*Diseño de plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad y confiabilidad en las maquinas circulares de la empresa*

- textil WG SAC*” – Lima. Tesis (Ingeniero mecánico electricista). Perú: Universidad César Vallejo.
- Curiel, R. & Padilla, G. (2012). “*Análisis de confiabilidad en los equipos de bombeo de agua cruda en la empresa Acuacar S.A*”. Tesis de grado (especialista en gerencia de mantenimiento). Venezuela: Universidad Tecnológica de Bolívar.
- Da Costa (2013). “*Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción*”. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- El Comercio. (2019). *Industria metalmeccánica creció un 10.2% a Octubre 2018*. Recuperado de: <https://elcomercio.pe/economia/sni-industria-metalmeccanica-crecio-10-2-octubre-2018-noticia-nndc-594625-noticia/>
- Gallardo, Y. & Moreno A. (2012) *Aprender a Investigar* (3° ed.). Colombia: Arfo Editores Ltda.
- García, G, Santiago. “*La contratación del Mantenimiento Industrial*”. Ediciones Días de Santos: Madrid, 2010. 143p.
- Gil, P. J. A. (2013). *Estadística e informática (SPSS) en la investigación descriptiva e inferencial*.
- González, F. *Teoría y práctica del Manteamiento Industrial Avanzado*. 2da Edición, Artegaft. Madrid: 2014. 389p.
- Heitlager, I., Kuipers, T., & Visser, J. (2014). *A practical model for measuring maintainability*. Sixth International Conference on the Quality of Information and Communications Technology (pp. 30-39). IEEE.
- Hernández, S. (2014). *Metodología de la Investigación*. 6ta edición. Interamericana editores: México, 634p.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. (6ª ed.). México: Mc Graw-Hill.
- Hines, W. Montgomery, D. & Goldsman, D. (2012). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería*. Grupo Editorial PATRIA. 4ta. Edición. México.

- Jennings, D. W., & Terpenney (2016). *Forecasting Obsolescence Risk and Product Life Cycle With Machine Learning*. IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology.
- Ley N° 29783. *Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 27 de Octubre del 2016.
- Milanese, N. & Christian. (2013). *Diseño de un plan preventivo basado en el mantenimiento centrado en la confiabilidad en la máquina papelera*. Tesis (Ingeniero mecánico). Venezuela: Universidad Simón Bolívar.
- Mora, G. & Alberto. (2013). *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. Alfaomega Grupo Editor: México. 528p.
- Moubray, J. (2013). *“Mantenimiento centrado en la confiabilidad”*. Deerfield RD: Estados Unidos - Lillington North Carolina.
- Ñaupas, H., et al (2013). *Metodología de la investigación*. (4° ed.). Colombia: Ediciones de la U.
- Okwuobi, I. Ajayi, E. Kehinde, O. & Akinlabi. (2018). *A Reliability-Centered Maintenance Study for an Individual Section-Forming Machine*. Machine Design. 6 (50).
- Parra, C. & Crespo A. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la gestión de activos*. Igenon: Sevilla. 166p.
- Reyes, L., & Ocampo, J. (2013). *Ingeniería de Mantenimiento. Teoría y Problemas*. Primera ed. Editores S, editor. Lima, Perú.
- Rivas, L. (2014). *Estructura y metodología de una tesis*. (1° ed.). México: Editorial Trillas.
- Rodriguez del Águila, M. (2012). *“Propuesta de mejora de la Gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera en Cajamarca”*. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Privada del Norte.
- Rodríguez, J. (2012) *“Metodología para incrementar la productividad de una línea de fabricación de lámparas”*. (Tesis para obtener el título de Maestro en ciencias). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

- Seas. (2015). *Estudios Superiores Abiertos, Gestión de Mantenimiento* 1° ed. Grupo Sanvalero. 250 p.
- Sepúlveda, G. (2016). “*Planificación del mantenimiento en Compañía papelera del Pacífico S.A, apoyado por MPX MANTEC*”. Tesis (Ingeniero de ejecución mecánica). Chile: Universidad de Talca – Curico.
- Tafur, R. & Izaguirre M. (2017) *Como hacer un proyecto de investigación*. (2° ed.). Bogotá, Colombia: Alfaomega Colombiana S. A.
- Tafur, R., & Izaguirre, M. (2014). *Cómo hacer un proyecto de investigación*. México D.F.: Alfa omega
- Tamayo, Siesquen (2014). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Departamento académico de metodología de investigación*. Chimbote, Perú.
- Tomás, J. (2012). *Fundamentos de bioestadística y análisis de datos para enfermería*. Barcelona: Servei de Publicacions.
- Valderrama, S (2013). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. (3° ed.). Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Valdez, A. J. (2014). “*Diseño de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo aplicado a los equipos de la empresa Remaplast*”. Título de grado (Administrador Industrial). Colombia: Universidad de Cartagena.
- Vargas, E. (2017). “*Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad en el área de repujado de la empresa Industrias FAMY EIRL, Los Olivos, 2017*”. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad César Vallejo.
- Villacres, S. (2016). “*Desarrollo de un plan de Mantenimiento aplicando la metodología de Mantenimiento basado en la Confiabilidad (RCM) para el vehículo Hidrocleaner Vactor M654 de la empresa Etapa EP*”. Trabajo de investigación (Magister en Gestión de Mantenimiento Industrial). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Vishnu, Regikumar (2016). *Reliability Based Maintenance Strategy Selection in Process Plants: A Case Study*. *Procedia Technology* 25 (2016) pp. 1080 – 1087.
- Yuni, J. A., & Urbano, C. A. (2014). *Técnicas para investigar* 1. Editorial Brujas.

## **ANEXOS**



## Anexo I. Exportaciones por sectores económicos

Perú: Exportaciones por Sectores Económicos (US\$ Millones)								Análisis Histórico US\$ Millones
Part. %	Principales Productos Exportados	Año		Var. %	Enero		Var. %	
		2017	2018		2018	2019		
<b>72,3%</b>	<b>Tradicionales</b>	<b>32 643</b>	<b>34 622</b>	<b>6,1%</b>	<b>2 843</b>	<b>2 459</b>	<b>-13,5%</b>	
<b>57,9%</b>	<b>Minero</b>	<b>26 540</b>	<b>27 705</b>	<b>4,4%</b>	<b>2 346</b>	<b>1 952</b>	<b>-16,8%</b>	<b>MINERÍA</b>
31,2%	Cobre	13 845	14 939	7,9%	1 226	1 083	-11,6%	
14,8%	Oro	7 228	7 071	-2,2%	654	475	-27,3%	
5,4%	Zinc	2 399	2 573	7,3%	212	130	-38,6%	
<b>8,8%</b>	<b>Petróleo y gas natural</b>	<b>3 488</b>	<b>4 216</b>	<b>20,9%</b>	<b>438</b>	<b>296</b>	<b>-32,6%</b>	
4,9%	Petróleo y derivados	2 009	2 338	16,4%	276	148	-46,3%	<b>AGROEXPORTACION</b>
2,2%	Gas natural	772	1 042	34,9%	102	100	-1,6%	
1,7%	Nafta	706	836	18,3%	61	48	-21,9%	
<b>4,1%</b>	<b>Pesquero</b>	<b>1 789</b>	<b>1 939</b>	<b>8,4%</b>	<b>11</b>	<b>159</b>	<b>1311,6%</b>	
3,3%	Harina de pescado	1 459	1 563	7,2%	4	139	3177,7%	
0,8%	Aceite de pescado	330	375	13,8%	7	20	181,3%	
<b>1,6%</b>	<b>Agropecuario</b>	<b>827</b>	<b>763</b>	<b>-7,7%</b>	<b>48</b>	<b>52</b>	<b>10,1%</b>	
1,4%	Café	714	682	-4,5%	41	42	2,1%	
0,0%	Azúcar y chancaca	70	21	-69,6%	0	7	1451,2%	<b>QUÍMICOS</b>
0,1%	Resto	43	60	38,7%	6	3	-45,4%	
<b>27,7%</b>	<b>No Tradicionales</b>	<b>11 742</b>	<b>13 242</b>	<b>12,8%</b>	<b>1 129</b>	<b>1 220</b>	<b>8,1%</b>	
<b>12,3%</b>	<b>Agropecuario</b>	<b>5 104</b>	<b>5 865</b>	<b>14,9%</b>	<b>578</b>	<b>664</b>	<b>15,0%</b>	
1,7%	Uva	649	819	26,1%	214	252	17,7%	
1,7%	Palta	629	793	26,0%	7	4	-33,9%	
1,1%	Arándano	372	549	47,5%	29	59	105,8%	
1,1%	Espárrago	547	527	-3,6%	53	47	-10,8%	
0,7%	Mango	271	356	31,1%	83	95	15,0%	
0,6%	Cacao y derivados	237	267	12,8%	18	18	-3,9%	
0,4%	Cítricos	203	210	3,4%	2	2	-11,1%	
<b>3,2%</b>	<b>Químico</b>	<b>1 381</b>	<b>1 555</b>	<b>12,6%</b>	<b>120</b>	<b>117</b>	<b>-2,8%</b>	
1,1%	Plástico y sus manufacturas	453	526	16,0%	36	44	21,2%	<b>TEXTILES</b>
0,2%	Oxido de zinc	91	110	20,9%	8	7	-2,3%	
0,1%	Acido sulfúrico	27	70	160,6%	5	2	-47,1%	
0,1%	Lacas colorantes	59	64	9,0%	7	5	-31,0%	
0,0%	Acido ortobórico	23	20	-12,4%	2	2	38,2%	
0,0%	Sulfatos de cobre	10	14	38,0%	1	1	33,0%	
<b>2,9%</b>	<b>Textil</b>	<b>1 272</b>	<b>1 402</b>	<b>10,2%</b>	<b>101</b>	<b>124</b>	<b>22,0%</b>	
0,7%	T-shirts de punto, de algodón	288	324	12,7%	26	28	7,4%	
0,6%	Otras prendas de vestir de algodón	240	269	11,9%	21	24	16,3%	<b>PESQUEROS</b>
0,5%	Productos de lana y pelo fino	210	252	19,9%	15	21	38,5%	
<b>2,9%</b>	<b>Pesquero</b>	<b>1 089</b>	<b>1 371</b>	<b>25,9%</b>	<b>90</b>	<b>87</b>	<b>-2,9%</b>	
1,3%	Pota	390	624	60,0%	17	30	82,1%	
0,5%	Langostino	217	222	2,5%	16	16	2,6%	
0,4%	Pescado congelado	212	207	-2,3%	40	21	-48,3%	
0,2%	Conservas de pescado	76	109	43,4%	5	6	18,0%	
<b>2,5%</b>	<b>Sidero-metalúrgico</b>	<b>1 150</b>	<b>1 195</b>	<b>3,9%</b>	<b>100</b>	<b>89</b>	<b>-11,0%</b>	
0,7%	Zinc en bruto sin alear	333	354	6,0%	30	21	-31,8%	
0,4%	Alambre de cobre refinado	205	203	-0,9%	20	17	-15,5%	
0,3%	Barras de hierro o acero	98	121	23,8%	5	10	92,9%	
<b>1,3%</b>	<b>Minería no metálica</b>	<b>587</b>	<b>628</b>	<b>7,0%</b>	<b>47</b>	<b>42</b>	<b>-10,3%</b>	
0,5%	Fوسفatos de calcio natural	207	231	11,8%	21	17	-19,7%	
0,3%	Productos cerámicos	117	127	8,6%	8	8	-3,8%	
<b>1,3%</b>	<b>Metal mecánico</b>	<b>534</b>	<b>599</b>	<b>12,2%</b>	<b>48</b>	<b>44</b>	<b>-7,3%</b>	
0,3%	Forestal	122	124	2,0%	7	11	57,1%	
0,2%	Joyería	106	114	7,2%	8	12	56,4%	
<b>0,8%</b>	<b>Otros (Papel, artesanía, cuero)</b>	<b>398</b>	<b>389</b>	<b>-2,3%</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>-2,8%</b>	
<b>100%</b>	<b>Total</b>	<b>44 385</b>	<b>47 864</b>	<b>7,8%</b>	<b>3 972</b>	<b>3 679</b>	<b>-7,4%</b>	
59%	- Minería (Metálica y No Metálica)	27 127	28 333	4,4%	2 393	1 995	-16,7%	
14%	- Agropecuarios (Tradicional + No Tradicional)	5 930	6 628	11,8%	625	717	14,7%	
7%	- Pesca (Tradicional + No Tradicional)	2 877	3 310	15,0%	101	246	143,1%	

