



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Laureate International Universities

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE CONTROL
ESTADÍSTICO DE CALIDAD PARA DISMINUIR LOS ÍNDICES DE
PRODUCTOS DEFECTUOSOS E INCREMENTAR LA RENTABILIDAD EN LA
EMPRESA INVERSIONES INDUSTRIALES DEL AMAZONAS S.A.C**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA INDUSTRIAL**

AUTORA:

Bach. Jhoselyn Inocenta Valderrama Roldán

ASESOR:

Ing. Rafael Castillo Cabrera

TRUJILLO – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A nuestro Padre Celestial, por darme la vida brindarme salud para poder culminar mi carrera profesional.

A mis padres:

Genoveva y Segundo, por su desinteresado apoyo tanto económico como moral, sin el cual hubiese sido imposible culminar mis estudios.

A mis hermanos:

Por el ejemplo que siempre me dieron, los consejos brindados durante toda mi vida profesional, por el aliento brindado y por el apoyo incondicional para resolver cualquier tipo de reto en mi vida profesional.

EPÍGRAFE

La más hermosa de las victorias, es la que nos cuesta mayor esfuerzo y nos agota hasta el cansancio.

(Gualberto Alcántara Olalde)

AGRADECIMIENTO

Gracias a todas las personas que me han apoyado en el desarrollo de mi carrera profesional como mis padres, hermanos, docentes y compañeros de estudios, que contribuyeron en la culminación satisfactoria de mi carrera.

LISTA DE ABREVIACIONES

AM: Absentismo mensual

HRAM: Horas reales de ausencia mensual

HRTM: Horas reales de trabajo mensual.

MD: Materiales defectuosos

DMM: Devolución de materiales mensuales

TTRM: Tiempo total de reparación mensual

PMI: Paradas mensuales inesperadas

TRM: Tiempo de reparación mensual

CTRM: Costo Total de reparación mensual.

CRM: Costo de reparación de máquina

PM: Parada de máquina

PNC: Productos no conformes

PT: Producción Total

DMPF: Devoluciones mensuales de producto final

PFD: Producto final devuelto

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad y cumpliendo lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte, para Optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, pongo a vuestra consideración la presente Proyecto intitulado:

“Propuesta de implementación de Técnicas de Control Estadístico de Calidad para disminuir los índices de productos defectuosos e incrementar la rentabilidad en la empresa Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C”

El presente proyecto ha sido desarrollado durante los primeros de Abril a Diciembre del año 2017, y espero que el contenido de este estudio sirva de referencia para otros Proyectos o Investigaciones.

Bach. Jhoselyn Valderrama Roldán

LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS

Asesor: Ing. Rafael Castillo Cabrera

Jurado 1: Ing.

Jurado 2: Ing.

Jurado 3: Ing.

RESUMEN

El presente informe tuvo como objetivo general el desarrollo de una Propuesta de implementación de Técnicas de Control Estadístico de Calidad para disminuir los índices de productos defectuosos e incrementar la rentabilidad en la empresa Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C.

Dentro del Control Estadístico de Calidad, se tienen distintas técnicas y herramientas a aplicar para obtener mejoras en cuanto a calidad y productividad en cualquier campo de la industria; es por ello que, para dar solución al principal problema encontrado en cuanto a Calidad dentro de la empresa en estudio, que viene a ser el alto índice de productos defectuosos, se desarrollan dos técnicas principalmente, la primera es, Cartas de Control por Atributos y la segunda el Plan de Muestreo de Aceptación. Las técnicas mencionadas anteriormente, requieren el uso de herramientas como por ejemplo, en el caso de las Cartas de control se emplean hojas de comprobación y gráficas de control, así mismo dentro de esta técnica se hizo una mejora en cuanto a mano de obra donde se aplica Evaluación de Desempeño; por otro lado al aplicar Plan de Muestreo de Aceptación, se mejora una de las causas que origina alto índice de productos defectuosos, el cual viene a ser la baja calidad de materia prima, para lo cual se hace uso de ciertas herramienta, como, Brainstorming, Gráficas de Dispersión, Diagrama Ishikawa, y Formatos de Evaluación de Proveedores.

Todo ello se ve reflejado en la mejora obtenida al comparar indicadores iniciales y los medidos después de las mejoras propuestas, lo cual se muestra a continuación:

- Mediante la implementación de Cartas de Control Estadístico de Calidad se logró disminuir los productos defectuosos en un 25%, por lo cual, se obtuvo una mejora monetaria de S/. 188.28 mensuales.
- Mediante la Aplicación de las Cartas de Control Estadístico de Calidad se obtuvo una mejora al 100% en cuanto a la inestabilidad del proceso, puesto que se encontró una inestabilidad de 6% y se redujo a 0%
- Al implementar Plan de Muestreo de Aceptación se logró reducir el índice de productos defectuosos en un 71.4%, por lo cual se obtuvo una mejora monetaria de S/. 416.51.
- El proyecto es viable, ya que mediante la Evaluación Económica Financiera desarrollada se obtuvo un VNA de S/. 177 050.67 y un TIR de 152.74%.

ABSTRACT

The objective of this report was to implement the Statistical Quality Control techniques to improve the defective products index of the company Inversiones Industriales del Amazonas SAC, a company dedicated to the footwear industry, located in the district of El Porvenir in Trujillo .

Within the Statistical Quality Control, there are different techniques and tools to apply to obtain improvements in quality and productivity in any field of industry; It is for this reason that, in order to solve the main problem found in terms of Quality within the company under study, which is the high index of defective products, two techniques are developed mainly, the first is, Letters of Control for Attributes and The second is the Acceptance Sampling Plan. The techniques mentioned above require the use of tools, for example, in the case of control charts, check sheets and control charts are used, and in this technique, an improvement was made in terms of labor where Applies Performance Evaluation; On the other hand, when applying Acceptance Sampling Plan, one of the causes that causes a high index of defective products is improved, which becomes the low quality of raw material, for which use is made of certain tools, such as Brainstorming , Scatter Charts, Ishikawa Diagram, and Supplier Evaluation Formats.

All this is reflected in the improvement obtained when comparing initial indicators and those measured after the proposed improvements, which is shown below:

- By implementing Statistical Quality Control Letters, the defective products were reduced by 25%, resulting in a monetary improvement of S /. 188.28 per month.
- Through the application of the Statistical Quality Control Letters, a 100% improvement in the instability of the process was obtained, since an instability of 6% was found and reduced to 0%
- When implementing Acceptance Sampling Plan, it was possible to reduce the index of defective products by 71.4%, resulting in a monetary improvement of S /. 416.51.
- The project is viable, since through the Financial Economic Evaluation developed, a VNA of S /. 177 050.67 and a TIR of 152.74%.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
EPIGRAFE	iii
AGRADECIMIENTO	iv
LISTA DE ABREVIACIONES	v
PRESENTACIÓN	vi
LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INDICE DE CUADROS	xiii
INDICE DE DIAGRAMAS	xiv
INDICE DE GRÁFICOS	xvi
ÍNDICE DE IMÁGENES	xvii
ÍNDICE DE TABLAS	xix
CAPITULO 1: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1 Realidad problemática	02
1.2 Formulación del problema	06
1.3 Hipótesis	07
1,4 Objetivos	07
1.4.1 Objetivo General	07
1.4.2 Objetivos Específicos	07
1.5 Justificación	07
1.6 Tipo de investigación	08
1.7 Diseño de la investigación	08
1.8 Variables	09
1.9 Matriz de Operacionalización de Variables	09
CAPITULO 2: MARCO REFERENCIAL	

2.1 Antecedentes	13
2.2 Base Teórica	17
2.3 Definición de términos	90
CAPITULO 3: DIAGNOSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL	
3.1 Diagnóstico	94
CAPITULO 4: SOLUCIÓN PROPUESTA	
4.1 Desarrollo	121
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	
• Libros	167
• Libros virtuales	167
• Tesis	168
• Direcciones electrónicas	169
ANEXOS	110
• Anexo N° 01: Primera entrevista a Vanessa Valderrama	172
• Anexo N° 02: Segunda entrevista a Vanessa Valderrama	173
• Anexo N° 03: Entrevista a Katia Luján	174
• Anexo N° 04: Fichas de observaciones al término de lote	177
• Anexo N° 05: Registro de material desechado	178
• Anexo N° 06: Registro de mantenimiento de maquinaria	179
• Anexo N° 07: Registro de asistencias - mes de mayo	180
• Anexo N° 08: Modelo de encuesta realizada a los colaboradores de Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C	181
• Anexo N° 09: Resultado de la encuesta realizada a los colaboradores	182
• Anexo N° 10: Búsqueda del código de inscripción de la empresa Inversiones industriales del Amazonas S.A.C.	187
• Anexo N° 11: Desorden en operación de costura 2	188
• Anexo N° 12: Mal estado de congelador	188
• Anexo N° 13: Monto de penalidad diaria Fuente: (Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C.; 2016)	189
• Anexo N° 14: Cálculo del costo total anual de pérdida por falta de capacitación	190
• Anexo N° 15: Cálculo del costo total anual de pérdida por ausencia de control de calidad de materia prima	191

• Anexo N° 16: Cálculo del costo total anual de pérdida por mantenimiento Preventivo	192
• Anexo N° 17: Cálculo del costo total anual de pérdida por falta de estándares de procesos	193
• Anexo N°18: Cálculo del costo total anual de pérdida por ausencia de registro de proveedores	195
• Anexo N° 19: cálculo del costo total anual de pérdida por falta de orden y limpieza	195
• Anexo N° 20: cálculo del costo total anual de pérdida por falta de orden y limpieza	196
• Anexo N° 21: Encuesta a supervisora de producción	197
• Anexo N° 22: Encuesta a encargada logística	197
• Anexo N° 23: Encuesta a supervisora de calidad	198
• Anexo N° 24: Encuesta a gerente comercial	198
• Anexo N° 25: Hojas de comprobación de la toma de muestras preliminar.	199
• Anexo N° 26: Tasas de interés promedio del sistema bancario	215

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01.	Cuadro resumen de causas y evidencias usadas en el área de Calidad	101
Cuadro N° 02.	Matriz de Indicadores	119
Cuadro N° 03.	Resumen de causas y cantidad de productos defectuosos originados	128
Cuadro N° 04.	Programa de Capacitación para el Habilitador 03	130
Cuadro N° 05.	Presupuesto de la implementación de Capacitación	132
Cuadro N° 06:	Mejora obtenida en cuanto a porcentaje de productos defectuosos	137
Cuadro N° 07:	Resultados y Discusión del proyecto	162

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama N° 01.	Cronograma de Investigación	10
Diagrama N° 02.	Levantamiento de un inventario de necesidades de capacitación	18
Diagrama N° 03.	Aspectos básicos para un programa de capacitación	19
Diagrama N° 04.	Objetivos de la evaluación de desempeño	21
Diagrama N° 05.	Secuencia para selección de proveedores	28
Diagrama N° 06.	Proceso del plan de muestreo simple	32
Diagrama N° 07.	Organización de Military Standard 414	54
Diagrama N° 08.	Clases de cartas de control para variables	60
Diagrama N° 09.	Recomendaciones para la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo	71
Diagrama N° 10.	Criterios para determinar que equipos incluir en el programa de mantenimiento preventivo	74
Diagrama N° 11.	Pasos para poder determinar qué y cómo inspeccionar	75
Diagrama N° 12.	Relación entre acciones de mantenimiento y producción para prevenir averías	76
Diagrama N° 13.	Estructura de Mantenimiento planificado	77
Diagrama N° 14.	Diagrama Pictórico de la línea de producción	78
Diagrama N° 15.	Diagrama de Operaciones del Proceso Productivo de un par de botín del modelo VR 037-CAMEL	98
Diagrama N° 16.	Diagrama de Ishikawa del Área de Calidad	100
Diagrama N° 17.	Diagrama de Pareto de Valorización de causas raíces	104
Diagrama N° 18.	Secuencia de pasos para establecer indicadores de Calidad	118
Diagrama N° 19.	Pasos para la aplicación de Cartas de Control	122

Diagrama N° 20.	Secuencia de desarrollo de la implementación de Plan de Capacitación en el Habilitado N° 03	123
Diagrama N° 21.	Secuencia de pasos para disminuir los indicadores de baja calidad de materia prima	140
Diagrama N° 22.	Secuencia de pasos para realizar un Brainstorming	141
Diagrama N° 23.	Diagrama de Ishikawa de Alto índice de plantas Defectuosas	142
Diagrama N° 24.	Pasos para la implementación de Plan de Muestreo de Aceptación	142
Diagrama N° 25:	Pasos de implementación de proceso de selección y evaluación de proveedores	144
Diagrama N° 26.	Flujograma del proceso de selección de proveedores	148

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01.	Principales mercados de exportación de calzado – noviembre 2015 (FOB \$)	03
Gráfico N° 02.	Principales empresas exportadoras de calzado peruano – noviembre 2015 (FOB \$)	05
Gráfico N° 03.	Número de capacitaciones realizadas en los dos últimos años en la empresa Inversiones Industriales del Amazonas S.A.	100
Gráfico N° 04.	Gráfica de la Carta de Control tipo P para el Proceso productivo del botín VR 037 – CAMEL	127
Gráfico N° 05.	Gráfica de la Carta de Control tipo P para el Proceso productivo del botín VR 037 – CAMEL, luego de la de propuesta de implementación del Plan de Capacitación del Habilitador 03	136
Gráfico N° 06.	Curva OC del Plan de Muestreo Preliminar	146
Gráfico N° 07.	Curva AOQ del Plan de Muestreo Preliminar	147
Gráfico N° 08.	Curva OC del Plan de Muestreo Mejorado	156
Gráfico N° 09:	Curva AOQ del Plan de Muestreo mejorado	157
Gráfico N° 10:	Mejora obtenida por aplicación de Cartas de Control	163
Gráfico N° 11:	Mejora obtenida por aplicación de Plan de Muestreo de Aceptación	163

INDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 01:	Tabla de Cameron para diseñar planes de muestreo Simples	33
Imagen N° 02:	Tabla Cameron para determinar la curva CO.	34
Imagen N° 03:	Letras código para el tamaño de muestra (MIL STD 105E)	36
Imagen N° 04:	Tabla para inspección normal. Muestreo simple (MIL STD 105E).	37
Imagen N° 05:	Tabla para inspección severa. Muestreo simple (MIL STD 105E).	38
Imagen N° 06:	Tabla para inspección reducida. Muestreo simple (MIL STD 105E).	39
Imagen N° 07:	Tabla Dodge-Roming para muestreo simple para un nivel de calidad límite, NCL 1.0% (o LTPD).	41
Imagen N° 08:	Tabla Dodge-Roming para muestreo simple para un nivel de calidad límite, NCL 5.0% (o LTPD).	42
Imagen N°09:	Tabla Dodge-Roming para muestreo simple con LCPS = 2% (AOQL).	43
Imagen N°10:	Tabla Dodge-Roming para muestreo simple con LCPS = 3% (o AOQL).	44
Imagen N° 11.	Tabla para muestreo simple para un nivel de calidad límite, NCL 1% o (LTPD)	50
Imagen N° 12.	Letras códigos para el tamaño de muestra para Military Standard 414	55
Imagen N° 13.	Tabla de inspección normal y severa, método <i>M</i>	56
Imagen N° 14.	Tabla para estimar el porcentaje de defectuosos en el lote (p_i o p_s) para Z_{EI} o Z_{es}	57

Imagen N° 15.	Gráfica de Carta de Control	59
Imagen N° 16.	Efecto de restauración de deterioro	78
Imagen N° 17.	Efecto del aumento de la vida del equipo	79
Imagen N° 18.	Pasos para el establecimiento del mantenimiento	
	Planificado	80
Imagen N° 19.	Etapas de las 5S	84
Imagen N° 20.	Tarjeta roja para 5S	85
Imagen N° 21.	Ficha de estandarización	88
Imagen N° 22.	Máquina de coser N° 01	107
Imagen N° 23.	Máquina Pegadora – Boca de sapo	108
Imagen N° 24.	Correo de devolución de lote para arreglo	112
Imagen N° 25.	Falta de orden y limpieza en la etapa de Marcado de planta con cuerpo, empaste y cardado	113
Imagen N° 26.	Formato de Hojas de Comprobación para recopilación de datos	125
Imagen N° 27.	Entrevista a la Supervisora de Producción para establecer el Perfil del Puesto en el Habilitado 03	129
Imagen N° 28.	Ficha para el perfil del puesto del Habilitador 03	130
Imagen N° 29.	Formulario para la Evaluación de desempeño del Habilitador N° 03 preliminar	133
Imagen N° 30:	Formulario para la Evaluación de desempeño del Habilitador N° 03 post- capacitación	134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01.	Comportamiento de las exportaciones peruanas de calzado, enero – noviembre, 2014 vs 2015.	04
Tabla N° 02.	Matriz de Operacionalización de Variables	11
Tabla N° 03.	Ficha de calificación de proveedores	29
Tabla N° 04.	Interpretación cualitativa del índice Cp	52
Tabla N° 05.	Lista de chequeo de elementos	86
Tabla N° 06.	Producción mensual según tipo de calzado	92
Tabla N° 07.	Producción del mes de mayo, según modelo de botín	93
Tabla N° 08.	Tabla de costos y tiempos del Diagrama de Operaciones del Proceso Productivo de un par del botín modelo VR 037-CAMEL	99
Tabla N° 09.	Resumen de fichas de observaciones al término de lote	104
Tabla N° 10.	Resumen de fichas de observaciones al término, con respecto a la pérdida de color de planta	106
Tabla N° 11.	Resumen de fichas de observaciones al término, con respecto a doble punto de cosido	109
Tabla N° 12.	Resumen de fichas de observaciones al término, con respecto a mal doblado de borde caña	110
Tabla N° 13.	Resumen de fichas de observaciones al término, con respecto a salpicaduras de pegamento	114
Tabla N° 14.	Resumen de costos del Área de Calidad	114
Tabla N° 15.	Matriz de priorización de causas raíces	116
Tabla N° 16.	Carta de Control P preliminar del Proceso Productivo del botín VR 037-CAMEL	126
Tabla N° 17.	Carta de Control P luego de la propuesta del Plan de	

	Capacitación del Proceso Productivo del botín	
	VR 037-CAMEL	135
Tabla N° 18:	Ahorro de reproceso por disminución de productos	
	Defectuosos	137
Tabla N° 19:	Tabla de plan de muestreo para cálculo del AOQ	145
Tabla N° 20:	Formato de Evaluación de proveedor de plantas de	
	Botines	151
Tabla N° 21:	Evaluación de proveedor actual de plantas de botines	153
Tabla N° 22:	Evaluación de proveedor propuesto de plantas de	
	Botines	154
Tabla N° 23:	Tabla de plan de muestreo para cálculo del AOQ	155
Tabla N° 24:	Ahorro obtenido por el Plan de Muestreo de Aceptación	158
Tabla N° 25:	Evaluación Económica Financiera del proyecto	160
Tabla N° 26:	Tasa de interés del BCP	160

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo anterior, la presente investigación describe el desarrollo de una Propuesta de implementación de Técnicas de Control Estadístico de Calidad para disminuir los índices de productos defectuosos e incrementar la rentabilidad en la empresa Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C.

En el Capítulo I, se muestran los aspectos generales sobre el problema de la investigación.

En el Capítulo II, se describen los planteamientos teóricos relacionados con la presente investigación.

En el Capítulo III, se describe la situación inicial en la que se encontró la empresa Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C, es decir todas las causas que ocasionan el alto índice de productos defectuosos y las pérdidas monetarias en las que la empresa incurre debido a ello, para finalmente proponer algunas soluciones que eliminen o reduzcan el impacto ocasionado por el problema encontrado.

En el Capítulo IV, se describe paso a paso el desarrollo de las soluciones propuestas, tales como Cartas de Control, Plan de Muestreo de Aceptación, Plan de Capacitación, entre otras técnicas y herramientas, con la finalidad de mejorar la situación de la empresa Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C.

En el Capítulo V, se desarrolla la evaluación económica financiera del desarrollo del proyecto para ver la viabilidad de éste.

En el Capítulo VI, se describe los resultados del desarrollo de las soluciones propuestas dentro de la empresa Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C., con respecto a la reducción de índices de productos defectuosos.

Finalmente se plantean las conclusiones y recomendaciones como resultado del presente estudio.

CAPITULO 1

GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Realidad problemática

El rubro del calzado a nivel mundial ha ido ocupando un crecimiento considerable, pues representa un mercado equivalente a más de US\$95 mil millones de dólares; cuya oferta (países exportadores) se concentra en un 50% en las economías del Sudeste Asiático, liderado por China y destacando el crecimiento de otros países emergentes como Vietnam e Indonesia. (Olivia M., 2011).

La producción mundial de calzado se distribuye por regiones como sigue: 49% Asia, 18% Europa Oriental, 12% Europa Occidental, 12% América Latina, 5% Norteamérica y el restante 4% en otros países. (González, J., González, E. y Barba, G., 2013).

Cabe señalar que el mercado internacional de calzado se ha ido recuperando posterior a la crisis económica experimentada en el año 2009 y se espera un crecimiento leve a mediano plazo a pesar de un nuevo ciclo de contracción que afectará principalmente los países europeos. (Olivia M., 2011).