Fuente: Ministerio de comercio exterior y turismo

## Anexo 2. Matriz de consistencia

Fuente: Elaboración propia

TÍTULO	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Aplicación de la ingeniería RAMS para mejorar la gestión del mantenimiento en la empresa Dormakaba, 2019	¿De que manera la Aplicación de la ingeniería RAMS mejora la gestión del mantenimiento en la empresa Dormakaba, 2019?	La Aplicación de la ingeniería RAMS mejora la gestión del mantenimiento en la empresa Dormakaba, en el año 2019.	Determinar de qué manera la aplicación de la ingeniería RAMS mejora la gestión del mantenimiento en la empresa Dormakaba, en el año 2019.	INGENIERÍA RAMS	Para Moubray (2004), "Es un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual" (p.7).	Es una de las metodologías de mantenimiento más utilizadas en gran parte de la industria.	CONFIABILIDAD	$MTBF = \frac{TIEMPO\ TOTAL\ DE\ OPERACIÓN}{N^{\circ}\ DE\ FALLAS}$	RAZÓN
	¿De que manera la Aplicación de la ingeniería RAMS incrementa el índice de mantenimiento programado en la empresa Dormakaba, 2019?	La Aplicación de la ingeniería RAMS incrementa el índice de mantenimiento programado en la empresa Dormakaba, en el año 2019.	Determinar de qué manera la aplicación de la ingeniería RAMS incrementa el índice de mantenimiento programado en la empresa Dormakaba, en el año 2019.				MANTENIBILIDAD	$MTTR = \frac{TIEMPO\ TOTAL\ DE\ REPARACIÓN}{N^{\circ}\ DE\ FALLAS}$	RAZÓN
	PROBLEMA GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
	¿De qué manera la aplicación de la ingeniería RAMS mejora la Gestión de Mantenimiento en la empresa Dormakaba, en el año 2019?	La aplicación de la ingeniería RAMS mejora la Gestión de Mantenimiento en la empresa Dormakaba, en el año 2019	Determinar de qué manera la aplicación de la ingeniería RAMS mejora la Gestión de Mantenimiento en la empresa Dormakaba, en el año 2019	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	Según Mora (2009), "La gestión de mantenimiento es aquel sistema de gestión que planifica, organiza, dirige, controla y administra todo lo inherente a mantenimiento. A la vez, responde a las necesidades de producción, contribuyendo a la productividad y competitividad de la empresa" (pág. 54).	La gestión de mantenimiento dentro de una organización cumple una labor importante para poder cumplir con los objetivos trazados; por ello esta gestión debe tener la capacidad de poder organizar, planificar, y administrar los recursos que tiene y como parte fundamental el recurso más valioso que es la parte de operación.	DISPONIBILIDAD	$D = \frac{HORAS\ TOTALES - HORAS\ POR\ MANTENIMIENTO}{HORAS\ TOTALES} \times 100$	PORCENTUAL
						INDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO	$IMP = \frac{HRS\ DE\ MANTTO\ PROGRAMADO}{TOTAL\ HRS\ REAL\ DE\ MANTTO} \times 100$	PORCENTUAL	

### Anexo 3. Matriz de Operacionalización de las variables

Aplicación de la Ingeniería RAMS para Mejorar la Gestión del Mantenimiento en la Empresa Dormakaba, 2019									
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	TOMA DE MEDIDA	TÉCNICA	INSTRUMENTO	INDICADOR	FORMULA	ESCALA
VI: INGENIERÍA RAMS	Para Moubray(2004), "Es un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual" (p.7).	La ingeniería RAMS es el conjunto de metodologías de mantenimiento más utilizadas en gran parte de la industria. Aplicándolo en toda la parte sistemática integral de la organización se podrán conseguir los objetivos deseados por el área: Aumentar la disponibilidad, aumentar la vida útil de los equipos y minimizar los costes de mantenimiento ayudando a la productividad del proceso.	<b>CONFIABILIDAD</b> Para Mora (2009) "Es la Probabilidad de que un equipo realice satisfactoriamente las funciones requeridas, bajo las condiciones especificadas en un determinado periodo de tiempo" (p. 260-265).	SEMANAL	Oservación y Registro	Cronometro y Ficha de recoleccion de datos	% de Confiabilidad	<b>Tiempo Promedio Entre Fallas (MTBF)</b> $MTBF = \frac{TIEMPO\ TOTAL\ DE\ OPERACIÓN}{N^{\circ}\ DE\ FALLAS} \times 100$	RAZÓN
			<b>DISPONIBILIDAD</b> Según Mora (2009) "Es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total que en que se puede esperar que un equipo se encuentre disponible para cumplir con la función en la cual fue destinado" (p. 267).	SEMANAL	Oservación y Registro	Cronometro y Ficha de recoleccion de datos	% de la Disponibilidad	<b>Tiempo Promedio en Reparación (MTTR)</b> $D = \frac{TOTAL\ HRS\ PROG. - HRS\ POR\ MANTTO}{TOTAL\ HRS\ PROG.} \times 100$	RAZÓN
			<b>MANTENIBILIDAD</b> Según Mora (2009), "Es la probabilidad de que un equipo pueda ser reparado satisfactoriamente en un tiempo determinado ante una falla o interrupción en su funcionamiento" (p. 266).	SEMANAL	Oservación y Registro	Cronometro y Ficha de recoleccion de datos	% del Tiempo promedio entre fallas	<b>Tiempo Promedio en Reparación (MTTR)</b> $MTTR = \frac{TIEMPO\ TOTAL\ DE\ REPARACIÓN}{N^{\circ}\ DE\ FALLAS} \times 100$	RAZÓN
VD: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	De acuerdo a Mora (2009), "La gestión de mantenimiento es aquel sistema de gestión que planifica, organiza, dirige, controla y administra todo lo inherente a mantenimiento. A la vez, responde a las necesidades de producción contribuyendo a la productividad y competitividad de la empresa" (p. 54).	La gestión de mantenimiento dentro de una organización cumple una labor importante para poder cumplir con los objetivos trazados de la empresa; por ello esta gestión debe tener la capacidad de poder organizar, planificar, y administrar los recursos que tiene y como parte fundamental el recurso más valioso que es la parte de operación.	<b>ÍNDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO</b> Según Parra y Crespo (2012), "Consiste en determinar el porcentaje de horas teóricas invertidas en dar mantenimiento programado a un activo de la empresa todo esto dividido entre las horas totales reales del mantenimiento multiplicado por cien" (P. 68).	SEMANAL	Oservación y Registro	Cronometro y Ficha de recoleccion de datos	% del índice de Mantenimiento	<b>IMP</b> = $\frac{HRS\ DE\ MANTTO\ PROGRAMADO}{TOTAL\ HRS\ REAL\ DE\ MANTTO} \times 100$	RAZÓN

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 4. Plan de acción

PROCESO: MEJORA EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				
ITEM	CAUSA	ACCIÓN	RESPONSABLE	SEM1	SEM2	SEM3	SEM4	SEM1	SEM2	SEM3	SEM4	SEM1	SEM2	SEM3	SEM4	SEM1	SEM2	SEM3	SEM4	
1	Inspección deficiente	Iniciar a medir la situación actual con respecto a	planner de mantenimiento																	
		Desarrollar la estrategia de análisis de confiabilidad con participación del personal de	jefe de mantenimiento																	
		Idealizar con charlas las buenas prácticas y cultura de mantenimiento.	supervisor de mantenimiento																	
2	Deficiente mantenimiento preventivo	Crear programa de mantenimiento preventivo mensual.	planner de mantenimiento																	
		Priorizar reparaciones en equipos críticos con tiempo programado.	jefe de mantenimiento																	
3	Insuficiente mantenimiento predictivo	Crear formato de lubricación de máquina y equipos de planta.	planner de mantenimiento																	
		Desarrollar programa de mantenimiento predictivo.	jefe de mantenimiento																	
4	Incumplimiento de programa de mantenimiento	Establecer indicador de cumplimiento de programa de mantenimiento.	jefe de mantenimiento																	
		Mantener una línea de tendencia para sostener los indicadores de cumplimiento.	planner de mantenimiento																	
5	Falta de evidencias e historial de equipos	Crear formato de historial de equipos.	planner de mantenimiento																	
		Desarrollar archivos digitales para los equipos y máquina de planta.	planner de mantenimiento																	
		Desarrollar lista de repuestos y componentes críticos en la máquina.	planner de mantenimiento																	

Fuente: Elaboración propia

**GRUPO KLAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Rosero  
 Jefe de Calidad

## Anexo 5. Tabla de correlación

ÍTEM	DESCRIPCION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Inspecciones deficientes	Mantenimiento insuficiente mensual	Falta de compromiso	altos índices de backlogs	Falta planificación	Falta de capacitación	Deterioro por antigüedad	Diferencia de pensamientos entre producción y mantenimiento	Deficiente mantenimiento preventivo	No existe evidencias e historial de equipos	Falta idealizar la cultura de mantenimiento	Operación inapropiada	Alta demanda de producción	Insuficiente mantenimiento predictivo	Incumplimiento de programa de mantenimiento
1	Inspecciones deficientes		1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
2	Mantenimiento insuficiente mensual	1		1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
3	Falta de compromiso	0	0		0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
4	altos índices de backlogs	1	1	0		1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
5	Falta planificación	1	1	0	1		0	0	0	1	1	1	0	1	1	1
6	Falta de capacitación	1	0	1	1	1		0	0	0	1	0	1	0	1	0
7	Deterioro por antigüedad	0	1	1	0	0	0		0	1	0	0	0	1	0	0
8	Diferencia de pensamientos entre producción y mantenimiento	0	1	1	0	1	0	0		1	0	1	0	0	0	1
9	Deficiente mantenimiento preventivo	1	1	1	1	1	1	0	1		1	1	0	1	1	1
10	No existe evidencias e historial de equipos	1	1	1	1	1	1	0	0	1		1	0	1	1	1
11	Falta idealizar la cultura de mantenimiento	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1		1	0	0	1
12	Operación inapropiada	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1		1	0	0
13	Alta demanda de producción	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0		1	1
14	Insuficiente mantenimiento predictivo	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1		1
15	Incumplimiento de programa de mantenimiento	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Fuente: elaboración propia

GRUPO LAUS S.A.C.  
  
 Carlos Rivera Resho  
 Jefe de Calidad


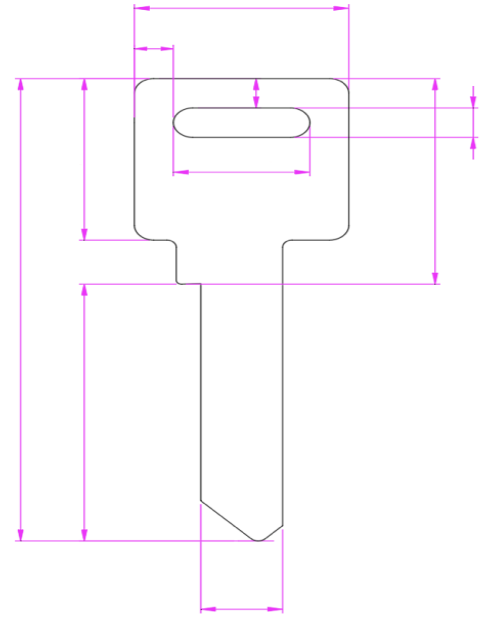
Anexo 6. Formato de reporte de eficiencia

REPORTE DE EFICIENCIA DE SUPERVISOR						GP-JP-F- 24 Revisión :01		
	Fecha							
	Turno							
	Supervisor							
	Horas a Trabajar							
				INICIO	FIN			
Calidad								
Gramaje (gr/m <sup>2</sup> )								
Ancho de Bobina (m)								
Velocidad de Maquina (m/min)								
Produccion Real (Kg)								
	TIEMPO 1	TIEMPO 2	TIEMPO 3	TIEMPO 4	TIEMPO 5			
HORA DE INICIO								
Horas Productivas por problemas operativos								
Horas Productivas por problemas mecanicos								
Horas Disponibles								
Productividad (Kg/Hr)								
Produccion sin problemas operativos (Kg)								
Produccion sin problema Mecanico (Kg)								
<b>Problemas Operativos</b>								
Item	Característica	Tiempo Perdido 1 (hrs)	Tiempo Perdido 2 (hrs)	Tiempo Perdido 3 (hrs)	Tiempo Perdido 4 (hrs)	Tiempo Perdido 5 (hrs)	Total	Observaciones
1							0	
2							0	
3							0	
4							0	
5							0	
6							0	
7							0	
8							0	
9							0	
10							0	
Total tiempo Perdido (Hrs)		0	0	0	0	0		
<b>Problemas Mecánicos</b>								
Item	Característica	Tiempo Perdido 1 (hrs)	Tiempo Perdido 2 (hrs)	Tiempo Perdido 3 (hrs)	Tiempo Perdido 4 (hrs)	Tiempo Perdido 5 (hrs)	Total	Observaciones
1							0	
2							0	
3							0	
4							0	
5							0	
6							0	
7							0	
8							0	
9							0	
10							0	
Total tiempo Perdido (Hrs)		0	0	0	0	0		


Fuente: Elaboración propia

**GRUPO KLAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Rosendo  
 Jefe de Calidad


Anexo 7: Formato de producción diaria - troquelado

 <b>CONTROL DE PRODUCCIÓN INSPECCIÓN POR MÁQUINA</b>										CÓDIGO	FTR_001								
										VERSIÓN	1								
										AÑO	2019								
ÁREA			TROQUELADO			FECHA						MÁQUINA				TURNO			
Hora Inicio	Hora Fin	N° OP	COD. LLAVE	N° LATA	PESO (Kg)	CANTIDAD UND.	SIGUIENTE PROCESO	COD. OPERARIO	VERIFICADO	DATOS TÉCNICOS									
																			

Fuente: Elaboración propia

**GRUPO KLAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Rosillo  
 Jefe de Calidad

## Anexo 8: Formato de producción diaria - fresado

	<b>CONTROL DE PRODUCCIÓN - FRESADO</b>						CÓDIGO:	FPR_002													
							VERSIÓN:	6													
							FECHA:	4/12/19													
Fecha:	<input type="text"/>	Turno:	<input type="text"/>	Máq:	<input type="text"/>	Veloc:	<input type="text"/>	Cód. Producto:	<input type="text"/>	Sub Proceso:	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Espada</td> <td>Dorsado</td> <td>Cabeza</td> <td>Punta</td> <td>Tetra</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </table>	Espada	Dorsado	Cabeza	Punta	Tetra	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Espada	Dorsado	Cabeza	Punta	Tetra																	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																	

Hora Inicio	Hora Fin	Código Operario	Orden de Producción	Tarjeta de Identificación	Peso Final (kg.)	Cantidad (Unids)	Siguiente Proceso	AUTOCONTROL: 50 llaves			Medidas (Encargado)	Tipo de Parada	Observaciones
								Unidades Rechazadas					
								Estético (Operario)	Funcional Probador (Operario)	Resultado (Liberado/Rechazado)			

Menudo:	<input type="text"/>	Viruta:	<input type="text"/>	Mal troquel:	<input type="text"/>	Mal fresada:	<input type="text"/>	Mal Fundición:	<input type="text"/>	Firma Supervisor:	<input type="text"/>
---------	----------------------	---------	----------------------	--------------	----------------------	--------------	----------------------	----------------	----------------------	-------------------	----------------------

**Tipos de parada**

- |                               |                         |                                |                                 |                |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------|
| 1. Setup (Puesta a Punto)     | 5. Cambio de Fresas     | 9. Fabricación de Utilaje      | 13. Regulación de máquina       | 17. Refrigerio |
| 2. Falla eléctrica de máquina | 6. Accidente de trabajo | 10. Corte de energía eléctrica | 14. Falta de Personal           | 18. Otros      |
| 3. Falla mecánica de máquina  | 7. Reuniones            | 11. Falta de aire comprimido   | 15. Limpieza de utilajes        |                |
| 4. Falla de Utilaje           | 8. Falta de Material    | 12. Material Defectuoso        | 16. Limpieza de Zona de trabajo |                |


Muestra : 50 unidades por lata		Estético		Funcional		AQL
Control		Ac	Re	Ac	Re	
Medidas (Según plano)	Fabricante	-	-	0	1	0.01
	Reposición	-	-	1	2	1
Probador	Fabricante	-	-	0	1	0.01
	Reposición	-	-	1	2	1
Estético	General	2	1	-	-	1.5

Fuente: Elaboración propia

  
  
 Carlos Rivera Rosillo  
 Jefe de Calidad



Anexo 9: Formato de tarjeta de identificación de llaves

	<b>TARJETA DE IDENTIFICACIÓN LLAVES</b>				CÓDIGO	FTR_002
					VERSIÓN	5
					AÑO	2019
LOTE		O/P		LETRA		
CÓDIGO		N° DE LATA				
		ACABADO		AMARILLA ( ) NIQUELADA ( )		
PROCESO	PESO (Kg)	UNIDADES	FECHA	TURNO	MAQ.	OPERARIO

Fuente: Elaboración propia

**GRUPO KLAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Rosendo  
 Jefe de Calidad

Anexo 9: Tiempo de Set Up de troqueladoras

	<h2>Control de Tiempo - PP- Troquelado</h2>	CÓDIGO:	
		VERSIÓN:	1
		FECHA:	4/12/19

Fecha	Operario	Código del Producto	Hora Inicio	Hora fin	Tiempo Total	Indicador
11/05/19	Oscar	VII	10:20	10:42	00:22	●
11/05/19	Oscar	CA7	02:30	02:50	00:20	●
11/05/19	Miranda	TR3	03:20	04:00	00:40	●
12/05/19	Oscar	CAD7 NIQ	07:20	08:00	00:40	●
12/05/19	Oscar	IK-2P	11:20	11:55	00:35	●
12/05/19	Oscar	YA29	03:00	03:45	00:45	●
12/05/19	Oscar	KW4	06:10	06:45	00:35	●
12/05/19	Miranda	TR3	15:00	15:45	00:45	●
12/05/19	Narrea	QU1	08:10	08:40	00:30	●
12/05/19	Narrea	CC85 NIQ	12:40	13:10	00:30	●
13/05/19	Oscar	YA10	09:15	09:43	00:28	●
13/05/19	Oscar	KW4	17:00	17:35	00:35	●
13/05/19	Narrea	TR1	08:10	08:40	00:30	●
13/05/19	Narrea	7AP	13:25	13:55	00:30	●
14/05/19	Narrea	AM7	17:00	17:35	00:35	●
14/05/19	Oscar	VI2	12:40	13:20	00:40	●

Fuente: Elaboración propia

**GRUPO KLAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Reñón  
 Jefe de Calidad

Anexo 10: Tiempo de Set Up de fresadoras



# Control de Tiempo - PP - Fresado

CÓDIGO:

VERSIÓN:

FECHA:

1

3/12/19


Fecha	Máquina	Operario	Código del Producto	Hora Inicio	Hora fin	Tiempo Total	Indicador
4/11/19	G28	Villar	W108	16:00	16:39	00:39	●
4/11/19	G31	Villar	CA7	08:10	08:42	00:32	●
5/11/19	G34	Villar	PA7	15:40	16:12	00:32	●
6/11/19	G29	Villar	TR3	09:00	09:37	00:37	●
7/11/19	G30	Villar	VI2	08:30	09:10	00:40	●
7/11/19	G28	Villar	VI2	09:12	09:46	00:34	●
8/11/19	G26	Villar	YA35	15:00	15:38	00:38	●
11/11/19	G29	Villar	CA7	10:30	11:06	00:36	●
11/11/19	G31	Villar	YA35	08:40	09:13	00:33	●
11/11/19	G28	Villar	YA35	15:45	16:20	00:35	●
12/11/19	G33	Villar	YA1	07:35	08:37	01:02	●
12/11/19	G30	Villar	VI14	10:40	11:15	00:35	●

Fuente: Elaboración propia

GRUPO KLAUS S.A.C.  
  
 Carlos Rivera Rueda  
 Jefe de Calidad

*Anexo 11: Formato de orden de trabajo*


**ORDEN DE TRABAJO - REPORTE MANTENIMIENTO**

				N° OT Cód./Maquina	
Fecha		Hr Inicio		Hr Fin	
<b>DATOS DEL TÉCNICO ENCARGADO</b>					
Nombre(s)				Código	
<b>OPERADOR DE LA MAQUINA</b>					
Nombre / Código				Turno	
<b>TIPO DE INTERVENCIÓN</b>					
Eléctrico	Neumático	Mecánico	Hidráulico	Otros	
<b>DIAGNÓSTICO DE LA MAQUINA</b>					
Falla		Causa		Solución	
<b>OBSERVACIONES</b>					

*Fuente: Elaboración propia*

**GRUPO KLAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Resco  
 Jefe de Calidad

*Anexo 12: Formato de charla de 5 minutos*

	<b>REGISTRO DE CHARLAS DE 5 MINUTOS</b>			CÓDIGO	FSIG 097
				VERSIÓN	1
				AÑO	2019
CHARLA N°		RESPONSABLE DICTADO			
FECHA		HORA INICIO		HORA FIN	
NOMBRE DE CHARLA					
LISTA DE ASISTENTES					
N°	NOMBRES Y APELLIDOS			CÓDIGO	FIRMA
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
Observaciones:				Firma del Responsable:	

Fuente: Elaboración propia

  
**GRUPO KLAUS S.A.C.**  
 Carlos Rivera Rosillo  
 Jefe de Calidad


**Anexo 13: Formato de registro historial de maquinas**

HISTORIAL DE MANTENIMIENTO										
N° OT	COD_Maquina	Área	Fecha de Emision	Hora de inicio	Hora de fir	Solicitante	Técnico	Tipo de Intervención	Estado	Trabajo realizado/Observaciones
OT-0001										
OT-0002										
OT-0003										
OT-0004										
OT-0005										
OT-0006										
OT-0007										
OT-0008										
OT-0009										
OT-0010										
OT-0011										
OT-0012										
OT-0013										

Fuente: Elaboración propia

**GRUPO KLAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Rosillo  
 Jefe de Calidad

Anexo 14: Formato check list predictivo

		CHECK LIST DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO			
NOMBRE DE EQUIPO		RESPONSABLE			
SECCIÓN		FECHA			
PUNTOS DE LUBRICACION	EJECUCION				OBSERVACIONES
	LUBRICACION	°C	mm/s	FRECUENCIA	
LUBRICANTE: ACEITE TELLUS 100 Y SHELL OMALA S3					

Fuente: Elaboración propia

**GRUPO KLAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Rosño  
 Jefe de Calidad

Anexo 15: Formato de inspección rutinaria



**INSPECCIÓN RUTINARIA**

\* Nota: Rellenar al termino de sus actividades

<b>Cód_Maquina</b>	
<b>Nom_Maquina</b>	

<b>Fecha</b>	<b>8-Jul</b>	al	<b>13-Jul</b>
--------------	--------------	----	---------------

ACTIVIDADES	CÓDIGO DEL TRABAJADOR																		Obs
	8-Jul			9-Jul			10-Jul			11-Jul			12-Jul			13-Jul			
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
Limpiar área de trabajo																			
Limpiar estructura de maquina																			
Ordenar herramientas y/o materiales																			
Lubricar partes moviles																			
Revisar nivel de aceite																			
Revisar fugas de aire / aceite																			