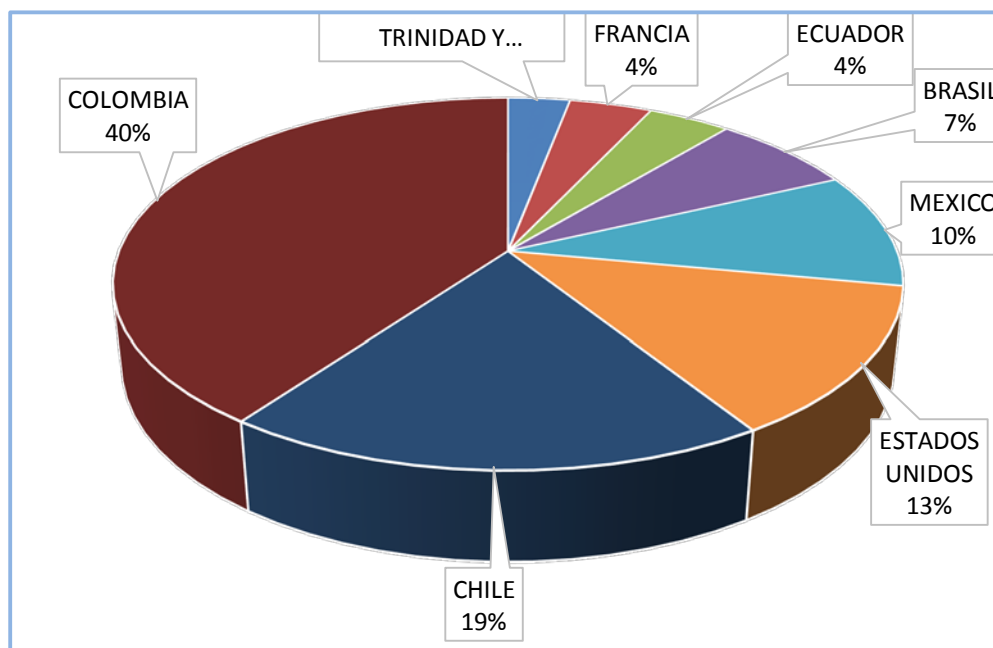
En la década pasada, el fenómeno más notorio en esta industria fue el ascenso vertiginoso de China como el líder del sector, el cual se señala tuvo su sustento en la abundancia de mano de obra barata y de materias primas (cueros, tintes, etc.), siendo así que produjo 15,700 millones de pares de calzado en relación del año 2013 al 2014, lo cual representa un 64.6 % de la producción mundial y un crecimiento del 10.5%. (Revista de calzado, 2014). Sin embargo, el mercado cada vez más orientado a la diferenciación y a la generación de valor agregado, entendido en el sentido más amplio, estaría poniendo en entredicho la estrategia de China y en general dando la pauta para replantear y ensayar nuevas estrategias que apunten a satisfacer las nuevas exigencias del sector. (COPEME, 2008).

En el ámbito nacional, Perú se caracteriza por ser bastante competitivo, con participación de variadas marcas tanto nacionales como extranjeras, así lo afirma estudios de mercado de calzado ProChile Lima (2013). (Coronado, F. y Yupanqui, D., 2014). A pesar de ello el sector del calzado en el Perú enfrenta una realidad difícil debido a la competencia de las importaciones que en su mayoría provienen de China con un 64% del total seguido por Vietnam (10.6%), Brasil (8.9%) e Indonesia (5.6%). (El Comercio, 2012). Por lo cual, el Perú se ha visto en la necesidad de lanzar productos que le den valor agregado al cliente y de esta manera tener una mayor competitividad con respecto a la competencia.

Es así que, según INEI, el rubro del calzado aumentó en 0.25% en Octubre del 2015, mostrando mayores precios los servicios de reparación de calzado con 1.1%.

Cabe mencionar, que los principales destinos de exportación del calzado peruano en el mes de noviembre del año 2015, han sido: Colombia (40%), Chile (19%) y Estados Unidos (13%). Ver Gráfico N° 01.

Gráfico N° 01: Principales mercados de exportación de calzado – noviembre 2015 (FOB \$)



Fuente: CIITEccal (Centro de Innovación Tecnológica de Cuero, Calzado e Industrias Conexas), 2015

Asimismo, el comportamiento de las exportaciones peruanas de calzado desde los meses de enero a noviembre del año 2014 a 2015 han sufrido una disminución del 17.04% en cantidad y con referencia al FOB disminuyó en 20.21%, como se aprecia en la Tabla N° 01. Además, se muestran las cantidades exportadas y el FOB para estos dos años, observándose la notable disminución que han sufrido las exportaciones peruanas.

Por otro lado, las principales empresas exportadoras peruanas son: Calzados Chosica S.A.C. (24%), Industria Procesadora de Plástico S.A.C. (20%) y Calzandina S.A.C. (9%); siendo Calzados Chosica S.A.C. la principal empresa que lidera las exportaciones del calzado peruano, tal como se aprecia en el Gráfico N° 02.

Tabla N° 01: Comportamiento de las exportaciones peruanas de calzado, enero – noviembre, 2014 vs 2015.

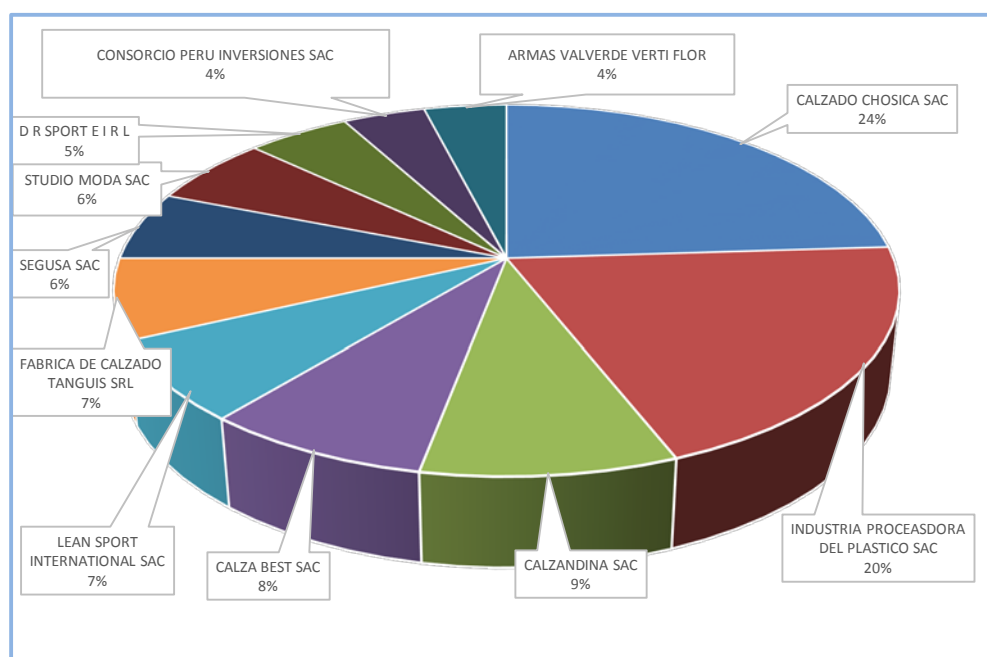
AÑO	2014		2015		Var% 15-14	
MES	FOB 2014	CANTIDAD 2014	FOB 2015	CANTIDAD 2015	FOB	CANTIDAD
ENERO	1547.338	184.525	2548.065	332.300	64.67%	80.08%
FEBRERO	1810.223	282.636	938.765	125.773	-48.14%	-55.50%
MARZO	2468.131	278.844	2677.181	337.062	8.47%	20.88%
ABRIL	1681.048	208.903	1193.012	281.882	-29.03%	34.93%
MAYO	2388.001	363.325	2356.959	247.983	-1.30%	-31.75%
JUNIO	2503.242	322.973	2298.079	260.758	-8.20%	-19.26%
JULIO	2273.412	337.111	1560.543	144.574	-31.36%	-57.11%
AGOSTO	2167.409	218.285	1550.111	199.800	-28.48%	-8.47%
SEPTIEMBRE	1880.324	224.943	1376.031	271.234	-26.82%	20.58%
OCTUBRE	2540.270	394.806	985.142	163.693	-61.22%	-58.54%
NOVIEMBRE	1938.739	333.000	1026.608	247.634	-47.05%	-25.64%
TOTAL GENERAL	23198.137	3149.351	18510.496	2612.693	-20.21%	-17.04%

Fuente: CIITEccal (Centro de Innovación Tecnológica de Cuero, Calzado e Industrias Conexas), 2015

En lo que se refiere a la industria del calzado a nivel de la provincia de Trujillo, su producción representa el 40% de la producción total a nivel nacional. Siendo así, El Porvenir, según datos estadísticos de la Gerencia de Desarrollo Económico Local, el 70% de la economía de ese lugar se mueve en base a la manufactura, con la confección y fabricación del calzado, teniendo alrededor de 1,647 empresas dedicadas a este rubro. (Castillo, D., 2011).

En el ámbito local, los integrantes del grupo de trabajo tuvieron la oportunidad de visitar la empresa Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C., dedicada a la fabricación y comercialización de diversos modelos de calzado para damas y caballeros a nivel nacional e internacional, ya sea en modelo casual, sport o de vestir. Cabe mencionar que, la producción mensual es de 1,200 pares, en donde el 70% de la producción representan los pedidos de Lima, un 15% de Piura y el 15% restante de Ecuador.

Gráfico N° 02: Principales empresas exportadoras de calzado peruano – noviembre 2015 (FOB \$)



Fuente: CIITEccal (Centro de Innovación Tecnológica de Cuero, Calzado e Industrias Conexas), 2015

Los principales fabricantes de calzado en el distrito El Porvenir y los principales competidores de la empresa en estudio son; Inversiones Mishel S.A.C., Industria Del Calzado Alex Wir S.A.C., Inversiones y Creaciones Anais S.A.C., con una participación del 33%, 21% y 18% respectivamente. (Ministerio de la Producción, 2016).

Por otro lado, al analizar la situación actual de la empresa se pudo observar que en el área de Calidad existe un alto índice de productos defectuosos, el cual es ocasionado por las siguientes causas:

- Falta de capacitación al personal para realizar sus actividades, ya que la gerencia no evalúa las deficiencias que tienen los trabajadores y no tiene un registro o plan de capacitación; generándose, un 7% de unidades defectuosos ya que 8 pares de 120 pares producidos en el lote son reprocesados debido a mal pegado de cierre, originando así una pérdida anual de S/. 6,089.97. (Ver pág. 190)
- Ausencia de control de calidad de materia prima. Esto ocurre, ya que no existe una clasificación de proveedores, ocasionando así, la recepción de lotes con un 6% de defectos (Pérdida del color de la planta o plantas teñidas), lo cual ocasiona una pérdida de S/. 6,432.35 anual. (Ver pág. 191)

- Falta de mantenimiento preventivo, ya que solo se realiza mantenimiento, cuando hay alguna falla, lo cual ha ocasionado que se evidencie un doble cosido en laterales y pegado de zapatos, generándose 3 % de unidades defectuosas e incurrir en un costo total de S/. 5,474.37 anual por mantenimiento correctivo, costos de reproceso y costo de oportunidad. (Ver pág. 192-193)
- Falta de estandarización de procesos, ya que se trabaja con un sistema de trabajo basado en la experiencia y la alta gerencia carece de conocimiento sobre estandarización, generado un 3% de productos defectuosos por mal doblado de caña dentro del lote de producción y un costo perdido de S/. 947.80 anuales por reproceso y costo de oportunidad. (Ver pág. 193-194).
- Falta de un registro de proveedores, lo cual ocasiona que haya una demora de 4 días adicionales en el abastecimiento de algunos insumos como por ejemplo las cajas de zapato que tienen distinto diseño según la marca que se fabricó, generando así un costo extra de mano de obra por espera de S/. 1,568.00 anuales. (Ver pág. 195)
- Falta de orden y limpieza dentro de la línea de producción trae como consecuencia obtener 2% de calzado con defectos; como suciedad y salpicaduras de pegamento, lo cual ocasiona un costo de S/. 1,026.19 anual por reproceso y S/. 1,733.76 anuales por costo de oportunidad. (Ver pág. 195)
- Falta de indicadores de Calidad, ya que no existe una persona capacitada para supervisar la calidad del calzado, ocasionando así un 20% de productos defectuosos, y un costo perdido de reproceso de S/. 3,412.81 anual. Así mismo se incurre en un costo de oportunidad perdido de S/. 14,303.52 anual. (Ver pág. 196)

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de implementación de técnicas de Control Estadístico de Calidad sobre los índices de productos defectuosos y la rentabilidad en la empresa Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C. durante el año 2016?

1.3 Hipótesis

La propuesta de implementación de las técnicas de Control Estadístico de Calidad reduce los índices de productos defectuosos e incrementa la rentabilidad en la empresa Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General:

Reducir los índices de productos defectuosos e incrementar la rentabilidad de la empresa Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C., mediante la implementación de técnicas de Control Estadístico de Calidad en el área de Calidad.

1.4.2 Objetivos Específicos:

- Realizar un diagnóstico de la situación actual del área de Calidad
- Priorizar los problemas más relevantes
- Identificar las metodologías, técnicas y/o herramientas que se podrían aplicar.
- Proponer las metodologías, técnicas y/o herramientas que se van a emplear
- Aplicar e implementar las técnicas de Control Estadístico de para la disminución de productos defectuosos.
- Evaluar y retroalimentar la propuesta de mejora
- Evaluar la factibilidad económica del proyecto.

1.5 Justificación del problema

A. Justificación teórica

El proyecto de investigación, tiene como propósito conocer los procedimientos necesarios para analizar y aplicar las técnicas y herramientas de Control Estadístico de Calidad.

B. Justificación aplicativa o práctica:

El presente trabajo de investigación, busca aplicar la propuesta de mejora en el área de Calidad para obtener los resultados planificados y con ello aumentar la rentabilidad de la empresa.

C. Justificación valorativa:

El presente trabajo de investigación, logrará la motivación y compromiso de todo el personal, así mismo contribuirá en la satisfacción del cliente, para de esta manera reducir costos y maximizar las utilidades de la empresa en estudio.

D. Justificación académica:

La presente investigación, tiene como finalidad la obtención del título de Ingeniero Industrial, comprobar los conocimientos aprendidos y a la vez servir como base para futuras investigaciones.

1.6 Tipo de Investigación

1.6.1 Por la orientación

Aplicada.

1.6.2. Por el diseño

Pre-experimental

1.7 Diseño de la investigación

1.7.1 Localización de la investigación

Lugar

Avenida Pumacahua N° 1013

Distrito

El Porvenir

Provincia

Trujillo

Departamento

La Libertad

1.7.2 Alcance

Se enmarca el ámbito de las ciencias de Ingeniería Industrial en el área de Calidad de la empresa Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C

1.7.3 Duración del proyecto

1.7.1 Recolección de datos:

Del 05/03/16 al 09/12/16

1.7.2 Análisis de datos:

Del 08/03/16 al 09/12/16

1.7.3 Elaboración de informe:

Del 09/03/16 al 09/12/16

1.7.4 Cronograma de trabajo (Diagrama de Gantt):

El cronograma de trabajo se puede visualizar en la página siguiente. (Ver pág. 10).

1.8 Variables

A. Variable Dependiente

“Índices de productos defectuosos y rentabilidad”

B. Variable Independiente

“Propuesta de implementación de técnicas de Control Estadístico de Calidad”

1.9 Matriz de Operacionalización de Variables

En la Tabla N° 02 de la página N° 11, se muestra de manera resumida las variables que serán objeto de estudio de la presente investigación

1.7 Duración del proyecto

Diagrama N° 01: Cronograma de Investigación

ACTIVIDADES	MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				HORAS
	SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA												
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
Recolectar información																																									156
Analizar información																																									128
Redactar información																																									112

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 02: Operacionalización de Variables

PROBLEMA	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
¿Cuál es el impacto de la propuesta de implementación de técnicas de Control Estadístico de Calidad sobre los índices de productos defectuosos y la rentabilidad en la empresa Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C. durante el año 2016?	La propuesta de implementación de las técnicas de Control Estadístico de Calidad reduce los índices de productos defectuosos e incrementa la rentabilidad en la empresa Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C.	V.D: Índices de productos defectuosos y rentabilidad	$\% \text{ productos defectuosos} = \frac{\text{Total de PNC}}{\text{Total de Lote}}$
			$\% \text{ de satisfacción} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de quejas solucionadas}}{\text{Total de quejas}} \times 100$
			$\text{Tasa de Calidad} = \frac{\text{Volumen de producción} - (\text{defectos} + \text{reprocesos})}{\text{Volumen de producción}}$
			$\% \text{ reproceso} = \frac{\text{Total de botines reprocesados}}{\text{Cant. total de producción}}$
			$\text{Rentabilidad sobre ventas} = (\text{Utilidades} / \text{Ventas}) \times 100$
		V.I: Propuesta de implementación técnicas Control Estadístico de Calidad	$\% \text{ Rentabilidad} = \frac{\text{Utilidad}_1 - \text{Utilidad}_0}{\text{Utilidad}_0}$
			$\text{EGE} =$ $\text{Disponibilidad} \times \text{Índice de rendimiento} \times \text{Tasa de Calidad}$
			$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Capacidad efectiva}} \times 100$
			$\% \text{ de pedidos entregados a tiempo}$ $= \frac{\text{N}^\circ \text{ de pedidos entregados a tiempo}}{\text{N}^\circ \text{ total de pedidos entregados}} \times 100$

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 2

MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes

A. Antecedentes Internacionales

Antecedente 01

Título: Propuesta para la implementación de técnicas de mejoramiento basadas en la filosofía de Lean Manufacturing, para incrementar la productividad del proceso de fabricación de suelas para zapato en la empresa Inversiones CNH S.A.S.

Autor: Jorge Alexander Silva Franco

Universidad - Año: Pontificia Universidad Javeriana – 2013

Resultados:

- Teniendo en cuenta la visión de negocio que tiene el gerente y la situación actual de la planta de producción, se puede afirmar que Lean Manufacturing es una filosofía que encaja muy bien con las metas a las que quiere llegar la empresa y cuenta con las herramientas necesarias para atacar los problemas y resolverlos con el menor costo posible.
- La inversión inicial requerida para la ejecución de las propuestas de mejora es de \$6.065.938, por lo que se puede inferir que es una inversión accesible para la empresa, teniendo en cuenta los altos retornos que representa y los beneficios ocultos a nivel de generación de cultura de trabajo enfocada hacia el mejoramiento continuo.
- Mediante la implementación del Kanban, se obtuvo un aumento de la productividad en un 20 %, ya que se redujo los desplazamientos realizados por el operario.
- Con la implementación de la filosofía 5'S, se implementó la cultura en los operarios, señalización de pasillos y áreas de producción; con lo cual se redujo en un 12 % los productos no conformes.
- Por medio de la realización del flujo de fondos del proyecto se obtiene un VPN de \$28.891.753 y una TIR del 152%, con lo que se puede concluir que es una muy buena oportunidad y se justifica la ejecución del proyecto para la empresa Inversiones CNH, ya que la TIR es superior a la tasa de oportunidad de la empresa y el VPN es positivo.

Antecedente 02

Título: Mejoramiento del sistema productivo de la empresa Calzado y Marroquinería Valery Collection

Autor: Yenny Lizeth Celis Mantilla

Universidad - Año: Universidad Industrial de Santander – 2009

Resultados:

- Con la implementación de la técnica de 5'S se disminuyeron los tiempos de búsqueda de herramientas y materiales y se lograron puestos de trabajos más limpios y ordenados, permitiendo a los operarios mayor eficiencia en el desarrollo de sus actividades diarias. Luego de la implementación de las mejoras se obtuvo un incremento en el porcentaje de cumplimiento de cada una de las 5 S así: 23.54% para Seiri, 30.83% para Seiton, 45.55% para Seiso, 37.43% para Seiketsu, 42.73% para Shitsuke.
- Con la realización del balanceo de líneas se consiguió obtener la necesidad de personal de cada una de las secciones para lograr la fabricación del lote ideal obtenido, de esta forma se aumentaron las capacidades productivas de las áreas de armado, montado, forro de tacones, terminado y emplantillado en 27.27%, 44.5%, 42.85% y 63.6% respectivamente.
- Gracias a la implementación de técnica de despilfarro, hubo una reducción de despilfarros equivalente a un 36.62%.
- Con la implementación de las herramientas de Manufactura esbelta, se redujo el índice de unidades devueltas a un 0.28% y en un 1.06% las unidades defectuosas.

B. Antecedentes Nacionales

Antecedente 01

Título: Análisis de un Sistema de Producción bajo el enfoque Lean Manufacturing para la optimización de la cadena productiva de la empresa Induplast.

Autor: Elvia Rosa Puyen Barturen

Universidad - Año: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo –2011

Resultados:

- Analizando el proceso bajo el enfoque Lean Manufacturing se determinó que la metodología de las 5S es la que mejor se ajusta a la organización la cual logra cubrir la mayor demanda de necesidades dentro de la empresa.
- Al implementar la técnica de las 5S se han determinado los siguientes resultados, una disminución del 53.34% en los desplazamientos de la línea de extrusión (de 145.87 m a 68.07m). Una disminución del tiempo usado en el transporte de la materia prima en 88.68% equivalente a un ahorro de S/. 71.00 (de 33.6h a 3.8h). El tiempo usado en el transporte del producto terminado disminuyó en 88.54% equivalente a un ahorro de S/. 415.26 al mes (de 197.12m a 22.58m). Los tiempos de búsqueda para los distintos moldes se han reducido de 15min a 5min, 12min a 6min y de 10min a 5min respectivamente.

Antecedentes 02

Título: Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta.

Autor: Samir Alexander Mejía Carrera

Universidad - Año: Pontificia Universidad Católica del Perú

Resultados:

- El ahorro generado por la implementación de las 5S's y mantenimiento autónomo en cuanto al tiempo de búsqueda de herramientas y avíos, después de la implementación de las 5S's, es de 20 minutos diarios por operario a 5 minutos diarios. Así también, el ahorro generado por la disminución de productos defectuosos es de 9.38% a 3.8 %.
- Con la del SMED, se tuvo beneficios como la reducción del tiempo de arranque de la máquina o set-up que tuvo un decremento de 30 a 10 minutos por máquina, lo que se refleja en un ahorro de S/. 2105. esto logró en conjunto con la cuarta fase de las 5'S estandarización, pues se crearon procedimientos y lecciones de un punto.
- El Valor presente neto (VPN), calculado con una tasa interna de retorno del 20%, para este proyecto tiene como equivalente el valor monetario de S. / 4 543.62 y la Tasa interna de retorno (TIR), nos proporciona el valor de 36%.

Antecedentes 03

Título: Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes

Autor: Miguel Alexis Palomino Espinoza

Universidad - Año: Pontifica Universidad Católica del Perú

Resultados:

- Como resultado se obtiene un ahorro anual de S/. 5,270 gracias a la implementación de las 5S en todas las líneas de envasado de la fábrica.
- Se generó una reducción de 80% en el tiempo de traslado de envases gracias a la aplicación del JIT.
- La aplicación del SMED, apuntando al proceso de lavado de línea, nos brinda una reducción del 70% del tiempo de que se realiza en la actualidad. Mejorando los niveles de producción y tiempos de despacho de pedidos.
- Un VPN positivo tomando en cuenta una tasa de retorno del 20% para este proyecto, nos demuestra que el proyecto es económicamente viable como tal.

C. ANTECEDENTES NACIONALES

Antecedente 01

Título: Herramienta de Lean Manufacturing, SMED en la chancadora Mp 800 de una empresa minera.

Autor: Freind Vega

Universidad – Año: Universidad Privada Del Norte – 2012

Resultados:

- Se determinó que al aplicar las herramientas de Lean Manufacturing específicamente el SMED se logró reducir al tiempo de 6 horas el ciclo de cambio de coraza.
- Se logró reducir el nivel de desperdicio en un 50% luego de aplicar las herramientas de Lean Manufacturing.
- Se calculó que el costo actual por las horas paradas por el cambio de coraza es 35,500.0 dólares, y al aplicar Lean Manufacturing el costo se reduce a 18,000.0 dólares.

- Los indicadores calculados demuestran que el proyecto es viable debido a que se tiene una TIR de 42%, un VAN de 358,077.0 dólares y un periodo de recuperación económica de 8 meses.

2.2 Base teórica

Criterio: Mano de Obra

A. Falta de capacitación de personal

La fuerza de trabajo de una empresa es su principal recurso, sin operarios calificados la tasa de producción sería lenta, la calidad peor y productividad muy baja. Siendo así que una vez que se establece un estándar el operario debe ser capacitado para seguir el método establecido y alcanzar dicho estándar. A continuación, se detalla el tema de capacitación.

Definición:

Según Chiavenato I. (2009) define a la capacitación como el proceso de desarrollar cualidades en los recursos humanos, preparándoles para sean más productivos y puedan cumplir con los objetivos de la organización. El propósito de la capacitación es influir en el comportamiento de las personas para aumentar su productividad y alcanzar el éxito.

Etapas para establecer un programa de capacitación:

Para el desarrollo de estas etapas se empleará la información de Chiavenato I. (2009), ya que se encuentra más detallada y entendible.

a. Diagnóstico de las necesidades de capacitación:

En esta etapa lo que se busca es conocer las necesidades de capacitación de una empresa, las cuales no siempre estarán definidas y por ende deben realizarse auditorías e investigaciones internas capaces de detectarlas. Para ello, se realiza un levantamiento de inventario de necesidades de capacitación, como se detalla a continuación:

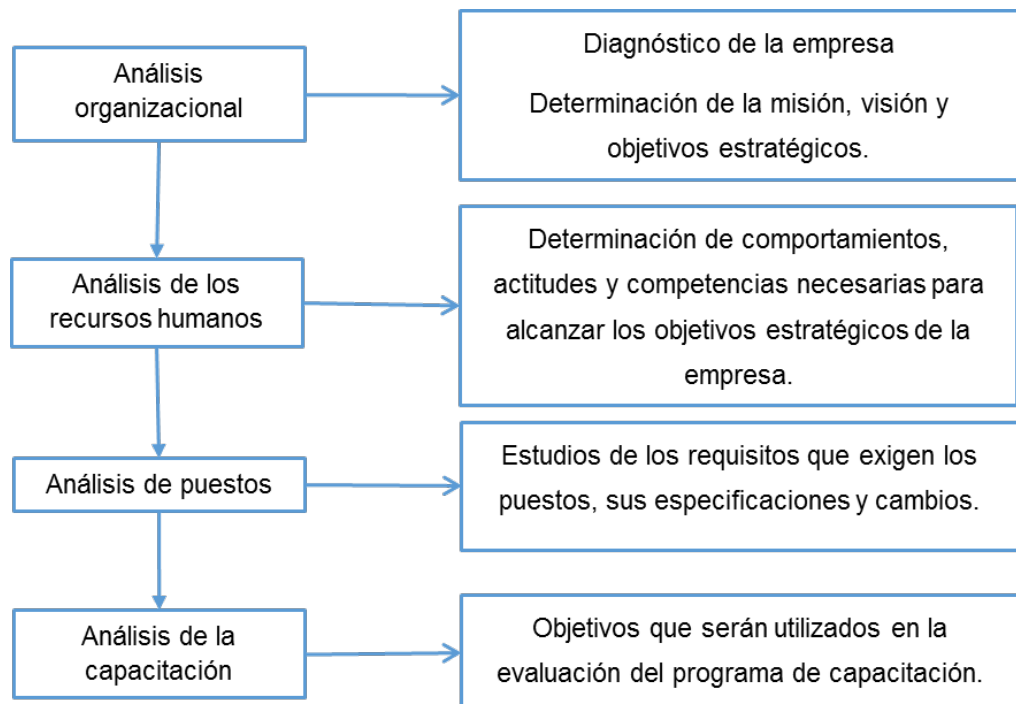
Método para levantar un inventario de necesidades de capacitación:

Existen un sinnúmero de métodos para diagnosticar las habilidades y competencias que deben ser puntos de capacitación. Uno de ellos, consiste en evaluar el proceso productivo de la empresa, localizar factores críticos, las barreras, los puntos débiles en el desempeño de las personas, etc. Otro

método, es la retroalimentación de las necesidades que las personas creen poder tener en un futuro. Un tercer método es conocer la visión organizacional de futuro de la empresa.

Por todo ello, la realización de un inventario de necesidades de capacitación se puede hacer en base a cuatro niveles de análisis como se muestra en el Diagrama N° 02

Diagrama N° 02: Levantamiento de un inventario de necesidades de capacitación



Fuente: (Chiavenato, I.; 2009)

b. Diseño de un programa de capacitación:

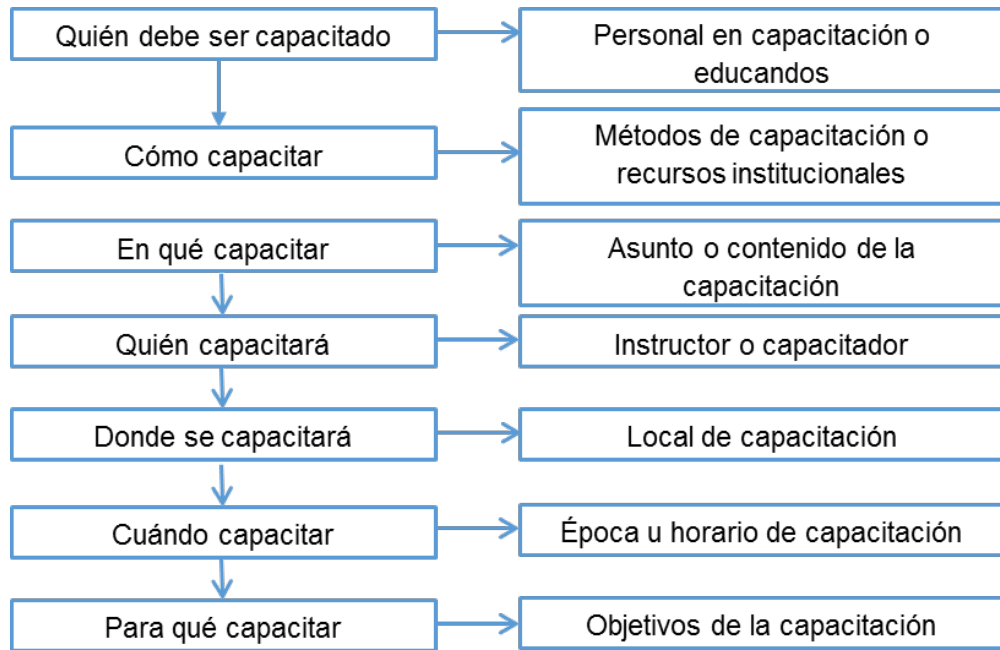
En esta etapa se realiza la planificación de las acciones de capacitación y debe tener un objetivo específico, es decir, una vez realizado un diagnóstico de las necesidades de capacitación se debe plantear como atender dichas necesidades de manera coherente e integral.

Para la capacitación es necesario programar los aspectos básicos como se muestran en el Diagrama N°03 de la siguiente página, con el objeto de alcanzar los objetivos establecidos.

c. Ejecución del programa de capacitación:

La realización del programa de capacitación corresponde a la tercera etapa del proceso. Existen diferentes tipos de tecnologías y técnicas para transmitir la información necesaria y desarrollar las habilidades requeridas en el programa de capacitación.

Diagrama N° 03: Aspectos básicos para un programa de capacitación



Fuente: (Chiavenato, I.; 2009)

d. Evaluación del programa de capacitación:

Corresponde a la etapa final de proceso de capacitación, en la cual se busca conocerla eficacia del programa y si satisfizo las necesidades de los clientes, personas y organización.

Las principales medidas para evaluar la capacitación son:

- Costo: cuál ha sido el monto de inversión en el programa
- Calidad: qué tan bien se cumplió con las expectativas
- Servicio: satisfizo las necesidades de los participantes o no.
- Rapidez: qué tan bien se ajustó a los nuevos desafíos.
- Resultados: qué resultados se obtuvieron

Si las respuestas a las preguntas anteriores fueron acertadas, entonces el programa fue provechoso, caso contrario el esfuerzo fue en vano.

Por otro lado, es importante realizar una evaluación de los resultados de la capacitación para ver que tanto se cumplieron los objetivos. En el Diagrama N° 04 de la página N° 21 se muestra un esquema resumen.

Evaluación del desempeño

La evaluación de desempeño es un proceso de revisar la actividad productiva del pasado para evaluar la contribución que el trabajador hace para que se logren objetivos del sistema administrativo. Existen seis preguntas fundamentales en la evaluación de desempeño (Chiavenato, I., 2007):

1. ¿Por qué se debe evaluar el desempeño?
2. ¿Qué desempeño se debe evaluar?
3. ¿Cómo se debe evaluar el desempeño?
4. ¿Quién debe evaluar el desempeño?
5. ¿Cómo se debe comunicar la evaluación de desempeño?

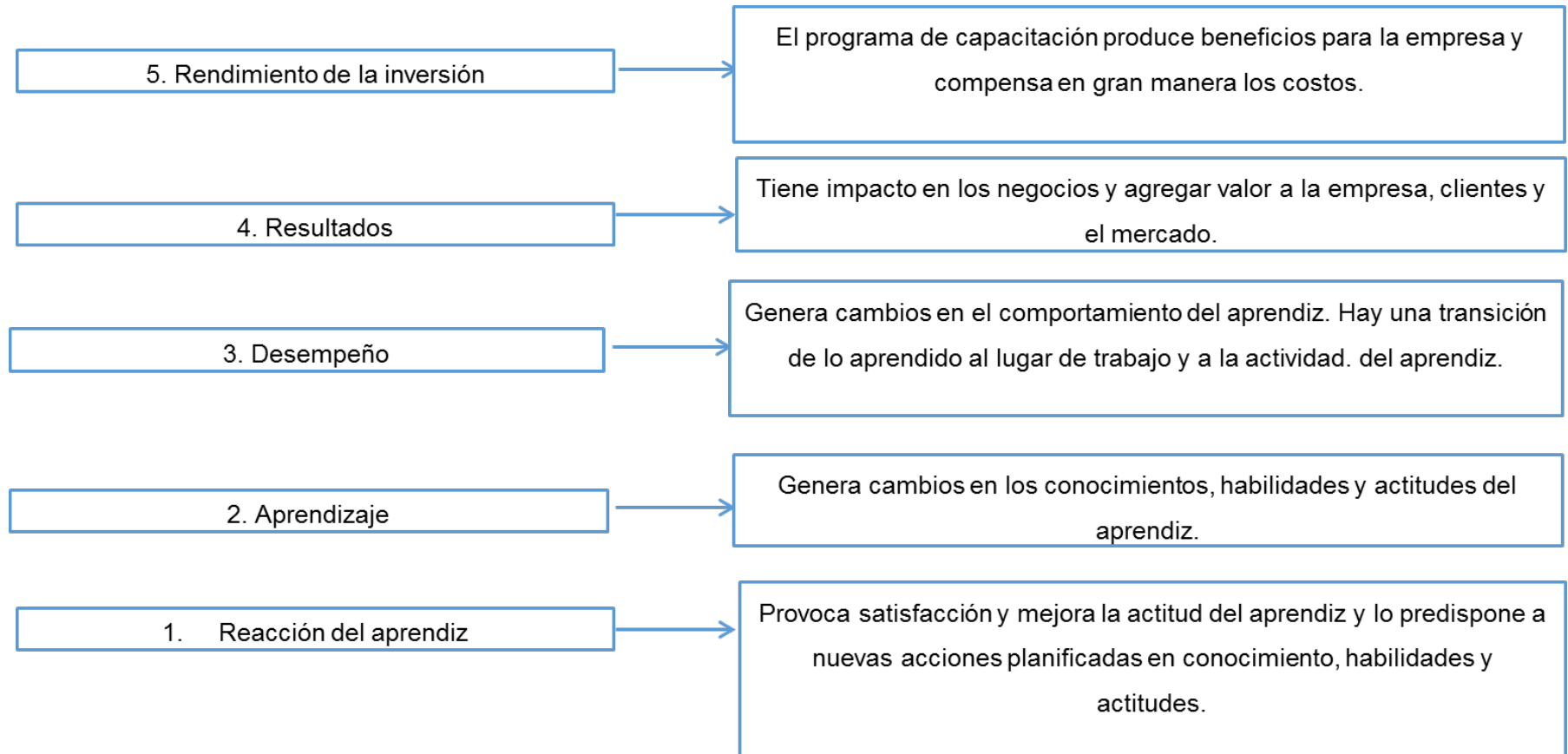
Cuesta Santos, A. (2010) refiere que evaluación de desempeño, o evaluación de rendimiento, o evaluación de la actuación, o performance appraisal, o evaluación de desempeño por competencias laborales, es el proceso o actividad clave de ATH consistente en un procedimiento que pretende valorar, de la forma más sistemática y objetiva posible, el rendimiento o desempeño de los empleados en la organización.

Objetivos de la evaluación de desempeño

En base a lo dicho por Chiavenato, I (2007), la evaluación de desempeño no es un fin en sí, sino un instrumento, un medio, una herramienta para mejorar los resultados de los recursos humanos de la organización. Para alcanzar este objetivo básico (mejorar los resultados del talento humano de la organización), la evaluación de desempeño pretende alcanzar diversos objetivos intermedios que podemos observar en Diagrama N°05, de la página 22.

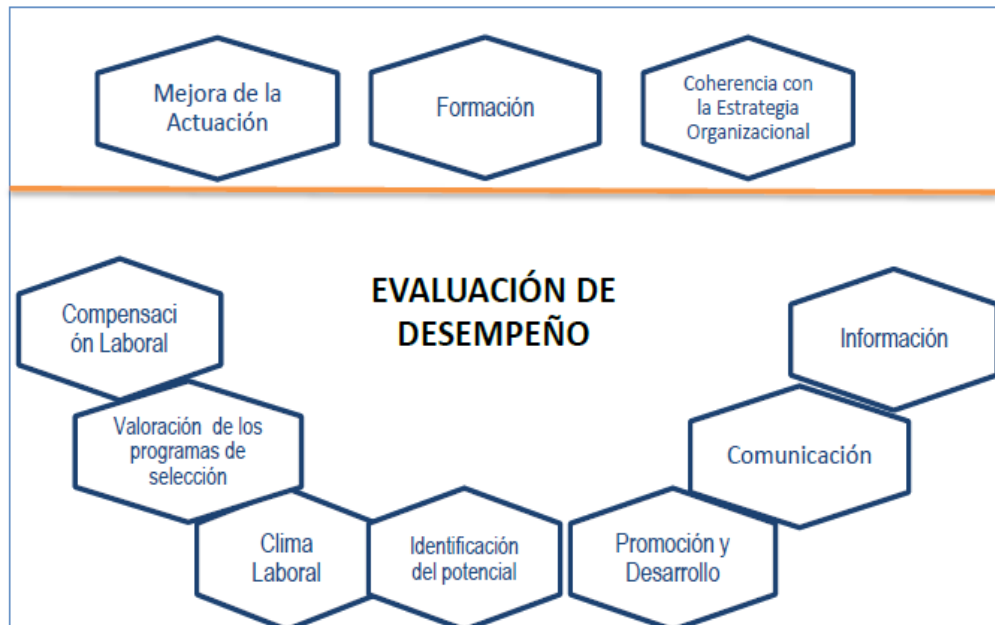
El objetivo principal de evaluación de desempeño es la mejora de actuación, es decir, está relacionado con incremento de la productividad del trabajo o el incremento del buen desempeño laboral del empleado.

Diagrama N° 04. Evaluación de los resultados de capacitación



Fuente: (Chiavenato, I.; 2009)

Diagrama N° 05: Objetivos de la evaluación de desempeño



Fuente: (Chiavenato, I.; 2007)

Métodos de Evaluación de Desempeño

Según Chiavenato, I. (2007), los principales métodos de la evaluación del desempeño son:

- **Método de evaluación del desempeño mediante escalas gráficas.**

Es el más usado y divulgado, este método evalúa el desempeño de las personas mediante factores de evaluación previamente definidos y graduados tomando en cuenta desempeño en la función y características individuales. Consiste en la determinación de una serie de indicadores o rasgos relacionados con el rendimiento en el trabajo. El evaluador deberá decidir en qué grado el empleado cumple con estos indicadores o dimensiones.

Al final, mediante una gráfica de escalas, con todos los indicadores utilizados, se puede obtener un perfil gráfico de cada uno de los evaluados. El número de factores de evaluación varía conforme a los intereses de cada organización; en general, va de 5 a 10 factores. Generalmente se utilizan 3, 4 o 5 grados de variación (óptimo, bueno, regular, apenas aceptables, deficiente) para cada factor.

El método permite fácil comprensión y de aplicación simple, posibilita visión integrada de los Factores de Evaluación y exige poco trabajo al evaluador en el registro.

- **Método de elección forzosa.**

Consiste en evaluar el desempeño de los individuos mediante frase descriptivas de alternativas de tipos de desempeño individual. En cada bloque hay dos, cuatro frases en donde el evaluador debe elegir por fuerza una sola, la que más se aplique al desempeño del empleado evaluado "elección forzada". A cada elección se le asigna un puntaje previamente. Es importante lo siguiente: quienes hayan diseñado el sistema de frases sí conocen perfectamente las frases más apropiadas para un rendimiento positivo, pues aunque todas parezcan positivas o negativas, unas describen al empleado eficaz y otras no. Los evaluadores tienen que haber participado en ese diseño o conocerlo con precisión.

Ejemplos:

- a) Colabora con sus compañeros.
- b) Es agradable.
- a) Se anticipa a los acontecimientos nuevos.
- b) Le gusta conocer el futuro.

Este método en grandes compañías identifica empleados sobresalientes, elimina el efecto de generalización (Efecto de Halo), además su aplicación es simple y no requiere preparación intensa de los evaluadores.

Por otro lado, unas de las desventajas son: no es realista para cantidades pequeñas de empleados, puede generar alta rotación y es un método básicamente comparativo y, eventualmente, discriminatorio.

- **Método de evaluación de desempeño mediante de investigación del campo.**

Se desarrolla en base a entrevistas de un especialista en evaluación, con el superior inmediato, mediante las cuales se evalúa el desempeño de sus subordinados, buscando causas, los orígenes, y los motivos de tal desempeño, mediante el análisis de hechos o situaciones.

Considera

1. Evaluación inicial desempeño +, +/-, -
2. Análisis complementario: preguntas en profundidad
3. Planeación: plan de acción, accesoria, capacitación, desvinculación, promoción, readaptación
4. Seguimiento: verificación o comprobación del desempeño

- **Método de evaluación de desempeño mediante incidentes críticos.**

Este método se basa en el hecho de que en el comportamiento humano existen ciertas características extremas capaces de conducir a resultados Positivos (Éxito) o Negativos (Fracaso). Se basa en excepciones con respecto al desempeño de los subordinados (aspectos muy positivos o aspectos muy negativos) son inventariados para evaluar. Las positivas deben realizarse y ponerse en práctica y las negativas corregirse o eliminarse. No mide las actividades rutinarias. El método consume mucho tiempo y tiende enfatizar los incidentes negativos.

En el caso de la evaluación de competencias, esos "incidentes" son precisamente las dimensiones o pautas de conductas. Los aspectos positivos deben realizarse y preferiblemente utilizarse, en tanto que los negativos deben corregirse y eliminarse.

Ventajas de este método:

1. Da un instrumento con el que el evaluador puede justificar su propio juicio ante los superiores y subordinados.
2. Disminuye la influencia de las opiniones personales y de los prejuicios de los evaluadores.
3. Permite al evaluador disponer en el momento en que formula el juicio, los datos de hecho sobre la forma en que los evaluados realizan el trabajo, evitando confiarse exclusivamente de la memoria.

- **Método de comparación de pares.**

Es también un sistema de clasificación jerárquica de los empleados (o directivos). Consiste en la comparación de cada empleado con todos los

demás. Se comparan de dos en dos, eligiéndose el empleado más eficiente de cada par. Tal proceder, muy sencillo por demás, ayuda mucho al análisis de un conjunto relativamente grande de personas. Es de gran utilidad en la determinación de los planes de sucesiones o reservas de directivos, así como en las consecuentes promociones. Y es preciso para organizaciones pequeñas o áreas menores de una organización (División, Departamento, Sección). Se recomienda sólo cuando los evaluadores no estén en condiciones de utilizar otros métodos.

- **Método de frases descriptivas.**

Este método solo difiere del método de la elección forzada en que no es obligatorio escoger las frases. El evaluador señala las frases que caracterizan el desempeño del subordinado (señal "+" o "S") y aquellas que muestran el desempeño contrario (signo "-" o "N").