Fuente: Elaboración propia

**GRUPO KLAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Resaño  
 Jefe de Calidad



Anexo 16: Listado de maquinas linea llaves

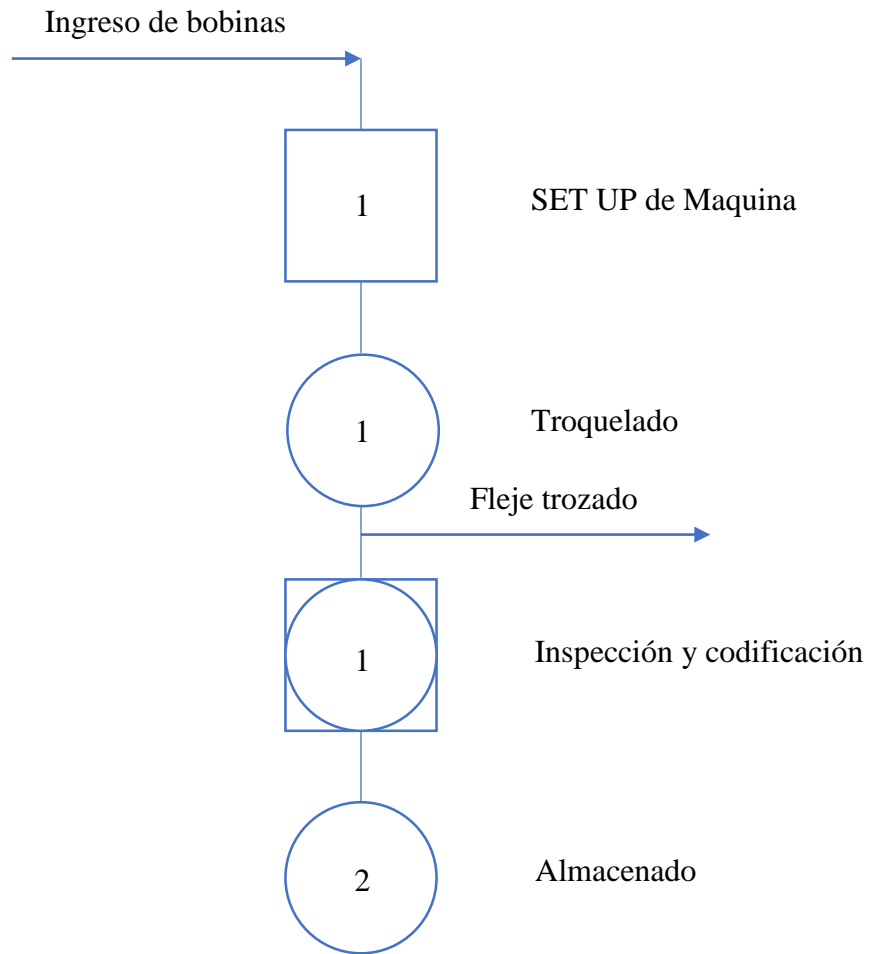
LISTADO DE MÁQUINAS - LÍNEA LLAVES




COD_Maquina	Nom_Maquina	Marca	Procedencia	Ubicación
TR-TH-01	Troqueladora Hidraulica	MULLER	Perú	AR01
TR-EX-01	Troqueladora Excentrica	KLAUS	Alemania	AR01
TR-EX-02	Troqueladora Excentrica	KLAUS	Perú	AR01
TR-EX-03	Troqueladora Excentrica	DUMUGA	Alemania	AR01
TR-EX-04	Troqueladora Excentrica	MINSTER	Italia	AR01
TR-SA-01	Servo Alimentador	SUKU	S/P	AR01
TR-SA-02	Servo Alimentador	SUKU	S/P	AR01
TR-SA-03	Servo Alimentador	APyT	Suecia	AR01
TR-AL-01	Alimentador de Laminas	RON	Brasil	AR01
FR-R-01	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-02	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-03	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-04	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-05	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-06	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-07	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-08	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-09	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-10	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-11	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-12	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-13	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-15	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-16	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-17	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-18	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-R-19	Fresadora de perfil	RAMONA	Perú	AR02
FR-G-24	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-25	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-26	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-27	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-28	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-29	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-30	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-31	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-32	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-33	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-34	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
FR-G-35	Fresadora de doble perfil	GIULIANI	Italia	AR02
ES-EH-01	Estampadora Hidraulica	KLAUS	Perú	AR03
ES-EH-02	Estampadora Hidraulica	KLAUS	Perú	AR03
ES-EH-04	Estampadora Hidraulica	KLAUS	Perú	AR03
ES-EH-05	Estampadora Hidraulica	KLAUS	Perú	AR03
ES-EH-06	Estampadora Hidraulica	KLAUS	Perú	AR03
NI-BN-01	Niqueladora	SILCA	Colombia	AR04