Beneficios de la Evaluación de Desempeño

Según Alles, M. (2011), la evaluación de desempeño puede ser usada mucho más que para aumentar o no salarios.

La evaluación permite:

- Detectar necesidades de formación.
- Descubrir personas clave para la organización.
- Descubrir que su colaborador desea hacer otra cosa.
- Encontrar la persona que estaba buscando para otra posición.
- Motivar a las personas al comunicarles un desempeño favorable e involucrarlas en los objetivos de la empresa.

Criterio: Métodos

A. Ausencia de un registro de proveedores

Según Juran, Gryna & Bingham (2005), el tema de selección de proveedores es un proceso que está presente en toda organización, debido a que es necesaria la adquisición de bienes y servicios tales como maquinaria, materia prima, servicios de limpieza, etc.; por lo que este proceso debe ser enfocado a la búsqueda de calidad. Es conocido en la mayoría de las organizaciones que el departamento de compras o

proveeduría es el encargado de realizar la búsqueda y selección de proveedores que mejor se adecuen a las necesidades de la organización.

La clave en la selección de los proveedores de un producto o servicio recae en la importancia de saber qué criterios utilizar para seleccionarlos, ya que se debe tomar en cuenta que tipo de impacto tendrán los productos o servicios que ofrecen y si este será un impacto positivo con la productividad, calidad y competitividad de la organización misma. La búsqueda y selección de proveedores puede darse por diferentes causas, ya sea porque la organización inicia operaciones y no cuentan con proveedores, la organización ya posee proveedores, pero estos no le satisfacen sus necesidades y requieren de mejor calidad, o se desea ampliar la cartera de proveedores para que la organización tenga un parámetro de comparación y observar si se desea cambiar.

Los proveedores que cumplen los requisitos del proceso de calificación son incluidos en la lista de proveedores calificados. Esta lista permite a los diversos departamentos de la empresa a distinguir entre proveedores calificados y no calificados. Los agentes de compras reciben amplias facultades para tratar con los primeros, tanto para pedir ofertas como para pasar pedidos. En el caso de los proveedores calificados, los procedimientos de control de la calidad permiten un menor grado de inspección, ensayo, vigilancia, etc., que cuando se trata de proveedores no incluidos en la lista. Otros departamentos establecen análogas distinciones.

B.1. Selección de proveedores

Involucra una búsqueda exhaustiva de todos los posibles proveedores y se deben eliminar uno a uno conforme a la lista de criterios y diversas consideraciones, hasta reducir a unos pocos a los cuales se les solicitará una cotización. Se recomienda seguir un esquema como el que se muestra en el Diagrama N° 06 de la página 29.

B.2. Criterios para seleccionar a un proveedor

Para poder llegar a conocer cuáles son estos criterios, se debe elaborar una lista de todas aquellas empresas que ofrecen productos o servicios acorde a los requerimientos de la organización, para posteriormente pedir las respectivas cotizaciones, y se le debe de asignar una calificación a cada uno de los criterios; dicha calificación puede variar según el rango de importancia que se le dé a cada uno. También se debe tomar en cuenta de las empresas proveedoras su historial

en trabajos realizados, instalaciones, fuerza técnica, nivel financiero, nivel de organización y administración, su reputación y su localización. Una vez se ha elaborado la lista de posibles proveedores se inicia el contacto directo para solicitarles la información que interesa obtener. Se debe insistir en que respondan claramente a los siguientes aspectos:

a. Calidad

- Calidad del producto
- Características técnicas
- Garantía
- Personal capacitado

b. Condiciones económicas

- Precio por unidad
- Forma pago
- Precios de envases y embalajes
- Pago de portes y seguros.
- Recargos por aplazamiento del pago.
- Descuentos por pronto pago.
- Descuentos por pagos de contado

B.3. Calificación del Proveedor

En este caso se debe tener una metodología de calificación de proveedores, para de esta manera se pueda aprobar o desistir de los servicios de algún proveedor. Para la calificación se hace uso de una ficha de calificación, como se puede observar en el Tabla N° 03 (Ver pág. 30).

Criterio: Materiales

A. Ausencia de control de calidad de materia prima

Muestreo de aceptación

Según Gutiérrez y De la Vara (2009), el muestreo de aceptación se puede aplicar en cualquier relación cliente-proveedor, ya sea en el interior de una empresa o entre diferentes empresas; se considera una medida defensiva para protegerse contra la

amenaza del posible deterioro en la calidad.

Si los criterios de calidad con los que se inspecciona son variables de atributos del tipo pasa no pasa, entonces un plan simple de muestreo de aceptación está definido por un tamaño de lote, N , un tamaño de muestra, n , y el número de aceptación, c .

a) Ventajas y desventajas del plan de muestreo de aceptación

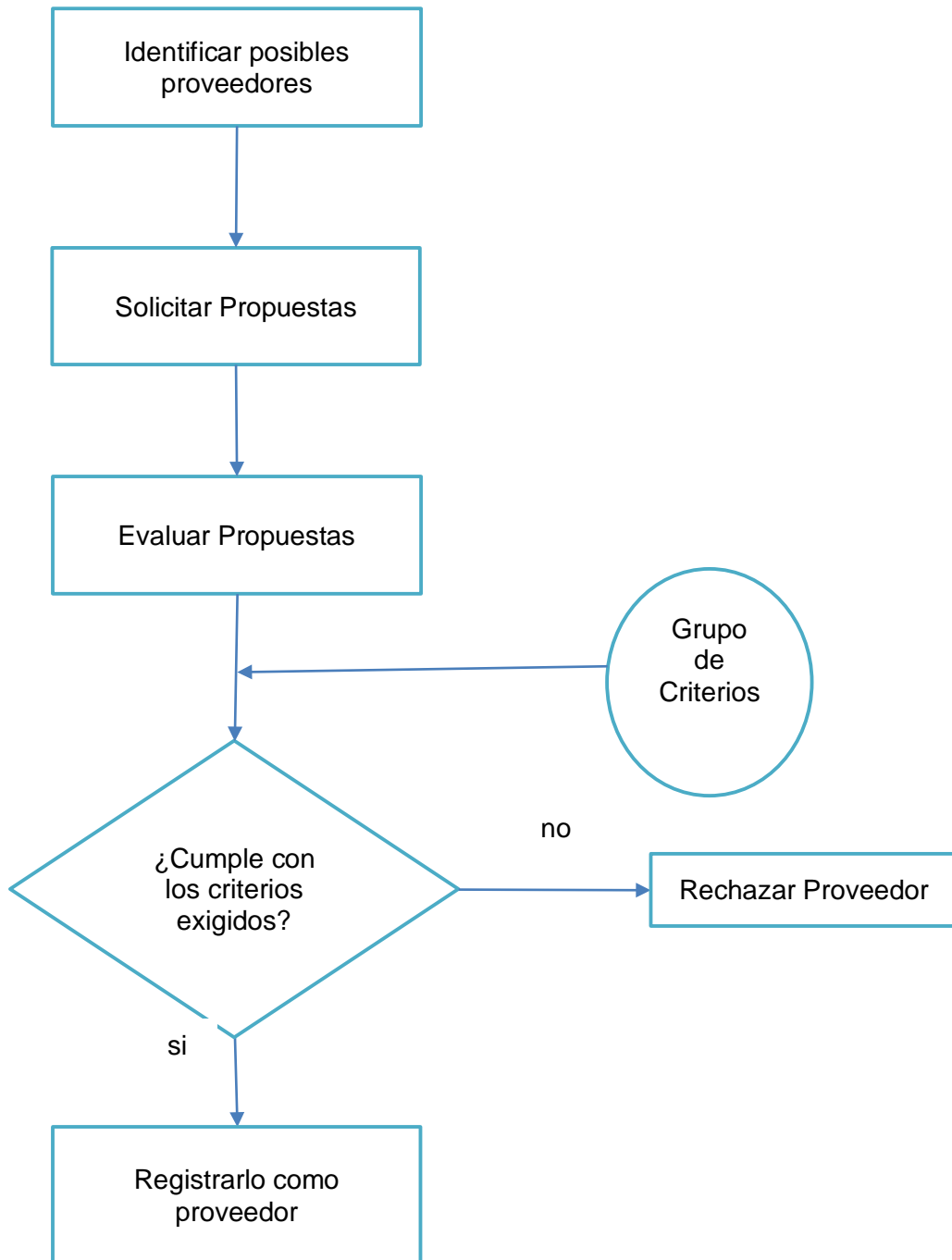
Según Gutiérrez y De la Vara (2009), el muestreo de aceptación con respecto a la inspección al 100% tiene las siguientes ventajas:

- Tiene menor costo porque se inspecciona menos, a pesar de algunos costos adicionales generados por la planificación y administración de los planes de muestreo.
- Requiere de menos personal en las actividades de inspección, con lo cual se simplifica el trabajo de coordinación y se reducen costos.
- El producto sufre menos daño porque hay menos manipulación.
- Es aplicable en pruebas destructivas.
- A menudo reduce el error de inspección y la monotonía.
- El rechazo de lotes completos por la existencia de artículos defectuosos proporciona una motivación al fabricante del lote para que mejore su calidad.

El muestreo de aceptación presenta algunas desventajas como las siguientes:

- Existe cierto riesgo de aceptar lotes malos y rechazar los buenos, aunque en un plan de muestreo de aceptación estos riesgos están previstos y cuantificados.
- Proporciona menos información acerca del nivel de calidad del producto o de su proceso de fabricación; aunque bien utilizada, la información obtenida es suficiente.

Diagrama N° 06: Secuencia para selección de proveedores



Fuente: (Ortiz, J.; 2014)

Tabla N° 03: Ficha de calificación de proveedores

Nombre del Proveedor:
Productos y/o Servicios:

Fecha de Evaluación:
Evaluación N° :

Importancia			Quien evalúa	Conceptos	Evaluación			
1	2	3			Bueno	Regular	Malo	Numérica
			a	Maquinarias/Equipos/herramientas/vehículos				
			a	Cumplimiento normas de seguridad e higiene				
			a/b	Cumplimiento en los plazos de entrega				
			a	Cumplimiento de especificaciones técnicas				
			b	Precios competitivos				
			a/b	Responsable técnico capacitado				
			a	Presentación de productos: embalaje - bultos . Envase				
			a/b	Entrega de documentación correcta				
			a	Envío de protocolos de análisis				
			a	Calificación de la mano de obra				

Evaluación del Sistema de Calidad								
			a/b	Cuenta con personal que efectúe exclusivamente control de calidad				
			a/b	El personal está capacitado				
			a/b	Utilizan procedimientos capacitados				
			a/b	Se realiza auditoria interna, no conformidades, acciones preventivas y correctivas				
			a/b	Se utilizan planes de inspección				
			a/b	Se registran los resultados de las inspecciones				
			a/b	Se agregan y/o identifican los artículos en no conformidad				
			a/b	Se utilizan criterios de aceptación				
			a/b	Se contrastan, calibran los equipos, instrumentos de medición y ensayo				

0 0 0

Puntaje máximo (1+2+3) = 0 Puntaje total

Resultado a/b =

Quien evalúa: a. usuario
b. comprador

Calificación final

Observaciones:

Evaluadores:	Nombres y Apellidos	Sector

Fuente: (Juran, J. & Gryna, F. & Bingham, R.; 2005)

b) Tipos de planes de muestreo

Un primer nivel de clasificación de los planes de muestreo de aceptación está en función del tipo de característica de calidad bajo análisis, que puede ser de atributos o por variables continuas. En los planes por variables se toma una muestra aleatoria del lote y a cada unidad se le mide una característica de calidad de tipo continuo (longitud, peso, etc.). Con las mediciones se calcula un estadístico que por lo general está en función de la media, la desviación estándar muestral y las especificaciones, y al comparar el valor de tal estadístico frente a un valor de tablas, se aceptará o rechazará todo el lote.

En los planes por atributos se extrae de manera aleatoria una o más muestras de un lote y cada pieza de la muestra es clasificada de acuerdo con ciertos atributos como aceptable o defectuosa; la cantidad de piezas defectuosas es usada para decidir si el lote es aceptado o no.

c) Índices para los planes de muestreo de aceptación

Según Montgomery (2011), en una relación cliente-proveedor en la que existe un plan de muestreo de aceptación de por medio hay dos intereses: por un lado, el proveedor quiere que todos los lotes que cumplen con un nivel de calidad aceptable sean aprobados; y por el otro, el cliente desea que todos los lotes que no tienen un nivel de calidad aceptable sean rechazados.

A continuación, se muestran los índices

• Nivel de Calidad Aceptable (NCA o AQL)

Es el porcentaje máximo de defectuosos que el consumidor considera aceptable en un lote.

Al riesgo que tiene una probabilidad igual a α , por lo general pequeña (0.05, 0.10), se le conoce como riesgo del productor. El riesgo del productor es la probabilidad de que el plan de muestreo no logre verificar aceptable en el lote y que, en consecuencia, lo rehace.

• Nivel de Calidad Límite (NCL o LQL)

Es el porcentaje de defectuosos en un lote que el consumidor considera no satisfactorio y quiere que se rechace con alta probabilidad.

Por lo antes dicho, si un lote tiene calidad igual al NCL entonces la probabilidad de aceptarlo debe ser muy baja (por lo general de 0.05, 0.10), y a esta probabilidad se le designa con la letra β (riesgo del consumidor).

Entonces, el riesgo del consumidor, es la probabilidad de aceptar lotes con calidad igual a NCL.

- **Calidad promedio de salida (AOQ)**

Es la calidad promedio que se alcanza después de aplicar el proceso de inspección. Este concepto es una forma de medir el efecto de un plan de muestreo sobre la calidad que se tendrá después de aplicarlo.

$$AOQ = \frac{p * (Pa) * (N - m)}{N}$$

- **Límite de calidad de salida promedio (AOQL)**

El valor máximo de la curva AOQ y representa la peor calidad promedio que puede obtenerse del programa de inspección.

- **Inspección total promedio**

Es el número promedio de artículos que se inspeccionan por lote, considerando los aceptados y los rechazados.

$$ATI = n + (1 - pa) * (N - n)$$

d) Planes de muestreo por atributos

- **Plan de muestreo simple**

Se toma una muestra de tamaño n , y si en ésta se encuentra c o menos unidades defectuosas, el lote es aceptado, o en otro caso es rechazado. Ver Diagrama N°07 mostrado en la pág. 33.

- **Plan de muestreo doble**

Se pueden tomar hasta dos muestras para tomar la decisión de aceptar o no. La idea es tomar una primera muestra de tamaño más pequeño que el plan simple para detectar los lotes que son muy buenos o los que son muy malos. En los casos que con la primera muestra no se puede decidir, entonces se toma la segunda muestra para llegar a una conclusión definitiva

Un plan de muestreo doble se define por 4 parámetros:

N = tamaño de lote

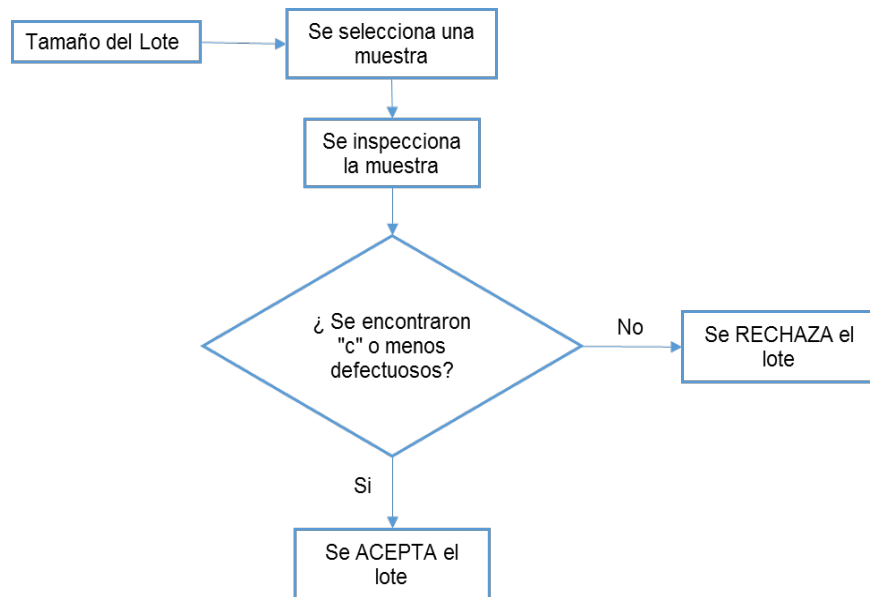
n_1 = tamaño de la primera muestra

c_1 = número de aceptación de la primera muestra

n_2 = tamaño de la segunda muestra

c_2 = número de aceptación para las dos muestras

Diagrama N° 07: Proceso del plan de muestreo simple



Fuente: (Montgomery, D.; 2011)

- **Plan de muestreo múltiple**

Es una extensión del concepto del muestreo doble, donde se toma una muestra inicial considerablemente más pequeña que el plan simple, y si con ella ya se tiene evidencia suficiente para sentenciar el lote la decisión que proceda se toma en consecuencia, de lo contrario se toma una segunda muestra y se intenta decidir; pero si esto todavía no es posible se continúa con el proceso hasta tomar la decisión de aceptar o rechazar el lote en la última muestra considerando todos los defectuosos encontrados.

e) Planes de muestreo por atributos

- **Método de Cameron**

Una forma lógica de regular la relación cliente-proveedor mediante un plan de muestreo de aceptación simple es diseñar planes con una alta probabilidad de aceptar la calidad NCA y que casi nunca acepten la calidad NCL (Shilling y Neubauer, 2009). Aquí veremos el método de Cameron, el cual se basa en la distribución de Poisson y da una buena aproximación a la distribución binomial.

Este método se aplica con los siguientes pasos:

1. Especificar los valores porcentuales deseados para NCA y NCL, con su correspondiente Probabilidad de aceptación, $1 - \alpha$ y β , respectivamente.

2. Convertir estos porcentajes a proporciones, sea $p_1 = NCA/100$ y $p_2 = NCL/100$.
3. Calcular la razón de operación, $R_c = p_2/p_1$.
4. De acuerdo con los valores de α y β , buscar en la columna apropiada de la Imagen N° 01 el valor R más cercano a R_c . Si en la tabla hay dos números R aproximadamente igual de cercanos a R_c se debe elegir el menor.
5. Ubicado el valor R en la Imagen N° 01, mostrada líneas abajo, el número de aceptación, c, se encuentra en el mismo renglón que R en la columna c hacia la izquierda.
6. En el mismo renglón donde se localizó a R, pero en la columna np_1 a la derecha de R, localizar el valor de np_1 . El tamaño de muestra se encontrará al dividir ese valor entre p_1 .

Imagen N° 01: Tabla de Cameron para diseñar planes de muestreo simples

VALORES DE R PARA:					VALORES DE R PARA:				
c	$\alpha = .05$ $\beta = .10$	$\alpha = .05$ $\beta = .05$	$\alpha = .05$ $\beta = .01$	np_1	c	$\alpha = .01$ $\beta = .10$	$\alpha = .01$ $\beta = .05$	$\alpha = .01$ $\beta = .01$	np_1
0	44.89	58.80	89.78	0.05	0	229.1	298.1	458.2	0.01
1	10.95	13.35	18.68	0.35	1	26.18	31.93	44.68	0.14
2	6.51	7.70	10.28	0.82	2	12.20	14.43	19.27	0.43
3	4.89	5.67	7.35	1.36	3	8.11	9.41	12.20	0.82
4	4.06	4.65	5.89	1.97	4	6.24	7.15	9.07	1.27
5	3.55	4.02	5.01	2.61	5	5.19	5.88	7.34	1.78
6	3.21	3.60	4.43	3.28	6	4.52	5.08	6.25	2.33
7	2.96	3.30	4.01	3.98	7	4.05	4.52	5.50	2.90
8	2.77	3.07	3.70	4.69	8	3.70	4.11	4.96	3.50
9	2.62	2.89	3.46	5.42	9	3.44	3.80	4.54	4.13
10	2.50	2.75	3.26	6.16	10	3.22	3.55	4.22	4.77
11	2.40	2.63	3.10	6.92	11	3.05	3.35	3.95	5.42
12	2.31	2.53	2.96	7.69	12	2.91	3.18	3.74	6.09
13	2.24	2.44	2.85	8.46	13	2.79	3.04	3.55	6.78
14	2.17	2.37	2.75	9.24	14	2.69	2.92	3.40	7.47
15	2.12	2.30	2.66	10.03	15	2.60	2.82	3.26	8.18
16	2.07	2.24	2.58	10.83	16	2.52	2.73	3.15	8.89
17	2.03	2.19	2.52	11.63	17	2.45	2.65	3.04	9.61
18	1.99	2.14	2.45	12.44	18	2.39	2.58	2.95	10.34
19	1.95	2.10	2.40	12.25	19	2.33	2.51	2.87	11.08
20	1.92	2.06	2.35	14.07	20	2.28	2.45	2.79	11.82
21	1.89	2.03	2.30	14.89	21	2.24	2.40	2.73	12.57
22	1.86	2.00	2.26	15.71	22	2.20	2.35	2.67	13.32
23	1.84	1.97	2.22	16.54	23	2.16	2.31	2.61	14.08
24	1.82	1.94	2.19	17.38	24	2.12	2.27	2.56	14.85
25	1.79	1.92	2.15	18.21	25	2.09	2.23	2.51	15.62

Fuente: (Gutiérrez, H. y De la Vara, R.; 2009)

Obtención de la curva CO

Para tener un mejor panorama del desempeño de un plan diseñado con el método de Cameron, se obtiene la curva CO correspondiente mediante la Imagen N° 02. Recuerde que esta curva se forma con un conjunto de valores (p, Pa) , los cuales indican que un lote con una proporción de defectuosos de p se acepta con una probabilidad Pa . Para encontrar los valores (p, Pa) , primero en los encabezados de la Imagen N° 02, se encuentra una serie de valores predefinidos para Pa que van desde 0.995 hasta 0.005. Para determinar los correspondientes p , es preciso ubicarse en el renglón del valor c del plan y al dividir entre n a los valores localizados en ese renglón se encuentran el p que corresponde a cada Pa .