Fuente: Elaboración propia

**GRUPO KLAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Rosado  
 Jefe de Calidad

**Anexo 17: DOP Troquelado**

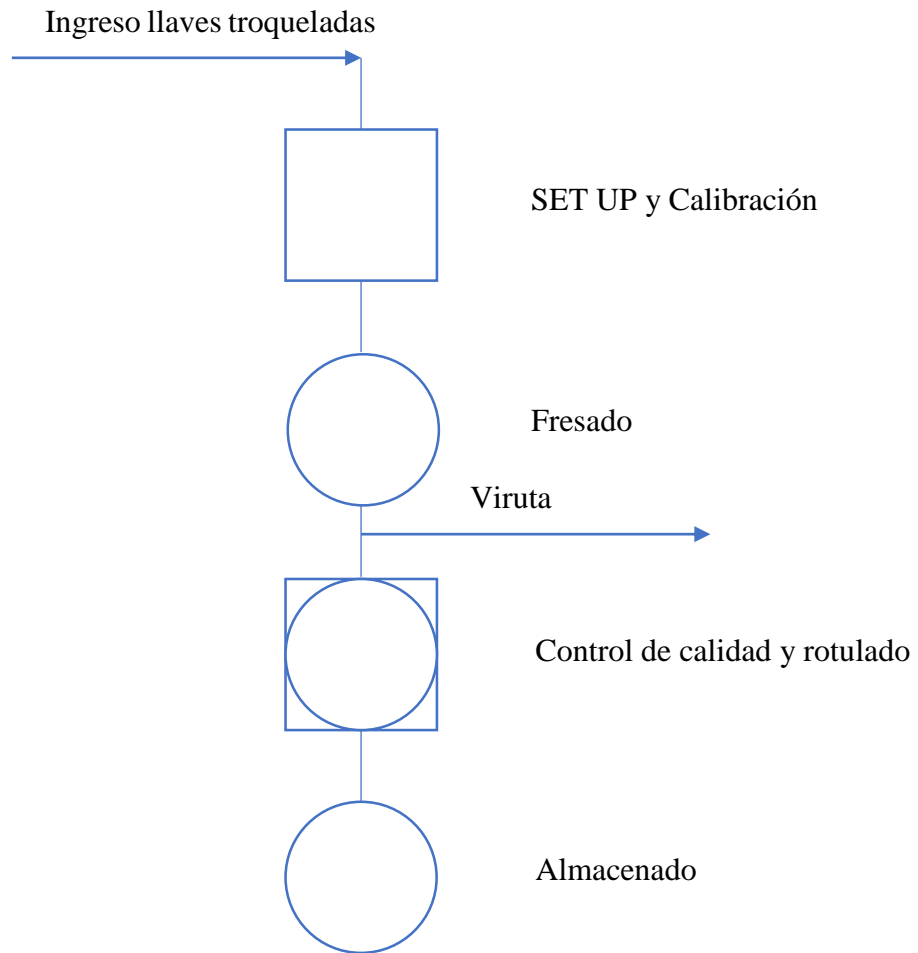





<i>SIMBOLO</i>	<i>CANTIDAD</i>
	1
	2
	1
<b>TOTAL</b>	4

**GRUPO KLAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Rosendo  
 Jefe de Calidad


Fuente: Elaboración propia

**Anexo 18: DOP Fresado**

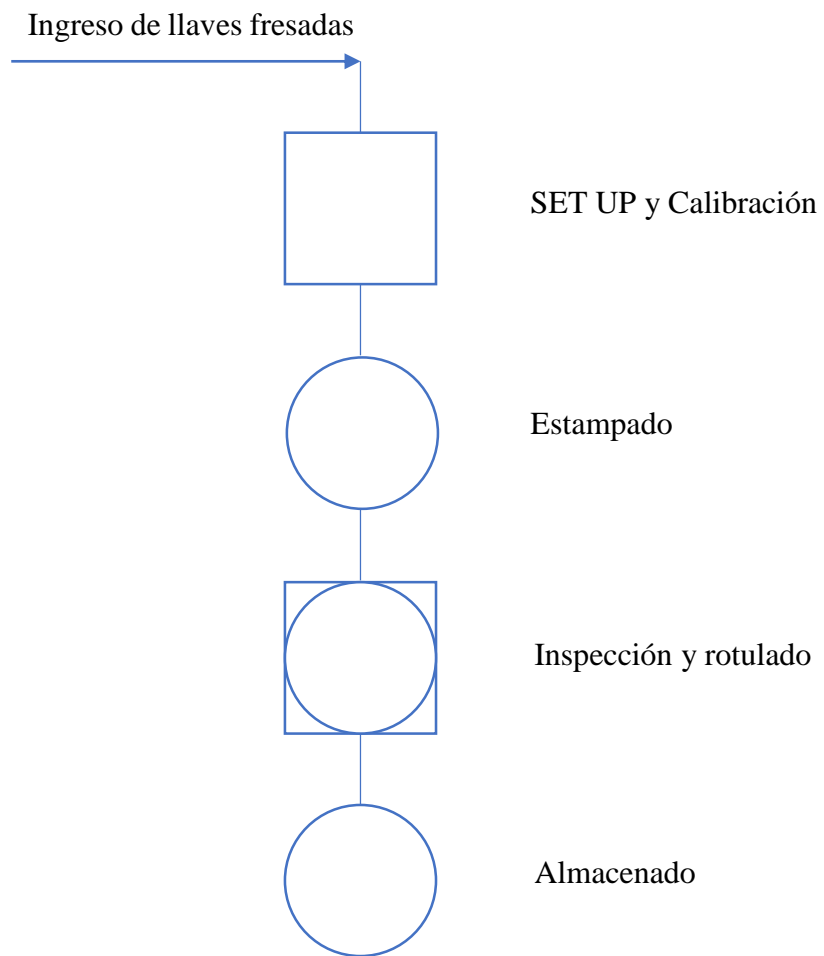





<i>SIMBOLO</i>	<i>CANTIDAD</i>
	1
	2
	1
<b>TOTAL</b>	4

Fuente: Elaboración propia

**GRUPO LAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Resño  
 Jefe de Calidad

**Anexo 19: DOP Estampado**

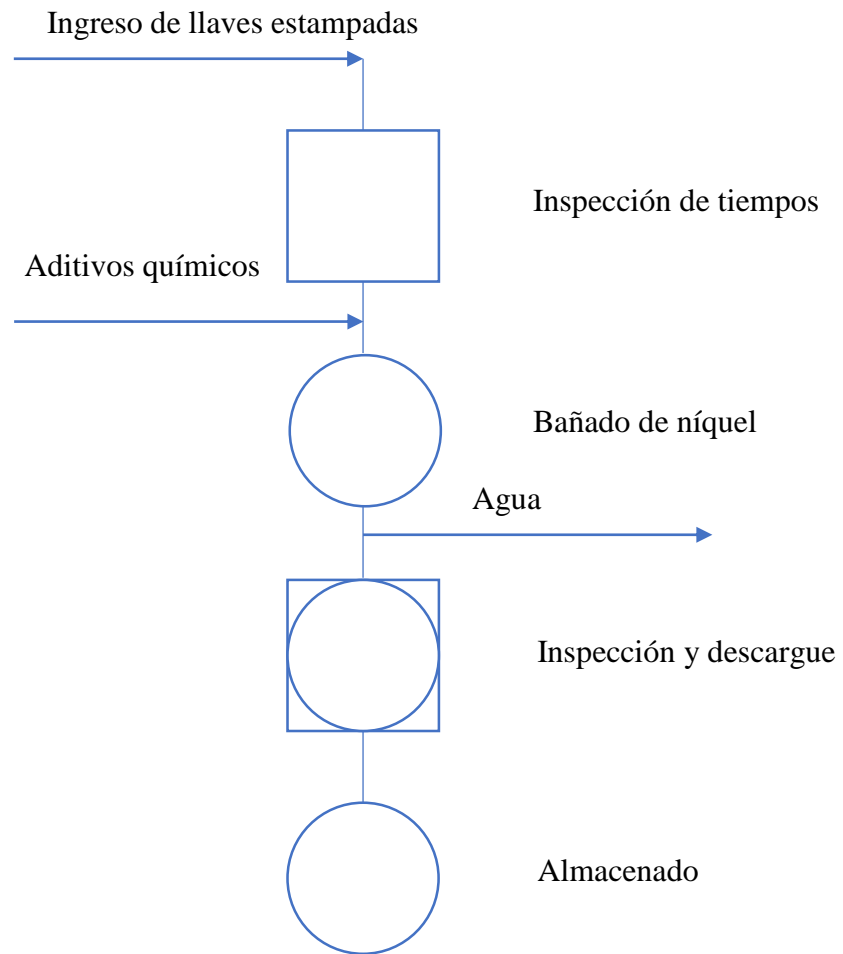





<i>SIMBOLO</i>	<i>CANTIDAD</i>
	1
	2
	1
<b>TOTAL</b>	4

Fuente: Elaboración propia

**GRUPO KLAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Rosendo  
 Jefe de Calidad

**Anexo 20: DOP Niquelado**



<i>SIMBOLO</i>	<i>CANTIDAD</i>
	1
	2
	1
<b>TOTAL</b>	4

**GRUPO LAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Reñó  
 Jefe de Calidad

*Fuente: Elaboración propia*

## Anexo 21: Reporte de producción Mayo 2019



# PRODUCCIÓN DEL MES - LLAVES

Mes

Cantidad de Troquelado

Cantidad de Fresado

Cantidad de Embolsado

### Producción Diaria Áreas

Día

Buscar Día

### Acumulados de Mes

Cumplimiento

Cantidad Troquelado

Cumplimiento

Cantidad Fresado

Cumplimiento

Cantidad Embolsado

Cantidad Troquelado

Cantidad Fresado

Cantidad Embolsado

Ejecutado Embolsado

Planificado Embolsado

Fuente: Datos de la empresa

## Anexo 22: Reporte de producción Junio 2019



# PRODUCCIÓN DEL MES - LLAVES

Mes

Cantidad de Troquelado

Cantidad de Fresado

Cantidad de Embolsado

### Producción Diaria Áreas

Día

Buscar Día

### Acumulados de Mes

Cumplimiento

Cantidad Troquelado

Cumplimiento

Cantidad Fresado

Cumplimiento

Cantidad Embolsado

Cantidad Troquelado

Cantidad Fresado

Cantidad Embolsado

Ejecutado Embolsado

Planificado Embolsado

Fuente: Datos de la empresa

GRUPO KLAUS S.A.C.  
  
 Carlos Rivera Rosado  
 Jefe de Calidad

## Anexo 23: Reporte de producción Julio 2019



# PRODUCCIÓN LLAVES

Mes	JULIO 2019
Cantidad de Troquelado	5,000,000
Cantidad de Fresado	4,930,000
Cantidad de Embolsado	5,000,000
Cantidad de Estampado	4,970,000
Cantidad de Niquelado	4,900,000
Cantidad de Inyectado	160,000

Día: miércoles, 31 de Julio de 2019  
 Buscar Día: miércoles, 31 de Julio de 2019

### Acumulado del Mes

Cumplimiento	89.56%
Cantidad Troquelado	4,477,913
Cumplimiento	88.67%
Cantidad Fresado	4,371,450
Cumplimiento	82.98%
Cantidad Estampado	4,124,253
Cumplimiento	78.60%
Cantidad Niquelado	3,851,473
Cumplimiento	87.75%
Cantidad Inyectado	140,403
Cumplimiento	80.07%
Cantidad Embolsado	4,003,339

### Producción Diaria

Cantidad Troquelado	108,000
Cantidad Fresado	167,076
Cantidad Estampado	193,506
Cantidad Niquelado	104,601
Cantidad Inyectado	4,000
Cantidad Embolsado	285,774

Ejecutado Embolsado	0.8006678
Planificado Embolsado	1

Fuente: Datos de la empresa

**GRUPO KLAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Rosado  
 Jefe de Calidad

## Anexo 24: Reporte de producción Agosto 2019



# PRODUCCIÓN LLAVES

Mes	AGOSTO 2019
Cantidad de Troquelado	5,000,000
Cantidad de Fresado	4,900,000
Cantidad de Embolsado	4,900,000
Cantidad de Estampado	4,900,000
Cantidad de Niquelado	4,900,000
Cantidad de Inyectado	200,000

Día jueves, 29 de Agosto de 2019

Buscar Día jueves, 29 de Agosto de 2019

### Acumulado del Mes

Cumplimiento	104.77%
Cantidad Troquelado	5,238,306
Cumplimiento	103.42%
Cantidad Fresado	5,067,635
Cumplimiento	91.46%
Cantidad Estampado	4,481,761
Cumplimiento	92.85%
Cantidad Niquelado	4,549,702
Cumplimiento	111.48%
Cantidad Inyectado	222,967
Cumplimiento	92.81%
Cantidad Embolsado	4,547,516

### Producción Diaria

Cantidad Troquelado	170,400
Cantidad Fresado	228,045
Cantidad Estampado	88,641
Cantidad Niquelado	320,578
Cantidad Inyectado	9,598
Cantidad Embolsado	277,523

Ejecutado Embolsado 0.92806449

Planificado Embolsado 1

Fuente: Datos de la empresa

GRUPO KLAUS S.A.C.  
  
 Carlos Rivera Rosendo  
 Jefe de Calidad



## Anexo 25: Reporte de producción Septiembre 2019



# PRODUCCIÓN LLAVES

Mes	SEPTIEMBRE
Cantidad de Troquelado	4,500,000
Cantidad de Fresado	4,500,000
Cantidad de Estampado	4,500,000
Cantidad de Niquelado	4,500,000
Cantidad de Inyectado	250,000
Cantidad de Embolsado	4,500,000

Día: lunes, 30 de Setiembre de 2019  
 Buscar Día: lunes, 30 de Setiembre de 2019

### Acumulado del Mes

Cumplimiento	98.06%
Cantidad Troquelado	4,412,700
Cumplimiento	97.33%
Cantidad Fresado	4,379,628
Cumplimiento	94.59%
Cantidad Estampado	4,256,585
Cumplimiento	96.19%
Cantidad Niquelado	4,328,480
Cumplimiento	77.07%
Cantidad Inyectado	192,676
Cumplimiento	98.71%
Cantidad Embolsado	4,441,991

### Producción Diaria

Cantidad Troquelado	41,000
Cantidad Fresado	206,709
Cantidad Estampado	175,815
Cantidad Niquelado	140,649
Cantidad Inyectado	14,320
Cantidad Embolsado	1,066,862

Ejecutado Embolsado	0.987109111
Planificado Embolsado	1

Fuente: Datos de la empresa

**GRUPO KLAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Rosendo  
 Jefe de Calidad

## Anexo 26: Reporte de producción Octubre 2019



# PRODUCCIÓN LLAVES

Mes	OCTUBRE
Cantidad de Troquelado	4,500,000
Cantidad de Fresado	4,500,000
Cantidad de Estampado	4,500,000
Cantidad de Niquelado	4,500,000
Cantidad de Inyectado	250,000
Cantidad de Embolsado	4,500,000

Día jueves, 31 de Octubre de 2019

Buscar Día jueves, 31 de Octubre de 2019

### Acumulado del Mes

Cumplimiento	99.46%
Cantidad Troquelado	4,475,550

Cumplimiento	103.01%
Cantidad Fresado	4,635,330

Cumplimiento	97.65%
Cantidad Estampado	4,394,102

Cumplimiento	90.20%
Cantidad Niquelado	4,058,898

Cumplimiento	80.56%
Cantidad Inyectado	201,391

Cumplimiento	91.12%
Cantidad Embolsado	4,100,496

### Producción Diaria

Cantidad Troquelado	98,000
---------------------	--------

Cantidad Fresado	76,296
------------------	--------

Cantidad Estampado	202,664
--------------------	---------

Cantidad Niquelado	326,418
--------------------	---------

Cantidad Inyectado	3,612
--------------------	-------

Cantidad Embolsado	546,473
--------------------	---------

Ejecutado Embolsado	0.911221333
---------------------	-------------

Planificado Embolsado	1
-----------------------	---


Fuente: Datos de la empresa

**GRUPO LAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Rosño  
 Jefe de Calidad


Anexo 27: Programa maestro de mantenimiento 2019

			PROGRAMA MAESTRO DE MANTENIMIENTO - 2019					
SECCION	EQUIPO	CRITICIDAD	FRECUENCIA / MES	DESCRIPCIÓN DE TAREA	ESTACIÓN DE MANTENIMIENTO	RESPONSABLE	ULTI MA EJECUCI ÓN	PRÓXIMA EJECUCIÓN
TROQUELADO	TROQUELADORA EXCENTRICA	ALTA	5	INSPECCION DE FAJA DE TRANSMISION, CHUMACERAS, BOCINA TAMIZ ROTOR	TALLER MECANICO	SAUL CABELLO	7/08/19	22/08/19
			3	INSPECCION GENERAL A MOTOR	TALLER ELECTRICO	ERICK ACOSTA	9/08/19	24/08/19
			3	INSPECCION, AJUSTES DE PERNERÍAS DEL TABLERO	TALLER ELECTRICO	JULIO RODRIGUEZ	10/09/19	25/09/19
			5	INSPECCION DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN	TALLER MECANICO	JESUS CHACCMANA	16/09/19	1/10/19
			3	INSPECCION DEL ALIMENTADOR	TALLER MECANICO	OSCAR FIGUEROA	24/08/19	8/09/19
FRESADO	FRESADORA GULIANI DE DOBLE PERFIL	BAJA	4	INSPECCION DE CAJA REDUCTORA	TALLER MECANICO	OSCAR FIGUEROA	13/08/19	28/08/19
			4	INSPECCION GENERAL A MOTOR	TALLER ELECTRICO	ERICK ACOSTA	11/09/19	26/09/19
			4	VERIFICACIÓN DE PARALELISMO	TALLER MECANICO	SAUL CABELLO	13/10/19	28/10/19
			4	CALIBRACIÓN DE RECORRIDO DEL PLATO	TALLER MECANICO	JESUS CHACCMANA	2/08/19	17/08/19
			4	INSPECCIÓN DE TABLERO DE CONTROL	TALLER ELECTRICO	JULIO RODRIGUEZ	7/10/19	22/10/19
ESTAMPADO	ESTAMPADORA	MEDIA	2	INSPECCION DE LA UNIDAD HIDRAULICA	TALLER MECANICO	SAUL CABELLO	16/09/19	1/10/19
			3	VERIFICACIÓN DE PLATO ROTATORIO	TALLER MECANICO	JESUS CHACCMANA	8/09/19	23/09/19
			3	INSPECCION DE MOTOR HIDRAULICO	TALLER ELECTRICO	JULIO RODRIGUEZ	2/10/19	17/10/19
			3	INSPECCION, REVISIÓN Y AJUSTES AL TABLERO	TALLER ELECTRICO	ERICK ACOSTA	12/09/19	27/09/19
			3	INSPECCION DE ACOUPLE, RODAMIENTOS	TALLER MECANICO	OSCAR FIGUEROA	10/08/19	25/08/19
NIQUELADO	NIQUELADORA	ALTA	5	INSPECCION DE ACOUPLE, RODAMIENTOS, BOCINA DEL REDUCTOR	TALLER MECANICO	SAUL CABELLO	8/10/19	23/10/19
			5	INSPECCION GENERAL DE MOTOR	TALLER ELECTRICO	ERICK ACOSTA	18/08/19	2/09/19
			5	INSPECCION DE PUENTE GRUA	TALLER MECANICO	JESUS CHACCMANA	8/09/19	23/09/19
			5	INSPECCIÓN DE MOTOR DE BOMBA DE AGUA	TALLER ELECTRICO	JULIO RODRIGUEZ	5/08/19	20/08/19
			5	INSPECCIÓN DE TABLERO DE CONTROL	TALLER ELECTRICO	JULIO RODRIGUEZ	5/09/19	20/09/19
			5	VERIFICACIÓN DE RESISTENCIAS DE BAÑOS	TALLER ELECTRICO	ERICK ACOSTA	23/08/19	7/09/19