Imagen N° 02: Tabla Cameron para determinar la curva CO.

c	$Pa=.995$	$Pa=.975$	$Pa=.950$	$Pa=.900$	$Pa=.750$	$Pa=.500$	$Pa=.250$	$Pa=.100$	$Pa=0.050$	$Pa=0.025$	$Pa=.010$	$Pa=.005$
0	.005	.025	.051	.105	.288	.693	1.38	2.30	2.99	3.68	4.60	5.29
1	.103	.242	.355	.532	.961	1.67	2.69	3.89	4.74	3.57	6.63	7.43
2	.338	.619	.818	1.10	1.72	2.67	3.92	5.32	6.29	7.22	8.40	9.27
3	.672	1.09	1.36	1.74	2.53	3.67	5.10	6.68	7.75	8.76	10.0	10.9
4	1.07	1.62	1.97	2.43	3.36	4.67	6.27	7.99	9.15	10.2	11.6	12.5
5	1.53	2.20	2.61	3.15	4.21	5.67	7.42	9.27	10.5	11.6	13.1	14.1
6	2.03	2.81	3.28	3.89	5.08	6.67	8.55	10.5	11.8	13.0	14.5	15.6
7	2.57	3.45	3.98	4.65	5.95	7.66	9.68	11.7	13.1	14.4	16.0	17.1
8	3.13	4.11	4.69	5.43	6.83	8.67	10.8	12.9	14.4	15.7	17.8	18.5
9	3.71	4.79	5.42	6.22	7.62	9.66	11.9	14.2	15.7	17.0	18.7	19.9
10	4.32	5.49	6.16	7.02	8.62	10.67	13.0	15.4	16.9	18.3	20.1	21.3
11	4.94	6.20	6.92	7.82	9.51	11.67	14.1	16.5	18.2	19.6	21.4	22.7
12	5.59	6.92	7.69	8.64	10.42	12.67	15.2	17.7	19.4	20.9	22.8	24.1
13	6.23	7.65	8.46	9.47	11.32	13.67	16.3	18.9	20.6	22.2	24.1	25.4
14	6.89	8.39	9.24	10.30	12.23	14.67	17.4	20.1	21.8	23.4	25.4	26.8
15	7.56	9.14	10.03	11.13	13.15	15.67	18.4	21.2	23.0	24.7	26.7	28.2
16	8.24	9.90	10.83	11.97	14.06	16.67	19.5	22.4	24.3	25.9	28.0	29.5
17	8.24	10.76	11.63	12.82	14.98	17.67	20.6	23.6	25.5	27.2	29.3	30.8
18	9.94	11.43	12.44	13.67	15.90	18.67	21.7	24.7	26.6	28.4	30.5	32.1
19	10.35	12.21	13.25	14.52	16.83	19.67	22.8	25.9	27.8	29.6	31.8	33.4
20	11.06	12.99	14.07	15.38	17.75	20.67	23.8	27.0	29.6	30.8	33.1	34.7
21	11.79	13.78	14.89	16.24	18.68	21.67	24.9	28.1	30.2	32.1	34.3	35.9
22	12.52	14.58	15.71	17.10	19.61	22.67	26.0	29.3	31.4	32.3	35.6	37.2
23	13.25	15.37	16.54	17.97	20.54	23.67	27.0	30.04	32.5	34.5	36.8	38.5
24	13.99	16.17	17.38	18.84	21.47	24.67	28.1	31.5	33.7	35.7	38.0	39.7
25	14.74	16.98	18.21	19.71	22.40	25.67	29.2	32.7	34.9	36.9	39.3	41.0

Fuente: (Gutiérrez, H. y De la Vara, R.; 2009)

- Military Standard 105E

Según Gutiérrez y De la Vara (2009), el Military Standard 105E es el sistema de muestreo de aceptación por atributos más usado en el mundo. Alternativamente se puede usar su contraparte civil ANSI/ ASQ Z1.4.

Para diseñar planes con MIL STD 105E se usa principalmente el nivel de calidad aceptable, NCA o AQL. Aunque la probabilidad de aceptar los lotes con calidad NCA siempre es alta (entre 0.89 y 0.99), pero no es la misma para todos los planes que se obtienen con esta norma. El estándar prevé 26 valores (porcentajes) diferentes para el NCA; 16 de ellos que van de 0.010 a 10%, están enfocados a porcentajes de defectuosos; y los otros 10, que van desde 15 hasta 1 000 defectos por cada 100 unidades, se enfocan a diseñar planes del tipo: defectos por unidad. Aunque para niveles pequeños de NCA, se pueden utilizar los mismos planes para controlar tanto la proporción de defectuosos como el número de defectos por unidad.

Los NCA forman una progresión geométrica ($r = 1.585$), de manera que el siguiente NCA es aproximadamente 1.585 veces el anterior. Por lo general, el NCA es especificado en el contrato o por la autoridad responsable del muestreo, de acuerdo con diferentes criterios, por ejemplo: al nivel de calidad que se considera como aceptable, a los antecedentes del productor y los niveles de calidad que tienen la rama industrial o comercial del productor. Pueden considerarse diferentes NCA para distintos tipos de defectos. Por ejemplo, el estándar distingue entre defectos críticos, defectos mayores y defectos menores. Es una práctica común escoger un NCA = 1.00% para defectos mayores y NCA = 2.5% para defectos menores. Ningún defecto crítico debe ser aceptado, aunque a veces se usan NCA menores a 0.10%.

El estándar ofrece tres procedimientos de muestreo: muestreo simple, doble y múltiple. Para cada plan de muestreo se prevé: inspección normal, severa o reducida.

La inspección normal es usada al iniciar una actividad de inspección. La inspección severa se establece cuando el vendedor ha tenido un mal comportamiento en cuanto a la calidad convenida. Los requisitos para la aceptación de los lotes bajo una inspección severa son más estrictos que en una inspección normal. La inspección reducida se aplica cuando el vendedor ha tenido un comportamiento bueno en cuanto a la calidad. El tamaño de muestra utilizado en una inspección reducida es menor que en una inspección normal, por lo que el costo de inspección es menor.

Un plan de muestreo inicia con el plan normal y el estándar proporciona reglas que señalan cuándo cambiar a inspección severa o a inspección reducida.

Diseño de un esquema de muestreo con MIL STD 105E

Para obtener los planes de muestreo aplicando el MIL STD 105E se procede de acuerdo con los siguientes pasos:

1. Determinar el tamaño de lote.
2. Especificar el NCA (o AQL).
3. Escoger el nivel de inspección (usualmente el nivel II, que puede ser cambiado si la situación lo justifica).
4. Dada la información anterior, en la Imagen N° 03 se encuentra la letra código correspondiente para el tamaño de muestra.
5. Determinar el tipo de plan de muestreo a ser usado (simple, doble o múltiple).
6. De acuerdo con la letra código y el NCA, en la Imagen N° 04 se especifican los planes simples para inspección normal, en la Imagen N° 05 el plan simple para inspección severa y en la Imagen N° 06 el plan de inspección reducida. El lector interesado en inspección doble y/o múltiple puede consultar el estándar de manera directa.

Imagen N° 03: Letras código para el tamaño de muestra (MIL STD 105E)

TAMAÑO DE LOTE	NIVELES ESPECIALES DE INSPECCIÓN				NIVELES GENERALES DE INSPECCIÓN		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B
9 a 15	A	A	A	A	A	B	C
16 a 25	A	A	B	B	B	C	D
26 a 50	A	B	B	C	C	D	E
51 a 90	B	B	C	C	C	E	F
91 a 150	B	B	C	D	D	F	G
151 a 280	B	C	D	E	E	G	H
281 a 500	B	C	D	E	F	H	J
501 a 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 a 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 a 10000	C	D	F	G	J	L	M
10001 a 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 a 150000	D	E	G	J	L	N	P
150001 a 500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 y más	D	E	H	K	N	Q	R

Fuente: (Gutiérrez, H. y De la Vara, R.; 2009)

Imagen N° 04: Tabla para inspección normal. Muestreo simple (MIL STD 105E).

LETRA CÓDIGO PARA EL TAMAÑO DE LA MUESTRA	TAMAÑO DE LA MUESTRA n	NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE											(NCA O AQL), EN PORCENTAJE													
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15		
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑	
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
K	125	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
L	200	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
M	315	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
N	500	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
P	800	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
Q	1250	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
R	2000	↑	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	

Fuente: (Gutiérrez, H. y De la Vara, R.; 2009)

Imagen N° 05: Tabla para inspección severa. Muestreo simple (MIL STD 105E).

LETRA CÓDIGO PARA EL TAMAÑO DE LA MUESTRA	TAMAÑO DE LA MUESTRA, n	NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE (NCA O AQL), EN PORCENTAJE																												
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400					
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re					
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13					
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19				
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	27 28			
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	27 28	41 42		
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	27 28	41 42	↑	
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑
M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑
N	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑
P	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑
Q	1250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑
R	2000	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
S	3150	↑	1 2	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Fuente: (Gutiérrez, H. y De la Vara, R.; 2009)

Imagen N° 06: Tabla para inspección reducida. Muestreo simple (MIL STD 105E).

LETRA CÓDIGO PARA EL TAMAÑO DE LA MUESTRA	TAMAÑO DE LA MUESTRA <i>n</i>	NIVEL ACEPTABLE DE CALIDAD (NCA O AQL)																										
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400			
		<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>	<i>Ac Re</i>			
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15				
B	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	2 4	3 5	5 6	7 8	10 11	14 15				
C	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	14 17			
D	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	14 17	21 24		
E	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	14 17	21 24		
F	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑
G	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑
H	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑
J	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑
K	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑
L	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑
M	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑
N	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑
P	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑
Q	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑
R	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑	↑

Fuente: (Gutiérrez, H. y De la Vara, R.; 2009)

• Muestreo Dodge-Roming

Según Gutiérrez y De la Vara (2009), el muestreo Dodge-Roming, se trata del nivel de calidad límite (NCL) o el porcentaje defectivo tolerado en el lote, PDTL (en inglés, LTPD), y del límite de la calidad promedio de salida, LCPS o AOQL (Average Outgoing Quality Limit). Para cada uno de estos índices existen tablas para diseñar planes de muestreo simple y doble. Estos planes enfatizan la protección del consumidor amparándolo contra la mala calidad, ya sea en términos de lote por lote (planes NCL) o de la calidad promedio a largo plazo (planes LCPS).

Los planes Dodge-Roming sólo se aplican a programas de muestreo de aceptación en donde los lotes rechazados se inspeccionan al 100% y los artículos defectuosos encontrados en ellos son sustituidos por unidades buenas. Por lo tanto, estos planes están diseñados para minimizar la inspección total promedio que se necesita, lo cual hace que estos planes sean atractivos para la inspección en el interior de una empresa, por ejemplo, para inspeccionar componentes o subensambles. Además, para diseñar los planes es necesario conocer o estimar de manera adecuada la proporción promedio de defectuosos, p , del proceso (antes de la inspección). Entre mejor se conozca p más adecuado será el plan adoptado, de aquí que, si en el transcurso de la aplicación de un plan se modifica p , es aconsejable rediseñar el plan de muestreo usando el nuevo valor de p .

Planes NCL (o LTPD)

Los planes NCL están diseñados para que los lotes que tengan un porcentaje de defectuosos igual al NCL tengan una probabilidad baja, de 0.10 de aceptación, de aquí que el riesgo del consumidor de que se acepte la mala calidad (calidad NCL) es de $\beta = 0.10$. Los porcentajes de defectivo considerados por las tablas son 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 5.0, 7.0 y 10%. En las tablas 12.11 y 12.12 se muestran los planes de muestreo simple para valores de NCL = 1.0% y NCL = 5.0%, respectivamente.

Para diseñar planes NCL de Dodge-Roming se aplican los siguientes pasos:

1. Seleccionar el NCL apropiado.
2. Especificar el tamaño del lote.
3. Determinar la proporción promedio de artículos defectuosos del proceso del productor, p . Las tablas sólo contemplan planes en los que esta

proporción es menor que la mitad del NCL. De esta manera, si el porcentaje de defectuosos del proceso es mayor que el considerado por la tabla del NCL elegido, entonces se debe considerar la posibilidad de elegir un NCL mayor. Si esto se descarta no será posible definir el plan.

4. Con los datos anteriores y apoyándose en tablas, como la que se muestra en la Imagen N° 07 y 08, obtener los componentes básicos del plan de muestreo: tamaño de muestra, n, número de aceptación, c, y el límite de la calidad promedio de salida (LCPS o AOQL) que tendrá el plan.

Imagen N° 07: Tabla Dodge-Romig para muestreo simple para un nivel de calidad límite, NCL 1.0% (o LTPD).

TAMAÑO DE LOTE	PROMEDIO DE DEFECTUOSOS EN EL PROCESO																	
	0-0.010%			0.011-0.10%			0.11-0.20%			0.21-0.30%			0.31-0.40%			0.41-0.50%		
	n	c	LCPS	n	c	LCPS	n	c	LCPS	n	c	LCPS	n	c	LCPS	n	c	LCPS
1-120	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0
121-150	120	0	.06	120	0	.06	120	0	.06	120	0	.06	120	0	.06	120	0	.06
151-200	140	0	.08	140	0	.08	140	0	.08	140	0	.08	140	0	.08	140	0	.08
201-300	165	0	.1	165	0	.1	165	0	.1	165	0	.1	165	0	.1	165	0	.10
301-400	175	0	.12	175	0	.12	165	0	.12	175	0	.12	175	0	.12	175	0	.12
401-500	180	0	.13	180	0	.13	180	0	.13	180	0	.13	180	0	.13	180	0	.13
501-600	190	0	.13	190	0	.13	190	0	.13	190	0	.13	190	0	.13	305	1	.14
601-800	200	0	.14	200	0	.14	200	0	.14	330	1	.15	330	1	.15	330	1	.15
801-1000	205	0	.14	205	0	.14	205	0	.14	335	1	.17	335	1	.17	335	1	.17
1001-2000	220	0	.15	220	0	.15	360	1	.19	490	2	.21	490	2	.21	610	3	.22
2001-3000	220	0	.15	375	1	.20	506	2	.23	630	3	.24	745	4	.26	870	5	.26
3001-4000	225	0	.15	380	1	.20	510	2	.24	645	3	.25	880	5	.28	1000	6	.29
4001-5000	225	0	.16	380	1	.20	520	2	.24	770	4	.28	895	5	.29	1120	7	.31
5001-7000	230	0	.16	385	1	.21	655	3	.27	780	4	.29	1020	5	.32	1260	8	.34
7001-10000	230	0	.16	520	2	.25	660	3	.28	910	5	.32	1150	7	.34	1500	10	.37
10001-20000	390	1	.21	525	2	.26	785	4	.31	1040	6	.35	1400	9	.39	1980	14	.43
20001-50000	390	1	.21	530	2	.26	920	5	.34	1300	8	.39	1890	13	.44	2570	19	.48
50001-100000	390	1	.21	670	3	.29	1040	6	.36	1420	9	.41	2120	15	.47	3150	23	.50

Fuente: (Gutiérrez, H. y De la Vara, R.; 2009)

Planes LCPS (o AOQL)

Los planes basados en el LCPS tienen como propósito asegurar que después de todo el muestreo y de la inspección al 100% de los lotes rechazados, a largo plazo, la calidad promedio de salida no será mayor que el LCPS fijado.

Imagen N° 08: Tabla Dodge-Roming para muestreo simple para un nivel de calidad límite, NCL 5.0% (o LTPD).

TAMAÑO DE LOTE	PROMEDIO DE DEFECTUOSOS EN EL PROCESO																	
	0-0.05%			0.06-0.50%			0.51-1.0%			1.01-1.5%			1.51-2.0%			2.01-2.5%		
	n	c	LCPS	n	c	LCPS	n	c	LCPS	n	c	LCPS	n	c	LCPS	n	c	LCPS
1-30	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0
31-50	30	0	.49	30	0	.49	30	0	.49	30	0	.49	30	0	.49	30	0	.49
51-100	37	0	.63	37	0	.63	37	0	.63	37	0	.63	37	0	.63	37	0	.63
101-200	40	0	.74	40	0	.74	40	0	.74	40	0	.74	40	0	.74	40	0	.74
201-300	43	0	.74	43	0	.74	70	1	.92	70	1	.92	95	2	.99	95	2	.99
301-400	44	0	.74	44	0	.74	70	1	.99	100	2	1.0	120	3	1.1	145	4	1.1
401-500	45	0	.75	75	1	.95	100	2	1.1	100	2	1.1	125	3	1.2	150	4	1.2
501-600	45	0	.76	75	1	.98	100	2	1.1	125	3	1.2	150	4	1.3	75	5	1.3
601-800	45	0	.77	75	1	1.0	100	2	1.2	130	3	1.2	175	5	1.4	200	6	1.4
801-1000	45	0	.78	75	1	1.0	105	2	1.2	155	4	1.4	180	5	1.4	225	7	1.5
1001-2000	45	0	.80	75	1	1.0	130	3	1.4	180	5	1.6	230	7	1.7	208	9	1.8
2001-3000	75	1	1.1	105	12	1.3	135	3	1.4	210	6	1.7	280	9	1.9	370	13	2.1
3001-4000	75	1	1.1	105	12	1.3	160	4	1.5	210	6	1.7	305	10	2.0	420	15	2.2
4001-5000	75	1	1.1	105	12	1.3	160	4	1.5	235	7	1.8	330	11	2.0	440	16	2.2
5001-7000	75	1	1.1	105	12	1.3	185	5	1.7	260	8	1.9	350	12	2.2	490	18	2.4
7001-10000	75	1	1.1	105	12	1.3	185	5	1.7	260	8	1.9	380	13	2.2	535	20	2.5
10001-20000	75	1	1.1	135	3	1.4	210	6	1.8	285	9	2.0	425	15	2.3	610	23	2.6
20001-50000	75	1	1.1	135	3	1.4	235	7	1.9	305	10	2.1	470	17	2.4	700	27	2.7
50001-100000	75	1	1.1	160	4	1.6	235	7	1.9	355	12	2.2	515	19	2.5	770	30	2.8

Fuente: (Gutiérrez, H. y De la Vara, R.; 2009)

De manera que estos planes no están inspirados en protegerse de la calidad específica de los lotes, sino de la calidad a la larga. Las tablas Dodge-Roming para planes LCPS contemplan muestreo simple y doble; mientras que los porcentajes de unidades defectuosas considerados para el LCPS son: 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0, 7.0 y 10.0%. En las Imágenes N° 09 y 10 se muestran los planes de muestreo simple para valores de LCPS = 2.0% y LCPS = 3.0%, respectivamente.

Para diseñar planes LCPS de Dodge-Roming se aplican los siguientes pasos:

1. Seleccionar el LCPS apropiado. En principio, esta elección se fundamenta en la peor calidad promedio de salida que se está dispuesto a aceptar como razonable. Pero se debe ser realista y considerar el nivel de calidad del proceso actual, ya que una elección del LCPS demasiado baja (como sería el deseo del consumidor), trae como consecuencia que la mayoría de los lotes sean rechazados. Con ello se perderían algunas ventajas del muestreo de aceptación y, en la práctica, sería mejor aplicar muestreo al 100 por ciento.
2. Especificar el tamaño del lote.

3. Determinar la proporción promedio de artículos defectuosos del proceso del productor, p . Las tablas sólo contemplan planes en los que esta proporción es menor o igual que el LCPS deseado. De esta manera, si la proporción de defectuosos del proceso es mayor que el LCPS elegido, entonces se debe ver la posibilidad de elegir un LCPS mayor. Si esto se descarta, no será posible definir el plan y la mejor decisión será aplicar muestreo al 100%.
4. Con los datos anteriores y apoyándose en la Imagen N° 09 o 10, obtener los componentes básicos del plan de muestreo: tamaño de muestra, n , número de aceptación, c , y el nivel de calidad límite, NCL, que el plan rechazará con facilidad.

Imagen N°09: Tabla Dodge-Roming para muestreo simple con LCPS = 2% (AOQL).