Fuente: Elaboración propia

  
**GRUPO LAUS S.A.C.**  
 Carlos Rivera Resaño  
 Jefe de Calidad

## Anexo 28: Listado mensual de tareas programadas

			LISTADO MENSUAL DE TAREAS PROGRAMADAS						
PERIODO	SECCIÓN	EQUIPO	DESCRIPCION DE TAREA	ESTACION DE MANTENIMIENTO	RESPONSABLE	HORAS PROGRAMADAS	HORAS EJECUTADAS		
AGOSTO	SEMANA 1	NIQUELADO	Niqueladora	cambio de 04 amortiguadores de caucho	Taller Mecánico	SAUL CABELLO	1.81	2.00	
				cambio de acoplamiento tipo gummi A-60	Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	1.55	1,5	
				cambio de trampa de vapor tipo flotador de 4"	Taller Eléctrico	ERICK ACOSTA	2.75	3.00	
	SEMANA 2	TROQUELADO	Troqueladora Excéntrica	cambio de tamiz perforado diam. 4 mm - AISI 304	Taller Mecánico	OSCAR FIGUEROA	1	1,50	
				Revisión de piñón de ataque y corona principal	Taller Mecánico	SAUL CABELLO	2.25	2,5	
	SEMANA 3	ESTAMPADO	Estampadora	Revisión de estado de rodamientos - reductor	Taller Mecánico	OSCAR FIGUEROA	3.26	3,5	
				Cambio de manguera neumática diam. 8 mm - ingreso	Taller Eléctrico	JULIO RODRIGUEZ	2.25	3.00	
				Revisión de estado de rotor principal	Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	3.5	3,5	
	SEMANA 4	FRESADO	Fresadora doble perfil	Cambio de embrague neumático	Taller Eléctrico	ERICK ACOSTA	3	3,5	
				Cambio de motor 10 hp, 1200 rpm de bomba de agua	Taller Eléctrico	JULIO RODRIGUEZ	3.5	4.00	
	SEPTIEMBRE	SEMANA 1	TROQUELADO	Troqueladora Excéntrica	Cambio de fajas en "v" D-270	Taller Mecánico	SAUL CABELLO	2.55	2,75
					Cambio de cable acerado 1/2" x 24 m - polipasto principal	Taller Eléctrico	ERICK ACOSTA	2	2.00
Cambio de rodamiento tensor UCT-207					Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	1	1,25	
SEMANA 2		NIQUELADO	Niqueladora	Cambio de carbón y sífon - cilindro secador n°24	Taller Mecánico	OSCAR FIGUEROA	2.5	2,5	
				Cambio de indicador de PH	Taller Eléctrico	JULIO RODRIGUEZ	0.75	1.00	
SEMANA 3		FRESADO	Fresadora doble perfil	Cambio de fajas de transmisión SV1600	Taller Mecánico	SAUL CABELLO	1.25	1,25	
				Ajuste de tuerca de manguito de fijación H-320	Taller Mecánico	SAUL CABELLO	1.25	1,3	
SEMANA 4		ESTAMPADO	Estampadora	Cambio de zapata de freno	Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	1.6	1,6	
				Reparación de tubería 6" por soldadura inox 3/32"	Taller Mecánico	OSCAR FIGUEROA	1.8	2.00	
				cambio de 04 amortiguadores de caucho	Taller Mecánico	OSCAR FIGUEROA	1.81	2.00	
OCTUBRE		SEMANA 1	ESTAMPADO	Estampadora	cambio de acoplamiento tipo gummi A-60	Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	1.55	1,5
					cambio de trampa de vapor tipo flotador de 4"	Taller Eléctrico	ERICK ACOSTA	2.75	3.00
	cambio de tamiz perforado diam. 4 mm - AISI 304				Taller Mecánico	SAUL CABELLO	1	1,50	
	SEMANA 2	TROQUELADO	Troqueladora Excéntrica	Revisión de piñón de ataque y corona principal	Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	2.25	2,5	
				Revisión de estado de rodamientos - reductor	Taller Mecánico	OSCAR FIGUEROA	3.26	3,5	
	SEMANA 3	NIQUELADO	Niqueladora	Cambio de manguera neumática diam. 8 mm - ingreso	Taller Eléctrico	ERICK ACOSTA	2.25	3.00	
				Revisión de estado de rotor principal	Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	3.5	3,5	
				Cambio de embrague neumático	Taller Eléctrico	JULIO RODRIGUEZ	3	3,5	
	SEMANA 4	FRESADO	Fresadora doble perfil	Cambio de motor 10 hp, 1200 rpm de bomba de agua	Taller Eléctrico	JULIO RODRIGUEZ	3.5	4.00	
				Cambio de fajas en "v" D-270	Taller Mecánico	SAUL CABELLO	2.55	2,75	
	NOVIEMBRE	SEMANA 1	TROQUELADO	Troqueladora Excéntrica	Cambio de cable acerado 1/2" x 24 m - polipasto principal	Taller Eléctrico	ERICK ACOSTA	2	2.00
					Cambio de rodamiento tensor UCT-207	Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	1	1,25
Cambio de carbón y sífon - cilindro secador n°24					Taller Mecánico	OSCAR FIGUEROA	2.5	2,5	
SEMANA 2		NIQUELADO	Niqueladora	Cambio de indicador de nivel de vidrio	Taller Eléctrico	ERICK ACOSTA	0.75	1.00	
				Cambio de fajas de transmisión SV1600	Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	1.25	1,25	
SEMANA 3		ESTAMPADO	Estampadora	Ajuste de tuerca de manguito de fijación H-320	Taller Mecánico	OSCAR FIGUEROA	1.25	1,3	
				Cambio de zapata de freno	Taller Mecánico	SAUL CABELLO	1.6	1,6	
SEMANA 4		FRESADO	Fresadora doble perfil	Rectificación de engrajes	Taller Mecánico	JESUS CHACCMANA	1.8	2.00	


Fuente: Elaboración propia

**GRUPO LAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Rosillo  
 Jefe de Calidad

*Anexo 29: Formato de cumplimiento de mantenimiento preventivo*

<b>CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>				% <b>CUMPLIMIENTO = <math>\frac{TAREAS EJECUTADAS}{TOTAL TAREAS PROGRAMADAS}</math></b>	
<b>Mes de Programación</b>	<b>TOTAL ORDENES DE TRABAJO PREVENTIVO</b>				
	Nombre de trabajador	Tareas Programadas	Tareas Programadas Ejecutadas	Tareas Programadas NO Ejecutadas	% CUMPLIMIENTO
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

*Fuente: Elaboración propia*

**GRUPO LAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Resño  
 Jefe de Calidad

# Anexo 30: Diagrama GANTT de mantto. Troquelado



DETALLES	
Dias programados	
Dias no programados	

PROGRAMA DE TRABAJOS DE TROQUELADO						DICIEMBRE																ENERO											
IDT	ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIV	TECNICO RESPONSABLE	RECURSO / APOYO	DUR. HORA	10-Dic	11-Dic	12-Dic	13-Dic	14-Dic	15-Dic	16-Dic	17-Dic	18-Dic	19-Dic	20-Dic	21-Dic	22-Dic	23-Dic	24-Dic	25-Dic	26-Dic	27-Dic	28-Dic	29-Dic	30-Dic	31-Dic	1-Ene	2-Ene	3-Ene	4-Ene		
<b>I TROQUELADORAS EXCENTRICAS 1-2-3</b>																																	
1	Revisión y limpieza de tablero eléctrico	Electricista	Jobal Vasquez	Lila Blas	6																												
2	Revisión y/o cambio de contactores de fuerza y contactos auxiliares.	Electricista	Jobal Vasquez	Lila Blas	15																												
3	Ordenamientos de cables y canaletas.	Electricista	Jobal Vasquez	Lila Blas	8																												
4	Cambio de seguro (chapa push boton)	Electricista	Jobal Vasquez	Lila Blas	1																												
5	Megado de motor de 12 hp.	Electricista	Jobal Vasquez	Lila Blas	1																												
6	Limpieza de maquina y/o equipo	Mecanico	Victor Vera		5																												
7	Revisión y/o cambio de esparragos de biela	Mecanico	Jet Inquilla	Victor Vera	5																												
8	Lubricación de guías y partes rotativas.	Mecanico	Jet Inquilla	Victor Vera	2																												
9	Llenado de aceite a nivel de lubricador de unidad de mantenimiento	Mecanico	Jet Inquilla	Victor Vera	1																												
10	Limpieza de jalador, reductor, componentes	Mecanico	Jet Inquilla	Victor Vera	3																												
11	Lubricar ó engrasar piezas de volante	Mecanico	Jet Inquilla	Victor Vera	2																												
12	Lubricar ó engrasar puntos de eje cigüeñal	Mecanico	Jet Inquilla	Victor Vera	2																												
13	Lubricar ó engrasar biela y rotula de martillo.	Mecanico	Jet Inquilla	Victor Vera	2																												
14	Revisión, limpieza y engrase de cadena y piñones de transmisión.	Mecanico	Jet Inquilla	Victor Vera	2																												
15	Revisión, limpieza y engrase de caja reductora	Mecanico	Jet Inquilla	Victor Vera	5																												
16	Revisión de estado de gusano y martillo.	Mecanico	Jet Inquilla	Victor Vera	2																												
17	Pintado de maquina	Mecanico	Jet Inquilla	Victor Vera	6																												
<b>II TROQUELADORAS HIDRAULICAS 1-3-4</b>																																	
1	Revisión y limpieza de tablero eléctrico	Electricista	Jobal Vasquez	Lila Blas	6																												
2	Revisión y/o cambio de contactores de fuerza y contactos auxiliares.	Electricista	Jobal Vasquez	Lila Blas	22																												
3	Ordenamientos de cables y canaletas.	Electricista	Jobal Vasquez	Lila Blas	8																												
4	Cambio de seguro (chapa push boton)	Electricista	Jobal Vasquez	Lila Blas	1																												
5	Megado de motor eléctrico de 25 hp de unidad hidráulica	Electricista	Jobal Vasquez	Lila Blas	1																												
6	Limpieza de maquina y/o equipo	Hidraulico	Dante Ruiz	Victor Vera	5																												
7	Revisión general de sistema hidráulico	Hidraulico	Dante Ruiz	Victor Vera	3																												
8	Limpieza de tanque hidráulico	Hidraulico	Dante Ruiz	Victor Vera	6																												
9	Limpieza de filtro	Hidraulico	Dante Ruiz	Victor Vera	1																												
10	Reponer aceite hidráulico	Hidraulico	Dante Ruiz	Victor Vera	3																												
11	Revisión de estado de acoples de bomba a motor	Hidraulico	Dante Ruiz	Victor Vera	1																												
12	Cambio de manómetros	Hidraulico	Dante Ruiz	Victor Vera	1																												
13	Cambio de mangueras hidráulicas resacas.	Hidraulico	Dante Ruiz	Victor Vera	1																												
14	Limpieza de intercooler	Hidraulico	Dante Ruiz	Victor Vera	10																												
15	Revisión, limpieza y engrase de caja reductora	Hidraulico	Dante Ruiz	Victor Vera	3																												
16	Revisión, limpieza y engrase de cadena y piñones de transmisión.	Hidraulico	Dante Ruiz	Victor Vera	3																												
17	Pintado de maquina	Mecanico	Dante Ruiz	Victor Vera	6																												
<b>III CORTADORA MULTIPLE E INSTALACION DE LINEA DE AGUA</b>																																	
1	Revisión y limpieza de tablero eléctrico	Electricista	Noe Alvarado	Luis Cuaquira	1																												
2	Revisión y/o cambio de contactores de fuerza y contactos auxiliares.	Electricista	Noe Alvarado	Luis Cuaquira	2																												
3	Ordenamientos de cables y canaletas.	Electricista	Noe Alvarado	Luis Cuaquira	1																												
4	Revisión, limpieza y engrase de caja reductora	Mecanico	Jesus Torres	Luis Cardeña	1																												
5	Revisión, limpieza y engrase de cadena y piñones de transmisión.	Mecanico	Jesus Torres	Luis Cardeña	1																												
6	Sacar medidas de tubería para agua	Mecanico	Jesus Torres	Luis Cardeña	1																												
7	Corte e instalacion de tubería para agua	Mecanico	Jesus Torres	Luis Cardeña	8																												
8	Pintado de maquina	Mecanico	Jesus Torres	Luis Cardeña	2																												

Fuente: Elaboración propia

  
**GRUPO KLAUS S.A.C.**  
 Carlos Rivera Rosado  
 Jefe de Calidad

Anexo 31: Diagrama GANTT de mantto. Fresado



DETALLES	
Dias programados	
Dias no programados	

PROGRAMA DE TRABAJOS DE FRESADO																										
IDT	ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIV	TECNICO RESPONSABLE	RECURSO / APOYO	DUR. HORA	DICIEMBRE																ENERO				
						10-Dic	11-Dic	12-Dic	13-Dic	14-Dic	15-Dic	16-Dic	17-Dic	18-Dic	19-Dic	20-Dic	21-Dic	22-Dic	23-Dic	24-Dic	25-Dic	26-Dic	27-Dic	28-Dic	29-Dic	30-Dic
I	<b>FRESADORAS RAMONAS</b>																									
1	Limpieza de maquina y/o equipo	Mecanico	Manuel Vega	Luis Cardeña	15																					
2	Lubricacion de guias y partes rotativas.	Mecanico	Manuel Vega	Luis Cardeña	15																					
3	Revisión de nivel de lubricador	Mecanico	Manuel Vega	Luis Cardeña	5																					
4	Revisión de partes mecanicas de brazo y rotula	Mecanico	Manuel Vega	Luis Cardeña	15																					
5	Revisión, rectificad y asentado de guias de carro.	Mecanico	Manuel Vega	Luis Cardeña	35																					
6	Cambio de prisioneros de cargador	Mecanico	Manuel Vega	Luis Cardeña	10																					
7	Limpieza de tablero electrico	Electricista	Manuel Vega	Luis Cardeña	10																					
8	Ordenamiento de cables	Electricista	Manuel Vega	Luis Cardeña	10																					


Fuente: Elaboración propia

GRUPO KLAUS S.A.C.  
  
 Carlos Rivera Rocaño  
 Jefe de Calidad

Anexo 32: Formato de lubricación y monitoreo de equipos

		MONITOREO Y ANÁLISIS DE EQUIPOS																				
SECCIÓN: troquelado		RESPONSABLE:																				
SEGUNDA PRENSA		VIBRACIÓN (mm/s) (rango 4.5 – 7.1)												TEMPERATURA MAX. 70°C				LUBRICACIÓN				OBSERVACIONES
		1			2			3			4			1	2	3	4	1	2	3	4	
POLIN		V	H	A	V	H	A	V	H	A	V	H	A	1	2	3	4	1	2	3	4	
I N F E R I O R	LADO MANDO	1	ROLLO PRENSA INFERIOR																			
		2	POLIN PRE GUIADOR																			
		3	POLIN GUIADOR																			
		4	POLIN POST GUIADOR																			
		5	POLIN TEMPLADOR																			
		6	POLIN POST TEMPLADOR																			
		7	POLIN ABRIDOR																			
		8	POLIN DE RETORNO																			
	LADO TRANSMISIÓN	1	ROLLO PRENSA INFERIOR																			
		2	POLIN PRE GUIADOR																			
		3	POLIN GUIADOR																			
		4	POLIN POST GUIADOR																			
		5	POLIN TEMPLADOR																			
		6	POLIN POST TEMPLADOR																			
		7	POLIN ABRIDOR																			
		8	POLIN DE RETORNO																			
S U P E R I O R	LADO MANDO	1	ROLLO PRENSA SUPERIOR																			
		2	POLIN PRE GUIADOR																			
		3	POLIN GUIADOR																			
		4	POLIN POST GUIADOR																			
		5	POLIN TEMPLADOR																			
		6	POLIN POST TEMPLADOR																			
		7	POLIN ABRIDOR																			
		8	POLIN DE RETORNO																			
	LADO TRANSMISIÓN	1	ROLLO PRENSA SUPERIOR																			
		2	POLIN PRE GUIADOR																			
		3	POLIN GUIADOR																			
		4	POLIN POST GUIADOR																			
		5	POLIN TEMPLADOR																			
		6	POLIN POST TEMPLADOR																			
		7	POLIN ABRIDOR																			
		8	POLIN DE RETORNO																			

Fuente: Elaboración propia

**GRUPO KLAUS S.A.C.**  
  
 Carlos Rivera Rosillo  
 Jefe de Calidad



### Anexo 33: Pasos para realizar el análisis inferencial en el SPSS 25- normalidad

The screenshot shows the IBM SPSS Statistics Editor de datos interface. The 'Análisis' menu is open, and the 'Explorar...' option is selected. The data table contains the following information:

	GESTION_MANTT_O_PRE	GESTION_MANTT_O_POST	var
1	24,00	57,00	
2	35,00	86,00	
3	50,00	69,00	
4	49,00	56,00	
5	41,00	53,00	
6	30,00	73,00	
7	33,00	38,00	
8	26,00	78,00	
9	73,00	58,00	
10	49,00	47,00	
11	65,00	72,00	
12	36,00	79,00	
13	41,00	52,00	
14	39,00	72,00	
15	37,00	56,00	
16	38,00	60,00	
17			
18			
19			
20			
21			
22			

The 'Análisis' menu includes the following options:

- Informes
- Estadísticos descriptivos
- Estadísticas Bayesianas
- Tablas
- Comparar medias
- Modelo lineal general
- Modelos lineales generalizados
- Modelos mixtos
- Correlacionar
- Regresión
- Loglineal
- Redes neuronales
- Clasificar
- Reducción de dimensiones
- Escala
- Pruebas no paramétricas
- Predicciones
- Supervivencia
- Respuesta múltiple
- Análisis de valores perdidos...
- Imputación múltiple
- Muestras complejas
- Simulación...
- Control de calidad
- Curva COR...
- Modelado espacial y temporal...
- Marketing directo

The 'Explorar...' option is highlighted in the sub-menu. The status bar at the bottom indicates 'IBM SPSS Statistics Processor está listo' and 'Unicode:ON'.

Fuente: Datos elaborados en SPSS 25

\*Sin título2 [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Visible: 2 de 2 variables

	GESTION _MANTT O_PRE	GESTION _MANTT O_POST	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	24,00	57,00														
2	35,00	86,00														
3	50,00	69,00														
4	49,00	56,00														
5	41,00	53,00														
6	30,00	73,00														
7	33,00	38,00														
8	26,00	78,00														
9	73,00	58,00														
10	49,00	47,00														
11	65,00	72,00														
12	36,00	79,00														
13	41,00	52,00														
14	39,00	72,00														
15	37,00	56,00														
16	38,00	60,00														
17																
18																
19																
20																
21																
22																

Mostrar  Ambos

Explorar Gráficos

Diagramas de cajas

- Niveles de los factores juntos
- Dependientes juntos
- Ninguno

Descriptivos

- De tallo y hojas
- Histograma

Gráficos de normalidad con pruebas

Dispersión versus nivel con prueba de Levene

- Ninguno
- Estimación de potencia
- Transformados Potencia: Logarítmica natural
- No transformados

Continuar Cancelar Ayuda

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

Fuente: Datos elaborados en SPSS 25

\*Sin título2 [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Visible: 2 de 2 variables

	GESTION_MANTTO_PRE	GESTION_MANTTO_POS
1	24,00	57,00
2	35,00	86,00
3	50,00	69,00
4	49,00	56,00
5	41,00	53,00
6	30,00	73,00
7	33,00	38,00
8	26,00	78,00
9	73,00	58,00
10	49,00	47,00
11	65,00	72,00
12	36,00	79,00
13	41,00	52,00
14	39,00	72,00
15	37,00	56,00
16	38,00	60,00
17		
18		
19		
20		
21		
22		

\*Resultado2 [Documento2] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Resultado

- Registro
- Explorar
  - Título
  - Notas
  - Conjunto de datos
  - Resumen de procesamiento de casos
  - Descriptivos
  - Pruebas de normalidad
  - GESTION\_MANTTO\_PRE
    - Título
    - Gráfico de tallo y hoja
    - Gráfico Q-Q normal
    - Gráfico Q-Q normal
    - Diagrama de dispersión
  - GESTION\_MANTTO\_POS
    - Título
    - Gráfico de tallo y hoja
    - Gráfico Q-Q normal
    - Gráfico Q-Q normal
    - Diagrama de dispersión

Explorar

[ConjuntoDatos1]

**Resumen de procesamiento de casos**

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
GESTION_MANTTO_PRE	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
GESTION_MANTTO_POS	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%

**Descriptivos**

	Estadístico	Desv. Error
GESTION_MANTTO_PRE	Media	3,28618
	95% de intervalo de confianza para la media	
	Límite inferior	31,62007
	Límite superior	40,90223

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

Fuente: Datos elaborados en SPSS 25

### Anexo 34: Pasos para realizar el análisis inferencial en el SPSS 25- Validación de la hipótesis T-Student

The screenshot shows the IBM SPSS Statistics interface. The 'Analizar' menu is open, and the 'Comparar medias' option is selected. The sub-menu for 'Comparar medias' is displayed, with 'Prueba T para muestras relacionadas...' highlighted. The data grid in the background contains the following values:

	GESTION_MANTT_O_PRE	GESTION_MANTT_O_POST
1	24,00	57,00
2	35,00	86,00
3	50,00	69,00
4	49,00	56,00
5	41,00	53,00
6	30,00	73,00
7	33,00	38,00
8	26,00	78,00
9	73,00	58,00
10	49,00	47,00
11	65,00	72,00
12	36,00	79,00
13	41,00	52,00
14	39,00	72,00
15	37,00	56,00
16	38,00	60,00
17		
18		
19		
20		
21		
22		

Fuente: Datos elaborados en SPSS 25

\*Sin título2 [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Visible: 2 de 2 variables

	GESTION_MANTT O_PRE	GESTION_MANTT O_POST	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	24,00	57,00														
2	35,00	86,00														
3	50,00	69,00														
4	49,00	56,00														
5	41,00	53,00														
6	30,00	73,00														
7	33,00	38,00														
8	26,00	78,00														
9	73,00	58,00														
10	49,00	47,00														
11	65,00	72,00														
12	36,00	79,00														
13	41,00	52,00														
14	39,00	72,00														
15	37,00	56,00														
16	38,00	60,00														
17																
18																
19																
20																
21																
22																

Prueba T para muestras relacionadas

Variables emparejadas:

- GESTION\_MANTTO...
- GESTION\_MANTTO...

Porcentaje del intervalo de confianza: 95 %

Valores perdidos

- Excluir casos según análisis
- Excluir casos según lista

Continuar Cancelar Ayuda

Aceptar Pegar Restablecer Cancelar Ayuda

Opciones... Simular muestreo...

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

Fuente: Datos elaborados en SPSS 25

### Anexo 35: Pasos para realizar el análisis inferencial en el SPSS 25- normalidad de la dimensión

The screenshot shows the IBM SPSS Statistics Editor interface. The 'Análisis' menu is open, and 'Explorar...' is selected. The data table below shows two variables: IMP\_PRE and IMP\_POS.