TAMAÑO DE LOTE	PROMEDIO DE DEFECTUOSOS EN EL PROCESO																	
	0-0.04%			0.05-0.4%			0.41-0.8%			0.81-1.2%			1.21-1.6%			1.6-2%		
	n	c	NCL%	n	c	NCL%	n	c	NCL%	n	c	NCL%	n	c	NCL%	n	c	NCL%
1-15	All	0	-	All	0	-	All	0	-	All	0	-	All	0	-	All	0	-
16-50	14	0	13.6	14	0	13.6	14	0	13.6	14	0	13.6	14	0	13.6	14	0	13.6
51-100	16	0	12.4	16	0	12.4	16	0	12.4	16	0	12.4	16	0	12.4	16	0	12.4
101-200	17	0	12.2	17	0	12.2	17	0	12.2	17	0	12.2	35	1	10.5	35	1	10.5
201-300	17	0	12.3	17	0	12.3	17	0	12.3	37	1	10.2	37	1	10.2	37	1	10.2
301-400	18	0	11.8	18	0	10.0	38	1	10.0	38	1	10.0	38	1	10.0	60	2	8.5
401-500	18	0	11.9	18	0	9.8	39	1	9.8	39	1	9.8	60	2	8.6	60	2	8.6
501-600	18	0	11.9	18	0	9.8	39	1	9.8	39	1	9.8	60	2	8.6	60	2	8.6
601-800	18	0	11.9	40	1	9.6	40	1	9.6	65	2	8.0	65	2	8.0	85	3	7.5
801-1000	18	0	12.0	40	1	9.6	40	1	9.6	65	2	8.1	65	2	8.1	90	3	7.4
1001-2000	18	0	12.0	41	1	8.2	65	2	8.2	65	2	8.2	95	3	7.0	120	4	6.5
2001-3000	18	0	12.0	41	1	8.2	65	2	8.2	95	3	7.0	120	4	6.5	180	6	5.8
3001-4000	18	0	12.0	42	1	8.2	65	2	8.2	95	3	7.0	155	5	6.0	210	7	5.5
4001-5000	18	0	12.0	42	1	7.5	70	2	7.5	125	4	6.4	155	5	6.0	245	8	5.3
5001-7000	18	0	12.0	42	1	7.0	95	3	7.0	125	4	6.4	185	6	5.6	280	9	5.1
7001-10000	42	1	9.3	70	2	7.0	95	3	7.0	155	5	6.0	220	7	5.4	350	11	4.8
10001-20000	42	1	9.3	70	2	7.0	95	3	7.0	190	6	5.6	290	9	4.9	460	14	4.4
20001-50000	42	1	9.3	70	2	6.4	125	4	6.4	220	7	5.4	295	12	4.5	720	21	3.9
50001-100000	42	1	9.3	95	3	5.9	160	5	5.9	290	9	4.9	505	15	4.2	955	27	3.7

Fuente: (Gutiérrez, H. y De la Vara, R.; 2009)

**Imagen N° 10: Tabla Dodge-Roming para muestreo simple con
LCPS = 3% (o AOQL).**

TAMAÑO DE LOTE	PROMEDIO DE DEFECTUOSOS EN EL PROCESO																	
	0-0.06%			0.07-0.60%			0.61-1.20%			1.21-1.80%			1.81-2.40%			2.41-3%		
	n	c	NCI%	n	c	NCI%	n	c	NCI%	n	c	NCI%	n	c	NCI%	n	c	NCI%
1-10	All	0	-	All	0	-	All	0	-	All	0	-	All	0	-	All	0	-
11-50	10	0	19.0	10	0	19.0	10	0	19.0	10	0	19.0	10	0	19.0	10	0	19.0
51-100	11	0	18.0	11	0	18.0	11	0	18.0	11	0	18.0	11	0	18.0	22	1	16.4
101-200	12	0	17.0	12	0	17.0	12	0	17.0	25	1	15.1	25	1	15.1	25	1	15.1
201-300	12	0	17.0	12	0	17.0	26	1	14.6	26	1	14.6	26	1	14.6	40	2	12.8
301-400	12	0	17.1	12	0	17.1	26	1	14.7	26	1	14.7	41	2	12.7	41	2	12.7
401-500	12	0	17.2	27	1	14.1	27	1	14.1	42	2	12.4	42	2	12.4	42	2	12.4
501-600	12	0	17.3	27	1	14.2	27	1	14.2	42	2	12.4	42	2	12.4	60	3	10.8
601-800	12	0	17.3	27	1	14.2	27	1	14.2	43	2	12.1	60	3	10.9	60	3	10.9
801-1000	12	0	17.4	27	1	14.2	44	2	11.8	44	2	11.8	60	3	11.10	80	4	9.8
1001-2000	12	0	17.5	28	1	13.8	45	2	11.7	65	3	10.2	80	4	9.8	100	5	9.1
2001-3000	12	0	17.5	28	1	13.8	45	2	11.7	65	3	10.2	100	5	9.1	140	7	8.2
3001-4000	12	0	17.5	28	1	13.8	65	3	10.3	85	4	9.5	125	6	8.4	165	8	7.8
4001-5000	28	1	13.8	28	1	13.8	65	3	10.3	85	4	9.5	125	6	8.4	210	10	7.4
5001-7000	28	1	13.8	45	2	11.8	65	3	10.3	105	5	8.8	145	7	8.1	235	11	7.1
7001-10000	28	1	13.9	46	2	11.6	65	3	10.3	105	5	8.8	170	8	7.6	280	13	6.8
10001-20000	28	1	13.9	46	2	11.7	85	4	9.5	125	6	8.4	215	10	7.2	380	17	6.2
20001-50000	28	1	13.9	65	3	10.3	105	5	8.8	170	8	7.6	310	14	6.5	560	24	5.7
50001-100000	28	1	13.9	65	3	10.3	125	6	8.4	215	10	7.2	385	17	6.2	690	29	5.4

Fuente: (Gutiérrez, H. y De la Vara, R.; 2009)

• **Muestreo PDDL (NCL, LTPD) con $c = 0$**

El plan de muestreo para atributos con $c = 0$, es decir, la única forma de aceptar

el lote es si en la muestra no salen defectuosos. Ya habíamos dicho que las curvas CO para planes con $c = 0$ son cóncavas hacia arriba, lo cual causa que la probabilidad de aceptar disminuya más rápido aun para valores pequeños de la proporción de defectivo en el lote. Esto hace que sean planes extremadamente exigentes para el proveedor, y en algunas circunstancias son costosos para el cliente. Por lo tanto, se debe tener cuidado de que cuando se usen se tenga conciencia de los niveles de calidad que se rechazan.

Estos planes son muy utilizados en la práctica, en particular en muestreos para verificar si se están cumpliendo especificaciones críticas o en la inspección de características relacionadas con seguridad. Uno de los atractivos del procedimiento es que genera tamaños muestrales pequeños.

El método se basa en el índice PDDL (o LTPD), que como ya vimos es un nivel de calidad que se quiere rechazar con alta probabilidad. Por lo tanto, el

proceso debe operar con una calidad mucho mejor que el LTPD que se establezca, ya que, si son parecidos, el plan no es apropiado y terminará rechazando prácticamente todos los lotes. Cuando esto ocurra será mejor revalorar la situación y considerar otro tipo de plan; los Dodge-Roming son una buena alternativa.

Para diseñar un plan de muestreo PDTL (LTPD) con $c = 0$ se aplican los siguientes pasos:

1. Especificar el tamaño del lote N .
2. Determinar el nivel de calidad PDTL, y llamarle a esta proporción p_1 . Éste es el nivel de calidad que se quiere evitar, por lo que la probabilidad de aceptarlo será apenas de aproximadamente 0.10.
3. Calcular el producto $K = N p_1$.
4. Buscar en las celdas interiores de la tabla 12.15 el valor más cercano a K , y obtener el valor f correspondiente, sumando los valores que se ubican al inicio del renglón y de la columna de referencia. Este valor f es la proporción que será inspeccionada del lote de referencia.
5. El tamaño de muestra se obtiene multiplicando N por f , por lo que el plan de muestreo es $n = fN$, con número de aceptación $c = 0$. Si $n = fN$ no es un número entero, redondear al entero mayor más cercano.

Si se utiliza inspección rectificadora, el NCPS o AOQL para estos planes está dado por la ecuación:

$$AOQL = \frac{0.3679}{N} \left(\frac{1}{f} - 1 \right)$$

f) Planes de muestreo por variables

Según Gutiérrez y De la Vara (2009), en este tipo de plan se toma una muestra aleatoria del lote y a cada unidad de la muestra se le mide una característica de calidad de tipo continuo (longitud, peso, espesor, etc.), y en contraste con el muestreo por atributos, el objetivo no es clasificar a cada unidad como defectuosa o no, sino sólo registrar la medición de cada pieza. Después de ello, y con base en estas mediciones, se calcula un índice (estadístico) que de acuerdo con su valor se aceptará o rechazará todo el lote. Por lo general, el índice toma en cuenta la información muestral (media, desviación estándar) y las especificaciones de la característica de calidad.

Ventajas

- La ventaja principal del muestreo por variables es que el tamaño de muestra es considerablemente menor que el muestreo por atributos. Sobre todo, cuando los niveles aceptables de calidad en términos de p son muy pequeños.
- Proporciona más información acerca del proceso, la cual se puede utilizar para tomar decisiones y mejorar la calidad; esto se debe a que las medidas numéricas de las características de calidad son más útiles que una simple clasificación de los artículos como defectuosos o no defectuosos.

Desventajas

- Las desventajas del muestreo por variables es que para cada característica de calidad que se desee inspeccionar por muestreo de aceptación debe diseñarse su propio plan de muestreo.
- Las mediciones en un muestreo por variables podrían ser más costosas, aunque la reducción obtenida en el tamaño de la muestra por lo general compensa este costo.
- La distribución de las características de calidad debe ser conocida.
- La mayoría de los planes de muestreo por variable suponen que tal distribución es normal, si esto no es verdad la confiabilidad de las decisiones puede resultar afectada de manera importante.

Para diseñar un plan de muestreo por variables para el control de la proporción de artículos que no cumplen con especificaciones, es necesario que la variable o característica de calidad que se mide al producto tenga especificaciones que debe cumplir. En la Imagen N° 11 de la pág. 51, se muestra una característica de calidad X con distribución normal con media (μ) y desviación estándar (σ), que debe estar entre la especificación inferior y la superior: EI y ES . El área bajo la curva a la izquierda de EI representa la proporción de artículos, p_i , que tienen un valor menor que EI ; mientras que p_s es la proporción de unidades que exceden la ES . Es evidente que la magnitud de la proporción total de defectuosos, $p = p_i + p_s$, depende de los valores de μ y σ . En la práctica, lo que se hace para controlar la proporción de defectuosos es estimar mediante una muestra de " n " artículos la proporción de artículos que no cumplen con la(s) especificación(es). Si el valor estimado de p excede un valor máximo especificado, el lote es rechazado; de otra forma, el lote es aceptado.

Existen diferentes formas y variantes para estimar p , que van desde si se conoce la desviación estándar, σ , del proceso, la forma de estimar σ en caso de desconocerse, hasta si es una característica de calidad con una o con doble especificación. A continuación, veremos los planes MIL STD 414.

- **Military Standard 414**

El MIL STD 414 es un plan para muestreo de aceptación por variables lote por lote. El punto principal de este estándar es el nivel de calidad aceptable (NCA o AQL), y comprende porcentajes que van de 0.04 a 15%. El estándar tiene cinco niveles generales de inspección; al nivel IV se le considera el "usual".

Para encontrar el tamaño de muestra se utilizan letras código para el tamaño de ésta. Los tamaños muestrales están en función del tamaño de lote y del nivel de inspección, como se muestra en la Imagen N° 03. De acuerdo con la calidad del producto se prevé una inspección normal, severa y reducida, para lo cual se usa la Imagen N° 14 (Ver pág. 57 y 58).

En el Diagrama N° 08 de la pág. 55, se presenta la organización del estándar. Nótese que los planes de muestreo de aceptación pueden diseñarse considerando que la desviación estándar es conocida o desconocida, tanto para características de calidad con una o con doble especificación. En los casos con una especificación, el estándar contiene dos procedimientos (el k y el M) para estimar la proporción de unidades fuera de especificaciones. Mientras que, cuando se tiene doble especificación se utiliza el procedimiento 2 o método M , el cual ejemplificaremos porque es el que se aplica en ambos casos.

El MIL STD 414 consta de cuatro secciones:

- Sección A, es la descripción general de los planes de muestreo, incluyendo definiciones, códigos de letras para tamaños muestrales y curvas CO para los diferentes planes de muestreo.
- Sección B, proporciona varios planes de muestreo basados en la desviación estándar de la muestra para el caso en que σ es desconocida.
- La sección C, presenta planes de muestreo basados en el rango de la muestra.
- La sección D, proporciona planes de muestreo por variables para el

caso en que la desviación estándar es conocida.

- A continuación, se estudia el uso de la sección B.

Pasos para diseñar un plan Military Standard 414

1. Determinar el tamaño del lote.
2. Especificar el NCA (o AQL).
3. Escoger el nivel de inspección (usualmente el nivel IV, que puede ser cambiado si la situación lo justifica). En tanto mayor sea el nivel de inspección más estricto es el plan.
4. En la Imagen N° 12 y de acuerdo con el tamaño de lote y el nivel de inspección, encontrar la letra código del tamaño de la muestra.
5. En la Imagen N° 13, de acuerdo con la letra código y el NCA, se busca el plan simple para inspección normal, que consiste en un tamaño de muestra n , y del valor M , que es el porcentaje máximo de defectuosos tolerado en el lote.
6. En la misma Imagen N° 13, partiendo de los NCA que están en la parte inferior, se encuentra el plan que se emplearía bajo inspección severa, con sus correspondientes valores para n y M .
- . Seleccionar de manera aleatoria una muestra de tamaño n , y a cada pieza de ésta se le mide la característica de calidad. Con los datos obtenidos calcular la media y la desviación estándar muestral.

$$Z_{ES} = \frac{ES - \square}{S}$$

$$Z_{EI} = \frac{\square - EI}{S}$$

8. De los siguientes dos índices, de acuerdo con el tipo de especificaciones que tenga la característica de calidad, calcular a uno o a ambos.
9. Estimar la proporción de unidades defectuosas en el lote. Para ello, en la Imagen N° 15, en la columna de Z_{EI} y Z_{ES} , ubicar su correspondiente valor y desplazarse por ese renglón hasta la columna del tamaño de muestra del plan de inspección, n . El valor que se localice en la intersección valor de Z y n , corresponde a la estimación del porcentaje de defectuosos del lote de lado inferior, p_i , o del lado superior, p_s , respectivamente.

10. Decisión de aceptación o rechazo:

- Para variables sólo con especificación inferior. Aceptar el lote si p_i es menor o igual al valor de M (encontrado en el paso 6). En caso contrario rechazarlo.
- Para variables sólo con especificación superior. Aceptar el lote si C_{ps} es menor o igual que M . En caso contrario rechazarlo.
- Para variables con doble especificación. Aceptar el lote si la suma del porcentaje inferior más que el superior, $p = p_i + p_s$, es menor o igual a M . En caso contrario rechazar el lote.

Criterio: Medición

A. Falta de Indicadores de Calidad

Según Montgomery (2011), los indicadores de calidad son instrumentos de medición, de carácter tangible y cuantificable, que permiten evaluar la calidad de los procesos, productos y servicios para asegurar la satisfacción de los clientes.

Es decir, miden el nivel de cumplimiento de las especificaciones establecidas para una determinada actividad.

Las características principales de los indicadores en general son las siguientes:

- Representativos
- Comprensibles
- Fáciles de obtener
- Medibles
- Cuantificables
- Útiles

Imagen N° 11: Tabla para muestreo simple para un nivel de calidad limite, NCL 1% o (LTPD)

PROMEDIO DE DEFECTUOSOS EN EL PROCESO																		
TAMAÑO DE LOTE	0-0.010%			0.011-0.10%			0.11-0.20%			0.21-0.30%			0.31-0.40%			0.41-0.50%		
	n	c	LCPS	n	c	LCPS	n	c	LCPS	n	c	LCPS	n	c	LCPS	n	c	LCPS
1-120	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0
121-150	120	0	.06	120	0	.06	120	0	.06	120	0	.06	120	0	.06	120	0	.06
151-200	140	0	.08	140	0	.08	140	0	.08	140	0	.08	140	0	.08	140	0	.08
201-300	165	0	.1	165	0	.1	165	0	.1	165	0	.1	165	0	.1	165	0	.10
301-400	175	0	.12	175	0	.12	165	0	.12	175	0	.12	175	0	.12	175	0	.12
401-500	180	0	.13	180	0	.13	180	0	.13	180	0	.13	180	0	.13	180	0	.13
501-600	190	0	.13	190	0	.13	190	0	.13	190	0	.13	190	0	.13	305	1	.14
601-800	200	0	.14	200	0	.14	200	0	.14	330	1	.15	330	1	.15	330	1	.15
801-1000	205	0	.14	205	0	.14	205	0	.14	335	1	.17	335	1	.17	335	1	.17
1001-2000	220	0	.15	220	0	.15	360	1	.19	490	2	.21	490	2	.21	610	3	.22
2001-3000	220	0	.15	375	1	.20	506	2	.23	630	3	.24	745	4	.26	870	5	.26
3001-4000	225	0	.15	380	1	.20	510	2	.24	645	3	.25	880	5	.28	1000	6	.29
4001-5000	225	0	.16	380	1	.20	520	2	.24	770	4	.28	895	5	.29	1120	7	.31
5001-7000	230	0	.16	385	1	.21	655	3	.27	780	4	.29	1020	5	.32	1260	8	.34
7001-10000	230	0	.16	520	2	.25	660	3	.28	910	5	.32	1150	7	.34	1500	10	.37
10001-20000	390	1	.21	525	2	.26	785	4	.31	1040	6	.35	1400	9	.39	1980	14	.43
20001-50000	390	1	.21	530	2	.26	920	5	.34	1300	8	.39	1890	13	.44	2570	19	.48
50001-100000	390	1	.21	670	3	.29	1040	6	.36	1420	9	.41	2120	15	.47	3150	23	.50

Fuente: (Gutiérrez, H. y De la Vara, R.; 2009)

Índice Cp para variables

Para considerar que un producto sea de calidad, las mediciones de sus características deben ser iguales a su valor ideal, sin embargo, al conocer que la variabilidad es una característica ínsita de todo proceso estas mediciones deben al menos estar dentro de cierta especificación inferior y/o superior. La medida de la capacidad potencial del proceso para cumplir con tales especificaciones de calidad nos la proporciona el índice de capacidad del proceso (Cp). Para el cálculo de este indicador se usa la siguiente fórmula

$$Cp = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

Donde

σ = Desviación estándar

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Donde d2 es una constante que depende del tamaño de muestra

El Cp compara el ancho de las especificaciones (tolerancia) con la amplitud de la variación (dispersión natural) del proceso. Si la variación del proceso es mayor que la amplitud de las especificaciones, entonces el Cp es menor que 1, lo que sería evidencia de que no se está cumpliendo con las especificaciones. Si el Cp es mayor que 1 es una evidencia de que el proceso es potencialmente capaz de cumplir con las especificaciones.

El Cp se utiliza para conocer y tomar decisiones sobre el proceso dependiendo de su valor, es el tipo de proceso y la decisión que debe de tomarse. La Tabla N° 04, nos muestra la interpretación cualitativa del índice Cp.

Índice Cp para atributos

Para el caso de las gráficas de control de atributos no se acostumbra aplicar los índices de capacidad, aunque se conocen las siguientes expresiones como una manera informal de "calcular" la capacidad." (Escalante Vázquez, 2005)

- Para Gráfica de control P: $(1-P) * 100\%$

Tabla N° 04: Interpretación cualitativa del índice Cp

Valor del Cp.	Clase de proceso	Decisión
Cp.>2	Clase mundial	Tiene calidad seis sigma
1.33≤Cp.≤2	1	Más que adecuado
1≤Cp.≤1.33	2	Adecuado para el trabajo, pero requiere de un control estricto conforme el Cp. se acerca a uno
0.67≤Cp.≤1	3	No adecuado para el trabajo. Un análisis del proceso es necesario. Requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria
Cp.<0.67	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones serias

Fuente: (Montgomery, D.; 2011)

- Para Gráfica de control np: $((n - np)/n) * 100\%$

Al no tener en cuenta las especificaciones de las características de calidad “La capacidad de proceso puede expresarse como un porcentaje fuera de las especificaciones.” (Montgomery, 2004) Este porcentaje que esta fuera de las especificaciones se puede considerar como la fracción defectuosa de las cartas de control P y nP.

Según lo dicho por ambos autores, en el desarrollo de la propuesta de implementación, nos basaremos en lo que afirma Escalante, puesto que arrojará un resultado más acertado en cuanto a la capacidad del proceso, por la fórmula que enuncia.

Índice Cpk

El índice Cp estima la capacidad potencial del proceso para cumplir con tolerancias, sin embargo, comúnmente se reconoce que una de sus desventajas es que no toma en cuenta el centrado del proceso. Es por ello que el Cp se puede modificar para evaluar también donde se localiza la media del proceso respecto a las especificaciones. Al índice de Cp modificado se le conoce como Índice de Capacidad

Real (Cpk).

El Cpk se calcula de la siguiente manera

$$Cpk = \min\left(\frac{LES - \mu}{3\sigma}; \frac{\mu - LEI}{3\sigma}\right)$$

El índice Cpk va a ser igual al Cp cuando la media del proceso se ubique en el punto medio de las especificaciones. Sí el proceso no está centrado entonces el valor del índice de Cpk será menor que el Cp.

- Valores mayores a 1 de Cpk indican que el proceso está fabricando artículos que cumplen con las especificaciones.
- Valores menores a 1 de Cpk indican que el proceso está produciendo artículos fuera de las especificaciones.
- Valores de 0 o negativos de Cpk indican que la media del proceso está fuera de las especificaciones.

Por lo tanto, el Cp mide la capacidad potencial del proceso; mientras que el Cpk mide la capacidad real.

Índice de Centrado del proceso (K)

Según Gutiérrez y De la Vara (2009), el índice “k” es un indicador que muestra qué tan centrada está la distribución de un proceso con respecto a las especificaciones de una característica de calidad dada.