	IMP_PRE	IMP_POS	var
1	36,00	65,00	
2	47,00	94,00	
3	63,00	76,00	
4	62,00	63,00	
5	54,00	58,00	
6	43,00	81,00	
7	46,00	45,00	
8	38,00	91,00	
9	98,00	65,00	
10	66,00	52,00	
11	89,00	83,00	
12	49,00	87,00	
13	51,00	57,00	
14	51,00	80,00	
15	48,00	63,00	
16	50,00	65,00	
17			
18			
19			
20			
21			
22			

Visible: 2 de 2 variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo | Unicode:ON

Fuente: Datos elaborados en SPSS 25

\*Sin título2 [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Visible: 2 de 2 variables

	IMP_PRE	IMP_POST
1	36,00	65,00
2	47,00	94,00
3	63,00	76,00
4	62,00	63,00
5	54,00	58,00
6	43,00	81,00
7	46,00	45,00
8	38,00	91,00
9	98,00	65,00
10	66,00	52,00
11	89,00	83,00
12	49,00	87,00
13	51,00	57,00
14	51,00	80,00
15	48,00	63,00
16	50,00	65,00
17		
18		
19		
20		
21		
22		

\*Resultado5 [Documento5] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Resultado

- Registro
- Explorar
- Título
- Notas
- Resumen de proc
- Descriptivos
- Pruebas de norm:
- IMP\_PRE
  - Título
  - Gráfico de tal
  - Gráfico Q-Q n
  - Gráfico Q-Q n
  - Diagrama de
- IMP\_POST
  - Título
  - Gráfico de tal
  - Gráfico Q-Q n
  - Gráfico Q-Q n
  - Diagrama de

Rango	49,00				
Rango intercuartil	23,25				
Asimetría	,083	,564			
Curtosis	-1,002	1,091			

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
IMP_PRE	,234	16	,019	,839	16	,009
IMP_POST	,205	16	,070	,955	16	,575

a. Corrección de significación de Lilliefors

**IMP\_PRE**

IMP\_PRE Gráfico de tallo y hojas

IBM SPSS Statistics Processor está listo | Unicode:ON

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo | Unicode:ON

Fuente: Datos elaborados en SPSS 25

## Anexo 36: Pasos para realizar el análisis inferencial en el SPSS 25- Validación de la hipótesis Wilcoxon

\*Sin título2 [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar **Analizar** Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

18 : IMP\_PRE

	IMP_PRE	IMP_POS T	var
1	36,00	65,00	
2	47,00	94,00	
3	63,00	76,00	
4	62,00	63,00	
5	54,00	58,00	
6	43,00	81,00	
7	46,00	45,00	
8	38,00	91,00	
9	98,00	65,00	
10	66,00	52,00	
11	89,00	83,00	
12	49,00	87,00	
13	51,00	57,00	
14	51,00	80,00	
15	48,00	63,00	
16	50,00	65,00	
17			
18			
19			
20			
21			
22			

Visible: 2 de 2 variables

Informes  
 Estadísticos descriptivos  
 Estadísticas Bayesianas  
 Tablas  
 Comparar medias  
 Modelo lineal general  
 Modelos lineales generalizados  
 Modelos mixtos  
 Correlacionar  
 Regresión  
 Loglineal  
 Redes neuronales  
 Clasificar  
 Reducción de dimensiones  
 Escala  
**Pruebas no paramétricas**  
 Predicciones  
 Supervivencia  
 Respuesta múltiple  
 Análisis de valores perdidos...  
 Imputación múltiple  
 Muestras complejas  
 Simulación...  
 Control de calidad  
 Curva COR...  
 Modelado espacial y temporal...  
 Marketing directo

Una muestra...  
 Muestras independientes...  
 Muestras relacionadas...  
 Cuadros de diálogo antiguos  
 Chi-cuadrado...  
 Binomial...  
 Rachas...  
 K-S de 1 muestra...  
 2 muestras independientes...  
 K muestras independientes...  
 2 muestras relacionadas...  
 K muestras relacionadas...

Vista de datos Vista de variables

Cuadros de diálogo antiguos IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

Fuente: Datos elaborados en SPSS 25



\*Sin título2 [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

18 : IMP\_PRE Visible: 2 de 2 variables

	IMP_PRE	IMP_POS T	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	36,00	65,00														
2	47,00	94,00														
3	63,00	76,00														
4	62,00	63,00														
5	54,00	58,00														
6	43,00	81,00														
7	46,00	45,00														
8	38,00	91,00														
9	98,00	65,00														
10	66,00	52,00														
11	89,00	83,00														
12	49,00	87,00														
13	51,00	57,00														
14	51,00	80,00														
15	48,00	63,00														
16	50,00	65,00														
17																
18																
19																
20																
21																
22																

Pruebas para dos muestras relacionadas

Contrastar pares:

Par	Variable1	Variable2
1	IMP_P...	IMP_P...
2		

Tipo de prueba

- Wilcoxon
- Signo
- McNemar
- Homogeneidad marginal

Acceptar Pegar Restablecer Cancelar Ayuda

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

Fuente: Datos elaborados en SPSS 25

\*Sin titulo2 [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

18 : IMP\_PRE Visible: 2 de 2 variables

	IMP_PRE	IMP_POST
1	36,00	65,00
2	47,00	94,00
3	63,00	76,00
4	62,00	63,00
5	54,00	58,00
6	43,00	81,00
7	46,00	45,00
8	38,00	91,00
9	98,00	65,00
10	66,00	52,00
11	89,00	83,00
12	49,00	87,00
13	51,00	57,00
14	51,00	80,00
15	48,00	63,00
16	50,00	65,00
17		
18		
19		
20		
21		
22		

\*Resultado6 [Documento6] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Rangos positivos	12 <sup>a</sup>	9,25	111,00
Empates	0 <sup>o</sup>		
Total	16		

a. IMP\_POST < IMP\_PRE  
 b. IMP\_POST > IMP\_PRE  
 c. IMP\_POST = IMP\_PRE

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	IMP_POST - IMP_PRE
Z	-2,225 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,026

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

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

Fuente: Datos elaborados en SPSS 25

## Anexo 37: Primera validación de instrumentos



### Aplicación de la Ingeniería RAMS para Mejorar la Gestión del Mantenimiento en la Empresa Dormakaba, 2019

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: técnica RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad)</b>							
1	<b>DIMENSIÓN 1: Análisis de riesgo de fallos</b>	Si /	No	Si /	No	Si /	No	
	Número de prioridad de riesgo = Gravedad x Ocurrencia x Detección							
2	<b>DIMENSIÓN 2: Confiabilidad</b>	Si /	No	Si /	No	Si /	No	
	TPEF= Horas totales en servicio/ Cantidad de fallas reportadas Tasa de fallas: Rf= Cantidad de fallas / Horas totales en servicio Probabilidad de supervivencia Ps= 1-Rf							
3	<b>DIMENSIÓN 3: Mantenibilidad</b>	Si /	No	Si /	No	Si /	No	
	Tiempo promedio de reparación = Horas de mantenimiento correctivo/cantidad de fallas							

Observaciones (precisar si

hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable** [  ]    **Aplicable después de corregir** [  ]    **No aplicable** [  ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: Pante Sabagan Javier Francisco    DNI..... 02626281

Especialidad del validador..... Ing. Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: 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

Firma del Experto Informante.

Lima 18 de Octubre del 2019

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 38: Segunda validación de instrumentos



### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

Aplicación de la Ingeniería RAMS para Mejorar la Gestión del Mantenimiento en la Empresa Dormakaba, 2019

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: técnica RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad)</b>							
1	<b>DIMENSIÓN 1: Análisis de riesgo de fallos</b>	Si ✓	No	Si ✓	No	Si ✓	No	
	Número de prioridad de riesgo = Gravedad x Ocurrencia x Detección							
2	<b>DIMENSIÓN 2: Confiabilidad</b>	Si ✓	No	Si ✓	No	Si ✓	No	
	TPEF= Horas totales en servicio/ Cantidad de fallas reportadas							
	Tasa de fallas: Rf= Cantidad de fallas / Horas totales en servicio							
	Probabilidad de supervivencia Ps= 1-Rf							
3	<b>DIMENSIÓN 3: Mantenibilidad</b>	Si ✓	No	Si ✓	No	Si ✓	No	
	Tiempo promedio de reparación = Horas de mantenimiento correctivo/cantidad de fallas							

Observaciones (precisar si

hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ ✓ ]    Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: ROBERTO FORPÓN MORALES ..... DNI... 02673808 .....

Especialidad del validador... GERENCIA DE PROYECTOS DE INSTRUMENTOS .....

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: 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

Lima 18 de Octubre del 2019

-----  
  
 Firma del Experto Informante.

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 39: Tercera validación de instrumentos



#### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

Aplicación de la Ingeniería RAMS para Mejorar la Gestión del Mantenimiento en la Empresa Dormakaba, 2019

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> técnica RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad)							
1	<b>DIMENSIÓN 1: Análisis de riesgo de fallos</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	Número de prioridad de riesgo = Gravedad x Ocurrencia x Detección							
2	<b>DIMENSIÓN 2: Confiabilidad</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	TPEF= Horas totales en servicio/ Cantidad de fallas reportadas							
	Tasa de fallas: RF= Cantidad de fallas / Horas totales en servicio							
	Probabilidad de supervivencia Ps= 1-Rf							
3	<b>DIMENSIÓN 3: Mantenibilidad</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	Tiempo promedio de reparación = Horas de mantenimiento correctivo/cantidad de fallas							

Observaciones (precisar si

hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable  ]    Aplicable después de corregir [     No aplicable [  ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: José David Bazar Ables    DNI: 41091024

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: 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

  
 \_\_\_\_\_  
 Firma del Experto Informante.

Lima 18 de Octubre del 2019

Fuente: Elaboración propia.

## **Anexo 40: Autorización de la empresa**

Lima, 10 de Abril del 2019

Señora

Dra. Luz Graciela Sánchez Ramírez

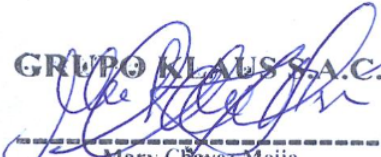
Coordinadora de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo – Sede Lima Este

### **ASUNTO: AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR TESIS DE INVESTIGACIÓN**

Yo, Mary Chavez Mejia, identificada con DNI 43275171, en mi calidad de Sub Gerente de Administracion de la empresa **Dormakaba (Grupo Klaus S.A.C.)**, autorizo al estudiante, **Camarena Osorio Erick Diego**, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, de la Universidad Cesar Vallejo – Sede Lima Este, a utilizar información confidencial de la empresa para el desarrollo del proyecto de tesis denominado **“Aplicación de la Ingeniería RAMS para Mejorar la Gestión del Mantenimiento en la Empresa Dormakaba, 2019”**. Como condiciones contractuales, el estudiante se obliga a (1) no divulgar ni usar para fines personales la información (documentos, expedientes, escritos, artículos, contratos, estados de cuenta y demás materiales) que, con objeto de la relación de trabajo, le fue suministrada; (2) no proporcionar a terceras personas, verbalmente o por escrito, directa o indirectamente, información alguna de las actividades y/o procesos de cualquier clase que fuesen observadas en la empresa durante la duración del proyecto y (3) no utilizar completa o parcialmente ninguno de los productos (documentos, metodología, procesos y demás) relacionados con el proyecto. El estudiante asume que toda información y el resultado del proyecto serán de uso exclusivamente académico.

El material suministrado por la empresa será la base para la construcción de un estudio de caso. La información y resultado que se obtenga del mismo podrían llegar a convertirse en una herramienta didáctica que apoye la formación de los estudiantes de la Escuela de Profesional de Ingeniería Industrial.

Atentamente,

**GRUPO KLAUS S.A.C.**  
  
-----  
Mary Chavez Mejia  
Sub Gerente de Administracion



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, CAMARENA OSORIO ERICK DIEGO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA RAMS PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA DORMAKABA, 2019", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
CAMARENA OSORIO ERICK DIEGO <b>DNI:</b> 46748000 <b>ORCID</b> 0000-0002-1968-9392	Firmado digitalmente por: ECAMARENAO el 21-06- 2021 21:21:03

Código documento Trilce: INV - 0233355