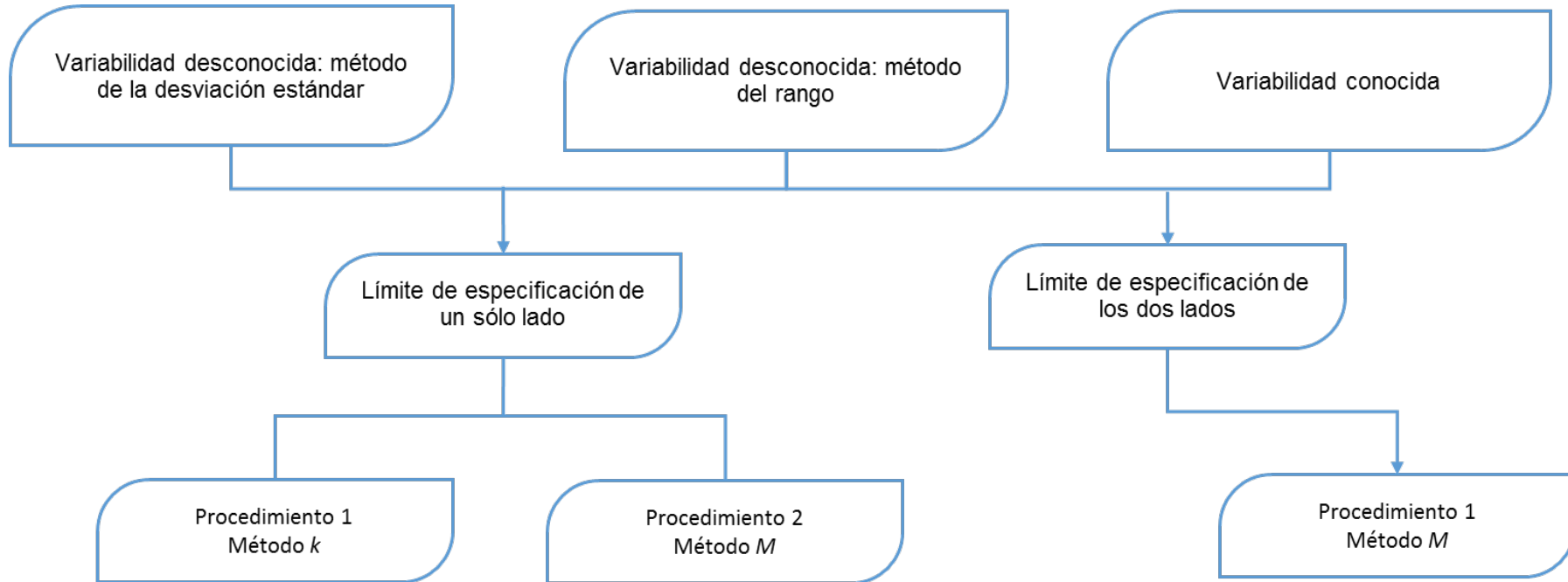
Para evaluar si la distribución de la característica de calidad está centrada con respecto a las especificaciones, es útil calcular el índice de centrado del proceso, K, que se calcula de la siguiente manera:

$$K = \frac{\mu - N}{\frac{1}{2}(ES - EI)} \times 100$$

La interpretación usual de los valores de K es como sigue:

- Si el signo del valor de K es positivo significa que la media del proceso es mayor al valor nominal y será negativo cuando $\mu < N$.
- Valores de K menores a 20% en términos absolutos se consideran aceptables, pero a medida que el valor absoluto de K sea más grande que 20%, indica un proceso muy descentrado, lo cual contribuye de manera significativa a que la capacidad del proceso para cumplir especificaciones sea baja.

Diagrama N° 08: Organización de Military Standard 414



Fuente: (Gutiérrez, H. y De la Vara, R.; 2009)

Imagen N° 12: Letras códigos para el tamaño de muestra para Military Standard 414

TAMAÑO DEL LOTE	NIVELES DE INSPECCIÓN				
	I	II	III	IV	V
3 a 8	B	B	B	B	C
9 a 15	B	B	B	B	D
16 a 25	B	B	B	C	E
26 a 40	B	B	B	D	F
41 a 65	B	B	C	E	G
66 a 110	B	B	D	F	H
111 a 180	B	C	E	G	I
181 a 300	B	D	F	H	J
301 a 500	C	E	G	I	K
501 a 800	D	F	H	J	L
801 a 1300	E	G	I	K	L
1301 a 3200	F	H	J	L	M
3201 a 8000	G	I	L	M	N
8001 a 22000	H	J	M	N	O
22001 a 110000	I	K	N	O	P
110001 a 550000	I	K	O	P	Q
550001 y más	I	K	P	O	O

Fuente: (Gutiérrez, H. y De la Vara, R.; 2009)

Imagen N° 13: Tabla de inspección normal y severa, método *M*

LETRA CÓDIGO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA	TAMAÑO DE LA MUESTRA	NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE: NCA O AQL (INSPECCIÓN NORMAL)													
		0.04	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.0	15.0
		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	7.59	18.86	26.94	33.69	40.47	
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.53	5.50	10.92	16.45	22.86	29.45	36.90
D	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.33	3.32	5.83	9.80	14.39	20.19	26.56	33.99
E	7	↓	↓	↓	↓	0.422	1.06	2.14	3.55	5.35	8.40	12.20	17.35	23.29	30.50
F	10	↓	↓	↓	0.349	0.716	1.30	2.17	3.26	4.77	7.29	10.54	15.17	20.74	27.57
G	15	0.099	0.099	0.312	0.503	0.818	1.31	2.11	3.05	4.31	6.56	9.46	13.71	18.94	25.61
H	20	0.135	0.135	0.365	0.544	0.846	1.29	2.05	2.95	4.09	6.17	8.92	12.99	18.03	24.53
I	25	0.155	0.156	0.380	0.551	0.877	1.29	2.00	2.86	3.97	5.97	8.63	12.57	17.51	23.97
J	30	0.179	0.179	0.413	0.581	0.879	1.29	1.98	2.83	3.91	5.86	8.47	12.36	17.24	23.58
K	35	0.170	0.170	0.388	0.535	0.847	1.23	1.87	2.68	3.70	5.57	8.10	11.87	16.65	22.91
L	40	0.179	0.179	0.401	0.566	0.873	1.26	1.88	2.71	3.72	5.58	8.09	11.85	16.61	22.86
M	50	0.163	0.163	0.363	0.503	0.789	1.17	1.71	2.49	3.45	5.20	7.61	11.23	15.87	22.00
N	75	1.147	0.147	0.330	0.467	0.720	1.07	1.60	2.29	3.20	4.87	7.15	10.63	15.13	21.11
O	100	0.145	0.145	0.317	0.447	0.689	1.02	1.53	2.20	3.07	4.69	6.91	10.32	14.75	20.66
P	150	0.134	0.134	0.293	0.413	0.638	0.949	1.43	2.05	2.89	4.43	6.57	9.88	14.20	20.02
Q	200	0.135	0.135	0.294	0.414	0.637	0.945	1.42	2.04	2.87	4.40	6.53	9.81	14.12	19.92
		.065	0.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	

Niveles de calidad aceptable: NCA o AQL (inspección severa)

Fuente: (Gutiérrez, H. y De la Vara, R.; 2009)

Imagen N° 14: Tabla para estimar el porcentaje de defectuosos en el lote (p_i o p_s) para Z_{Ei} o Z_{Es}

Z_{Ei} Z_{Es}	TAMAÑO DE LA MUESTRA															
	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	50	75	100	150	200
0	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
0.1	47.24	46.67	46.44	46.26	46.16	46.10	46.08	46.06	46.06	46.05	46.04	46.04	46.03	46.03	46.02	46.02
0.3	41.63	40.00	39.37	38.87	38.60	38.44	38.37	38.33	38.31	38.29	38.28	38.27	38.25	38.24	38.22	38.22
0.35	40.20	38.33	37.62	37.06	36.75	36.57	36.49	36.45	36.43	36.41	36.40	36.38	36.36	36.35	36.33	36.33
0.45	37.26	35.00	34.16	33.49	33.23	32.92	32.84	32.79	32.76	32.74	32.73	32.72	32.68	32.67	32.66	32.65
0.50	35.75	33.33	32.44	31.74	31.37	31.15	31.06	31.01	30.98	30.96	30.95	30.93	30.90	30.89	30.87	30.87
0.55	34.20	31.67	30.74	30.01	29.64	29.41	29.32	29.27	29.24	29.22	29.21	29.19	29.16	29.15	29.14	29.13
0.60	32.61	30.00	29.05	28.32	27.94	27.72	27.63	27.58	27.55	27.53	27.52	27.50	27.47	27.46	27.45	27.44
0.70	29.27	26.67	25.74	25.03	24.67	24.46	24.38	24.33	24.31	24.29	24.28	24.26	24.24	24.23	24.21	24.21
0.75	27.50	25.00	24.11	23.44	23.10	22.90	22.83	22.79	22.76	22.75	22.73	22.72	22.70	22.69	22.68	22.67
0.80	25.64	23.33	22.51	21.88	21.57	21.40	21.33	21.29	21.27	21.26	21.25	21.23	21.22	21.21	21.20	21.20
0.85	23.67	21.67	20.93	20.37	20.10	19.94	19.89	19.86	19.84	19.82	19.82	19.80	19.79	19.78	19.78	19.77
0.90	21.55	20.00	19.38	18.90	18.67	18.54	18.50	18.47	18.46	18.45	18.44	18.43	18.42	18.42	18.41	18.41
0.95	19.25	18.33	17.86	17.48	17.29	17.20	17.17	17.15	17.14	17.13	17.13	17.12	17.12	17.11	17.11	17.11
1.00	16.67	16.62	16.36	16.10	15.97	15.91	15.89	15.88	15.88	15.87	15.87	15.87	15.87	15.87	15.87	15.87
1.05	13.66	15.00	14.91	14.77	14.71	14.68	14.67	14.67	14.67	14.67	14.67	14.68	14.68	14.68	14.68	14.68
1.10	9.84	13.33	13.48	13.49	13.50	13.51	13.52	13.52	13.53	13.54	13.54	13.54	13.55	13.55	13.56	13.56
1.15	0.29	11.67	12.10	12.27	12.34	12.39	12.42	12.44	12.45	12.46	12.46	12.47	12.48	12.49	12.49	12.30
1.20	0.00	10.00	10.76	11.10	11.24	11.34	11.38	11.41	11.42	11.43	11.44	11.46	11.47	11.48	11.49	11.49
1.25	0.00	8.33	9.46	9.98	10.21	10.34	10.40	10.43	10.46	10.47	10.48	10.50	10.52	10.53	10.54	10.56
1.30	0.00	6.67	8.21	8.93	9.22	9.40	9.48	9.52	9.55	9.57	9.58	9.60	9.63	9.64	9.65	9.66
1.35	0.00	5.00	7.02	7.92	8.30	8.52	8.61	8.66	8.69	8.72	8.74	8.76	8.79	8.81	8.82	8.83
1.40	0.00	3.33	5.88	6.98	7.44	7.69	7.80	7.86	7.90	7.92	7.94	7.97	8.01	8.02	8.04	8.05
1.45	0.00	1.67	4.81	6.10	6.63	6.92	7.04	7.11	7.15	7.18	7.21	7.24	7.28	7.30	7.31	7.33
1.50	0.00	0.00	3.80	5.28	5.87	6.20	6.34	6.41	6.46	6.50	6.52	6.55	6.60	6.61	6.64	6.65
1.55	0.00	0.00	2.87	4.52	5.18	5.54	5.69	5.77	5.82	5.86	5.88	5.92	5.97	5.99	6.01	6.02
1.60	0.00	0.00	2.03	3.83	4.54	4.92	5.09	5.17	5.23	5.27	5.30	5.33	5.38	5.41	5.43	5.44
1.65	0.00	0.00	1.28	3.19	3.95	4.36	4.83	4.62	4.68	4.72	4.75	4.79	4.85	4.87	4.90	4.91
1.70	0.00	0.00	0.66	2.62	3.41	3.84	4.02	4.12	4.18	4.22	4.25	4.30	4.35	4.38	4.41	4.42
1.75	0.00	0.00	0.19	2.11	2.93	3.37	3.56	3.66	3.72	3.77	3.80	3.84	3.90	3.93	3.95	3.97
1.80	0.00	0.00	0.00	1.65	2.49	2.94	3.13	3.24	3.30	3.35	3.38	3.43	3.48	3.51	3.54	3.55
1.85	0.00	0.00	0.00	1.26	1.09	2.56	2.75	2.85	2.92	2.97	3.00	3.05	3.10	3.13	3.16	3.17
1.90	0.00	0.00	0.00	0.93	1.75	2.21	2.40	2.51	2.57	2.62	2.65	2.70	2.76	2.79	2.82	2.83
1.95	0.00	0.00	0.00	0.65	1.44	1.90	2.09	2.91	2.26	2.31	2.34	2.39	2.45	2.48	2.50	2.52
2.00	0.00	0.00	0.00	0.43	1.17	1.62	1.81	1.91	1.98	2.03	2.06	2.10	2.16	2.19	2.22	2.23
2.05	0.00	0.00	0.00	0.26	0.94	1.37	1.56	1.66	1.73	1.77	1.80	1.85	1.91	1.94	1.96	1.98
2.10	0.00	0.00	0.00	0.14	0.74	1.16	1.34	1.44	1.50	1.54	1.58	1.62	1.68	1.71	1.73	1.75
2.15	0.00	0.00	0.00	0.06	0.58	0.97	1.14	1.24	1.30	1.34	1.37	1.42	1.47	1.50	1.53	1.54
2.20	0.000	0.00	0.000	0.015	0.437	0.803	0.968	1.061	0.120	1.161	1.192	1.233	1.287	1.314	1.340	1.352
2.25	0.000	0.00	0.000	0.001	0.324	0.660	0.816	0.905	0.962	1.002	1.031	1.071	1.123	1.148	1.173	1.186
2.30	0.000	0.00	0.000	0.000	0.233	0.538	0.685	0.769	0.823	0.861	0.888	0.927	0.977	1.001	1.025	1.037

(continúa)

Fuente: (Gutiérrez, H. y De la Vara, R.; 2009)

Imagen N° 14: Tabla para estimar el porcentaje de defectuosos en el lote (p_i o p_s) para Z_{Ei} o Z_{Es}

Z_{ES} o Z_{EI}	TAMAÑO DE LA MUESTRA															
	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	50	75	100	150	200
2.35	0.000	0.000	0.000	0.000	0.163	0.435	0.571	0.650	0.701	0.736	0.763	0.779	0.847	0.870	0.893	0.905
2.40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.109	0.348	0.473	0.546	0.594	0.628	0.653	0.687	0.732	0.755	0.777	0.797
2.45	0.000	0.000	0.000	0.000	0.069	0.275	0.389	0.457	0.501	0.533	0.556	0.589	0.632	0.653	0.673	0.684
2.50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.041	0.214	0.317	0.380	0.421	0.451	0.473	0.503	0.543	0.563	0.582	0.592
2.55	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.165	0.257	0.314	0.352	0.379	0.400	0.428	0.465	0.484	0.502	0.511
2.60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.125	0.207	0.258	0.293	0.318	0.337	0.363	0.398	0.415	0.432	0.441
2.65	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.094	0.165	0.211	0.243	0.265	0.282	0.307	0.339	0.355	0.371	0.379
2.70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.069	0.130	0.171	0.200	0.220	0.236	0.258	0.288	0.302	0.317	0.325
2.75	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.049	0.102	0.138	0.163	0.182	0.196	0.216	0.243	0.257	0.271	0.277
2.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.035	0.079	0.110	0.133	0.150	0.162	0.181	0.205	0.218	0.230	0.237
2.85	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	0.060	0.088	0.108	0.122	0.134	0.150	0.173	0.184	0.195	0.201
2.90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.046	0.069	0.087	0.100	0.110	0.125	0.145	0.155	0.165	0.171
2.95	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.034	0.054	0.069	0.081	0.090	0.103	0.121	0.130	0.140	0.144
3.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.025	0.042	0.056	0.065	0.073	0.084	0.101	0.109	0.118	0.122
3.05	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.018	0.032	0.043	0.052	0.059	0.069	0.083	0.091	0.099	0.103
3.10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.013	0.024	0.034	0.041	0.047	0.056	0.069	0.076	0.083	0.086
3.15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.009	0.018	0.026	0.033	0.038	0.046	0.067	0.063	0.069	0.072
3.20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.006	0.014	0.020	0.026	0.030	0.037	0.047	0.062	0.057	0.060
3.25	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.010	0.015	0.020	0.024	0.030	0.038	0.043	0.048	0.050
3.30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.007	0.012	0.015	0.019	0.024	0.031	0.035	0.039	0.042
3.35	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.005	0.009	0.012	0.015	0.019	0.025	0.029	0.032	0.034
3.40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.007	0.009	0.011	0.015	0.020	0.023	0.027	0.028
3.45	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.005	0.007	0.009	0.012	0.016	0.019	0.022	0.023
3.50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.005	0.007	0.009	0.013	0.015	0.018	0.019
3.55	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.004	0.005	0.007	0.011	0.012	0.015	0.016
3.60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.002	0.004	0.006	0.008	0.010	0.012	0.013
3.65	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.003	0.004	0.007	0.008	0.010	0.010
3.70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.002	0.003	0.005	0.006	0.008	0.008
3.75	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.004	0.005	0.006	0.007
3.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006
3.85	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	0.004
3.90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.004

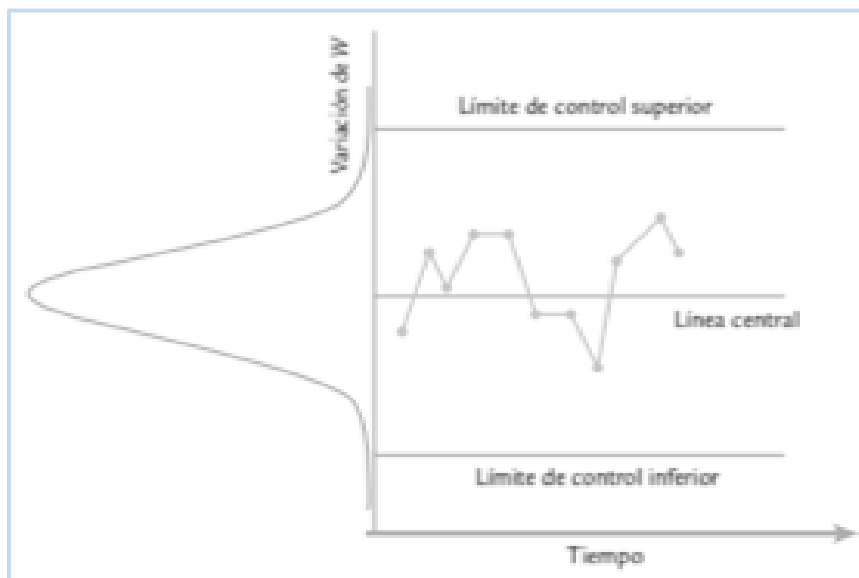
Fuente: (Gutiérrez, H. y De la Vara, R.; 2009)

- El valor nominal, N , es la calidad objetiva y óptima; cualquier desviación con respecto a este valor lleva un detrimento en la calidad. Por ello, cuando un proceso esté descentrado de manera significativa se deben hacer esfuerzos serios para centrarlo, es más fácil que disminuir la variabilidad.

Cartas de Control

Según de Gutiérrez y De la Vara (2009), una carta de control es una gráfica que sirve para observar y analizar la variabilidad y el comportamiento de un proceso a través del tiempo. El objetivo básico de una carta de control es observar y analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo, haciendo uso de la Imagen N° 15, que se muestra a continuación.

Imagen N° 15: Gráfica de Carta de Control



Fuente: (Gutiérrez, H. y De la Vara, R.; 2009)

Existen dos tipos de cartas de control:

a) Cartas de control para variables

Las cartas de control para variables se aplican a características de calidad de tipo continuo, que intuitivamente son aquellas que requieren un instrumento de medición (peso, volumen, voltaje, longitud, resistencia, temperatura, humedad, etc.).

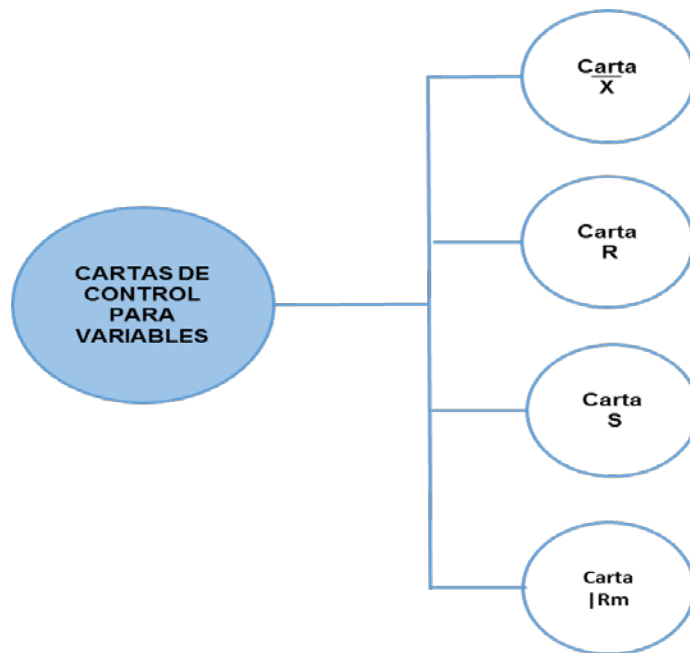
Las cartas de control para variables son las que se muestran en el Diagrama N° 09 de la siguiente página.

Carta X– R

Según Montgomery (2011), la carta de control X-R es un diagrama para variables que se aplican a procesos masivos, en donde en forma periódica se obtiene un subgrupo de productos, se miden y se calcula la media y el rango R para registrarlos en la carta correspondiente.

Esta carta se aplica cuando se tiene el número de muestra está entre 2 y 10.

Diagrama N° 09: Clases de cartas de control para variables



Fuente: (Gutiérrez, H y De la Vara, R.; 2009)

• Límites de control \bar{X}

$$LCS_X = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$$

$$LCS_X = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$$

$$LC = \bar{\bar{X}}$$

Donde:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{m}$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{m}$$

Ri = Rango de la muestra en el tiempo i

m= Número de muestras o subgrupos

n= Tamaño de muestras o subgrupos

Xi = Media de la muestra en el tiempo i

Estos límites reflejan la variación esperada para las medias muestrales de tamaño n , mientras el proceso no tenga cambios importantes. De esta manera, estos límites son utilizados para detectar cambios en la media del proceso y evaluar su estabilidad, de ninguna manera se deben utilizar para evaluar la capacidad, puesto que estos límites de control no son los de especificaciones o tolerancias, ya que mientras que los primeros se han calculado a partir de la información del proceso, las especificaciones son fijadas desde el diseño del producto.

• **Límites de control R**

$$LCS_R = D_4 \bar{R}$$

$$LC_R = \bar{R}$$

$$LCI_R = D_3 \bar{R}$$

Donde:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{m}$$

Ri = Rango de la muestra en el tiempo i

m= Número de muestras o subgrupos

n= Tamaño de muestras o subgrupos

Estos límites reflejan la variación esperada para los rangos muestrales de tamaño n , mientras que el proceso no tenga un cambio significativo. Estos límites son utilizados para detectar cambios en la amplitud o magnitud de la variación del proceso y para ver qué tan estable permanece a lo largo del

tiempo, pero de ninguna manera se deben utilizar para evaluar la capacidad.

Carta de Control X – S

Según Montgomery (2011), la carta de control X – S es un Diagrama para variables que se aplican a procesos masivos, en los que se quiere tener una mayor potencia para detectar pequeños cambios. Por lo general, el tamaño de los subgrupos es $n > 10$.

• Límites de control \bar{X}

$$LCS_X = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{S}$$

$$LCI_X = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{S}$$

$$LC_X = \bar{\bar{X}}$$

Donde:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^m \bar{x}_i}{m}$$

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^m S_i}{m}$$

S_i = Desviación estándar de la muestra en el tiempo i

m = Número de muestras o de subgrupos

n = Tamaño de muestras o de subgrupos

\bar{x}_i = Media de la muestra en el tiempo i

• Límites de control de S

- $LCS_s = B_4 \bar{S}$

- $LCI_s = B_3 \bar{S}$

- $LC_s = \bar{S}$

Donde:

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^m S_i}{m}$$

S_i = Desviación estándar de la muestra en el tiempo i

m = Número de muestras o de subgrupos

n = Tamaño de muestras o de subgrupos

Carta de control $\bar{X} - |R_m$

Según Montgomery (2011), la carta de control $\bar{X} - |R_m$, es un diagrama para variables de tipo continuo que se aplica a procesos lentos y/o donde hay un espacio largo de tiempo entre una medición y la siguiente.

• Límites de control de \bar{X}

$$LCS_x = \bar{\bar{x}} + 3 * \frac{\bar{R}_m}{d_2}$$

$$LC = \bar{\bar{x}}$$

$$LCI_x = \bar{\bar{x}} - 3 * \frac{\bar{R}_m}{d_2}$$

Donde:

$$R_m = |X_i - X_{i-1}|$$

\bar{R}_m = Es la media de los rangos móviles de orden 2.

Rangos móviles de orden 2: Rango entre dos observaciones sucesivas en el proceso $n=2$

• Límites de control de $|R_m$

- $LCS = D_4 * \bar{R}_m$

- $LC = \bar{R}_m$

- $LCI = D_3 * \bar{R}_m$

b) Cartas de control para atributos

Según Montgomery (2011), las cartas de control para atributos se usan cuando se desea controlar una característica de calidad que es algo que se cuenta (ejemplo: número de defectos) o algo que se observa o comprueba (ejemplo: Producto defectuoso – se observa si el producto cumple o no una condición de calidad).

A continuación, se muestran las cartas de control para atributos.

Carta de control P

Según Montgomery (2011), la carta p, muestra las variaciones en la fracción de artículos defectuosos por muestra o subgrupo; es ampliamente utilizada para evaluar el desempeño de procesos.

La idea de la carta es la siguiente:

- De cada lote, embarque, pedido o de cada cierta parte de la producción, se toma una muestra o subgrupo de n_i artículos, que puede ser la totalidad o una parte de las piezas bajo análisis.
- Las n_i piezas de cada subgrupo son inspeccionadas y cada una es catalogada como defectuosa o no. Las características o atributos de calidad por los que una pieza es evaluada como defectuosa, pueden ser más de uno. Una vez determinados los atributos bajo análisis, es preciso aplicar criterios y/o análisis bien definidos y estandarizados.
- Si de las n_i piezas del subgrupo i se encuentra que d_i son defectuosas (no pasan), entonces en la carta p se grafica y se analiza la variación de la proporción p_i de unidades defectuosas por subgrupo:

$$p_i = \frac{d_i}{n_i}$$

A continuación de muestra cómo se calculan los límites de control para la carta p.

$$LCS_{iP} = \bar{p} + z\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LCI_{iP} = \bar{p} - z\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LC_p = \bar{p}$$

Donde:

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^m d_i}{m * n}$$

$Z = 2$ para límites del 95,5%

$Z = 3$ para límites del 99,7%

m = N° de muestras

n = Tamaño de la muestra

d_i = N° de artículos defectuosos en la muestra i

Interpretación de los límites de control de la carta p

Indican la variación esperada para la proporción de artículos defectuosos por subgrupo. Se calculan a partir de la distribución binomial y su aproximación a la distribución normal.

Los límites de control reflejan la realidad del proceso. Así que mientras la proporción de defectos siga cayendo dentro de los límites de control y no haya ningún otro patrón especial, será señal de que el proceso funciona igual que siempre; bien o mal, pero su desempeño se encuentra dentro de lo previsto.

Carta de control nP

Según Montgomery (2011), la carta nP, es un diagrama que analiza el número de defectuosos por subgrupo; se aplica cuando el tamaño de subgrupo es constante.

$$LCS_p = n\bar{p} + Z\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$LCS_p = n\bar{p} - Z\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$LC_p = n\bar{p}$$

Donde:

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^m d_i}{m * n}$$

Z = 2 para límites del 95,5%

Z = 3 para límites del 99,7%

m = N° de muestras

n = Tamaño de la muestra

d_i = N° de artículos defectuosos en la muestra i

Interpretación de los límites de control de la carta nP

Según Gutiérrez y De la Vara (2009), los límites de control de la carta nP indican la

cantidad esperada de piezas defectuosas por cada muestra de n componentes inspeccionados, mientras el proceso no tenga cambios importantes. (p. 231).

Los límites de la carta np indican qué tanto varía la cantidad esperada de piezas defectuosas por cada n artículos inspeccionados.

Si bien el uso de la carta permitirá eventualmente detectar la presencia de causas especiales que afecten el proceso, se anticipa que, aunque tales causas se eliminen y se logre un proceso estable, la cantidad de piezas defectuosas seguirá siendo relativamente grande, dado el nivel promedio de rechazos observados. Por ello, y dado que se ha observado el proceso en un lapso de tiempo pequeño, éste se cataloga de manera preliminar como inestable e incapaz.

Carta de control c

Según Montgomery (2011), la carta “c” tiene como objetivo analizar la variabilidad del número de defectos por subgrupo o unidad con un tamaño de subgrupo constante.

Se usa en puntos de inspección, donde se busca localizar uno o más tipos de defectos relativamente menores, de tal forma que, aunque se encuentren defectos, el artículo no se rechaza.

Los límites de control para esta carta se calculan de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}LCS_c &= \bar{c} + Z\sqrt{\bar{c}} \\LC &= \bar{c} \\LCI_c &= \bar{c} - Z\sqrt{\bar{c}}\end{aligned}$$

Donde:

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^k c_i}{m}$$

c_i = N° de defectos en la unidad

m = N° de muestras

Interpretación de los límites de control de la carta c

Los límites de una carta c reflejan la variación esperada para el número de defectos por subgrupo.

Una ventaja que ofrece la carta es que no sólo ayudará a detectar y prevenir situaciones anormales, sino que además provoca en la administración una mayor conciencia de la magnitud e importancia del problema, además de que permite evaluar el impacto de las acciones de mejora.

Carta de control u

Según Montgomery (2011), la carta u analiza la variación del número promedio de defectos por artículo o unidad de referencia. Se usa cuando el tamaño del subgrupo no es constante.

Los límites de control para la carta se calculan de la siguiente manera:

$$LCS_u = \bar{u} + Z\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LC = \bar{u}$$

$$LCI_u = \bar{u} - Z\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

Donde:

$$\bar{n} = \frac{\sum_{i=1}^m n_i}{m}$$

$$\bar{u} = \frac{\sum u_i}{\sum n_i}$$

u_i = N° promedio de defectos en la unidad i

n_i = Tamaño de muestras

\bar{n} = Tamaño de muestras promedio

m = N° de muestras

Interpretación de las cartas de control.

Como se ya se explicó, la señal de que se ha detectado una causa especial de variación (o señal de que hay un cambio especial en el proceso) se manifiesta cuando un punto cae fuera de los límites de control, o cuando los puntos graficados en la carta siguen un comportamiento no aleatorio (por ejemplo, una tendencia ascendente, un movimiento cíclico, etc.). Por el contrario, la carta indica que es un proceso estable (bajo control estadístico), cuando sus puntos caen dentro de los límites de control y fluctúan o varían de manera aleatoria (con una apariencia errática, sin un orden) a lo ancho de la carta, con tendencia a caer cerca de la línea

central. Para facilitar la identificación de patrones no aleatorios, lo primero que se hace es dividir la carta de control en seis zonas o bandas iguales, cada una con amplitud similar a la desviación estándar del estadístico W que se grafica. Enseguida, se presentarán cinco patrones para el comportamiento de los puntos en una carta, los cuales indican si el proceso está funcionando con causas especiales de variación. Esto ayudará a identificar cuándo un proceso es inestable y el tipo de causas que ocasionan la correspondiente inestabilidad. De entrada, podemos decir que un proceso muy inestable es sinónimo de un proceso con pobre estandarización, donde probablemente haya cambios continuos o mucha variación atribuible a materiales, mediciones, diferencias en las condiciones de operación de la maquinaria y desajustes, distintos criterios y capacitación de operarios, etcétera. Para calcular el índice de inestabilidad (St), el cual se define por la cantidad de puntos especiales (puntos fuera de los límites de control), con relación al total de puntos, se aplica la siguiente fórmula.

$$St = \frac{N^{\circ} \text{ de puntos especiales}}{N^{\circ} \text{ total de puntos}} \times 100$$

Implantación y operación de una carta de control

Según Besterfield, D (2009) , una carta de control es útil en la medida que atienda una necesidad percibida por los responsables del proceso y, desde luego, dependerá de qué tan bien se implemente y se utilice. Por ello, a continuación, se enunciarán algunas actividades a desarrollar para una mejor implantación y operación de cualquiera de las cartas que hemos mencionado.

1. Describir la problemática o situación
2. Explicar con detalles la utilidad de la carta de control para evaluar, entender y mejorar la situación de interés.
3. Definir en forma concreta y preliminar el o los objetivos de la carta de control.
4. Seleccionar la o las características de calidad
5. Determinar el subgrupo, el tamaño del subgrupo y la forma de selección de los elementos que lo conforman
6. Elegir la carta de control apropiada

7. Reunir los datos
8. Determinar límites de control (desarrollo de la carta de control)
9. Analizar los resultados

Criterio: Maquinaria

A. Falta de mantenimiento preventivo – predictivo

En este punto, se tomó como base teórica la información de Sánchez J. (2000).

El Mantenimiento Preventivo no es un método que se deba seguir al pie de la letra. Es más bien una ideología que formula unos principios básicos que cada persona interpreta y adecua a sus propias necesidades, según el tipo de empresa y de equipos, pero siguiendo los siguientes principios básicos:

Principios básicos de mantenimiento preventivo

- a) Inspecciones programadas para buscar evidencia de falla de equipos o instalaciones, para programar la reparación en un lapso de tiempo establecido, sin que haya paro imprevisto.
- b) Actividades repetitivas de inspección, lubricación, calibraciones, ajustes y limpieza.
- c) Programación de esas actividades con base a frecuencias diarias, semanales, quincenales, mensuales, anuales, etc.
- d) Programación de actividades en fechas calendario definidas, siguiendo la programación de frecuencias de actividades, que deberán respetarse o reprogramarse en casos excepcionales.
- e) Control de esas actividades repetitivas con base a formatos de ficha técnica, ordenes o solicitud de trabajo, hoja de vida, programa de Inspección, programa de lubricación, etc.

Ventajas

Algunos beneficios que conlleva la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo son las siguientes:

- Disminución de paros imprevistos de equipos, que son reemplazados por paros programados.
- Mejora de la eficiencia de los equipos y por ende de la producción.

- Mejora notablemente la imagen del Departamento de Mantenimiento, al entregar reparaciones más confiables.
- Reducción notable de costos, después de la aplicación del programa

Limitaciones

Algunas limitaciones que conlleva la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo son las siguientes:

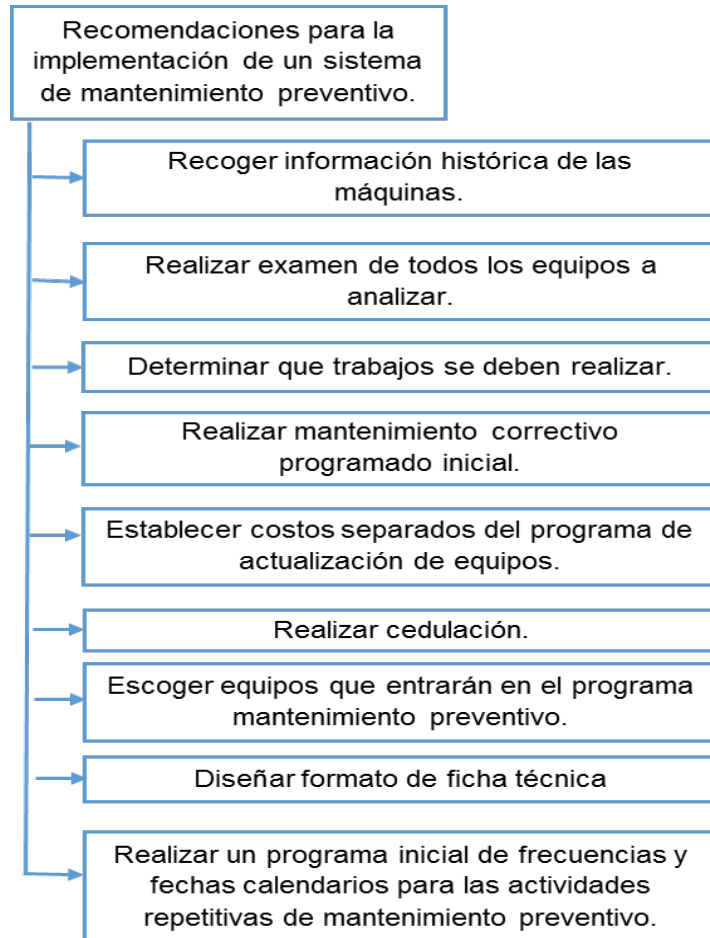
- Aumento de costos, inicialmente, ya que se deben seguir programas de frecuencias y fechas calendario que antes no se llevaban a cabo, sino que se trabajaba, hasta que el equipo se dañara. Igualmente, los costos de lubricantes y otros insumos posiblemente aumenten, ya que anteriormente no se gastaban con la frecuencia para lograr el correcto funcionamiento del equipo.
- Se producen costos administrativos por de diseño de formatos, registro de equipos, búsqueda de información consignación de datos, programación y la contratación de personal.
- Falta de tiempo por parte de los operarios para realizar un mantenimiento correctivo, ya que estos estarán ocupados en el mantenimiento preventivo, en un inicio.

Para establecer con éxito un programa de mantenimiento preventivo, es necesario seguir las ciertas recomendaciones, las cuales se resumen en el Diagrama N° 10 de la página siguiente.

A continuación, se detalla cada una de las recomendaciones, ya mencionadas.

- a. Recoger toda la información histórica posible de tiempo de paro de las máquinas. Para poder establecer bases con las que se puedan comparar los beneficios del programa preventivo.
- b. Realizar un examen detallado de todos los equipos para determinar:
 - b.1 Que equipos requieren tanto mantenimiento correctivo programado, que justifiquen más bien su reemplazo u obsolescencia.
 - b.2 Que equipos formarán parte del programa inicial de mantenimiento preventivo.

Diagrama N° 10: Recomendaciones para la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo



Fuente: (Sánchez, J.; 2000)

c. Que trabajos se deben efectuar:

c.1 Cuál sería el costo del mantenimiento correctivo programado para los equipos seleccionados.

c.2 Cuál sería el tiempo y las necesidades de personal para realizar el correctivo, programado y el preventivo programado

d. Realizar mantenimiento correctivo programado inicial, a los equipos seleccionados, para que, una vez iniciado el programa preventivo, no empiecen a fallar intempestivamente y altere el programa preventivo.

- e. Establecer costos separados del programa de actualización de equipos o mantenimiento correctivo programado inicial.
- f. Realizar la cedulación, o sea, dar un número de identificación a todos los equipos de la planta.
- g. Escoger los equipos que entrarán en el programa de mantenimiento preventivo, dejando el resto de equipos, con la forma tradicional de mantenimiento.
- h. Diseñar los formatos de ficha técnica, órdenes de trabajo, hoja de vida, formato de cómo realizar una inspección, de programación de inspecciones, de programación de lubricación, de programación de, calibraciones, etc.
- i. Ejecutar un programa inicial de frecuencias y fechas calendario para las actividades repetitivas de mantenimiento preventivo, para los equipos seleccionados, de uno 6 meses, al final de los cuales se evaluarán los resultados del programa contra el histórico de paros de los equipos para corregirlos o cambiarlos por un equipo nuevo.

Equipos que se deben incluir en programa de mantenimiento preventivo inicial.

Para determinar que equipos incluir inicialmente se pueden tener en cuenta los criterios mencionados en el Diagrama N°11 (Ver pág. 75).

Qué y cómo inspeccionar.

Para tener una guía de qué y cómo inspeccionar, se recomienda tener en cuenta los pasos mencionados en el Diagrama N°12 (Ver pág. 76).

Cédulas de equipos

La identificación de equipos es necesario para organizar la información mediante un código en específico, al cual se le pueda cargar un gasto ocasionado por un equipo, y en general para establecer un sistema más ordenado y práctico.

Cada planta puede escoger el sistema que mejor se adapte a sus necesidades, a continuación, se presentan algunos criterios base:

- Para plantas pequeñas, será necesario emplear un código de 2 letras y números. Las letras indicarán el tipo de equipo y los números el consecutivo asignado a ese equipo en específico, por ejemplo:

CP 0018: Identificaría a un compresor al que se le asigna el número 0018

- Por centros de costos, que normalmente coincide con el número contable asignado por contabilidad, puede tener 3 número iniciales y finales, por ejemplo:

El número 341-1, identificaría a un montacargas perteneciente al Departamento de Almacén, identificado por el número 341, en que al montacargas se ha asignado el número consecutivo 117.

- Para empresas medianas y grandes se puede emplear un sistema basado en: Sistemas, subsistemas, equipos y componentes.

- a) Sistemas: procesos de operación o áreas definidas en la planta.

Ejemplo: SI 100: identificaría el área de una empresa agroquímica, donde se fabrica concentrado.

- b) Subsistemas: son procesos que están dentro de un sistema.

Ejemplo: SS300: identificaría el área de tanque de almacenamiento de materia prima de la sección de fabricación de concentrado de ganado.

- c) Equipos: Se le atribuye un código de cinco dígitos

- El primer dígito identifica la clase de máquina, ejemplo: 0XXXX: significa bombas
- El segundo dígito identifica el tipo de equipo, ejemplo: 01XXX: representa a bombas centrífugas.

- d) Componente: indica un elemento relevante e independiente de un equipo determinado.

Ejemplo: C – 001: Reductor de velocidad.

Así, esta codificación permite una rápida identificación de los equipos. Por ejemplo: Equipo: SI200 / SS400 / 01012 / C – 002. El cual es un motor trifásico, de una bomba centrífuga, ubicada en el área Hornos, de la sección de fabricación de concentrado para ganado, de una empresa agroquímica, como se explica a continuación:

SI 200: Área de concentrado para ganado

SS 400: Área de hornos

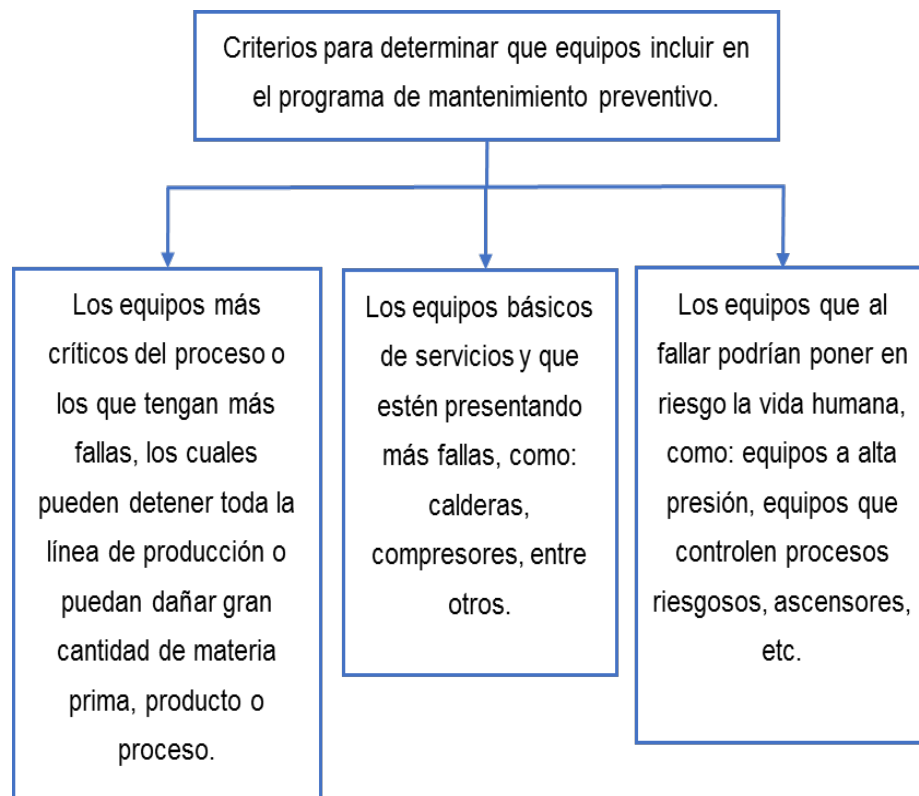
01012: Bomba centrífuga (01) identificada con el número 012

C-002: Motor eléctrico trifásico.

B. Mantenimiento Progresivo o Planificado

Según Santos C. G. (2001), define al mantenimiento progresivo como uno de los pilares más importantes en la búsqueda de beneficios en una organización industrial. Se considera que este término puede comunicar mejor el propósito de este pilar, que consiste en la necesidad de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta “cero averías” para una planta industrial. (Ver Diagrama N°13)

Diagrama N° 11: Criterios para determinar que equipos incluir en el programa de mantenimiento preventivo.



Fuente: (Sánchez, J.; 2000)

Aportes del TPM a la mejora del mantenimiento planificado.

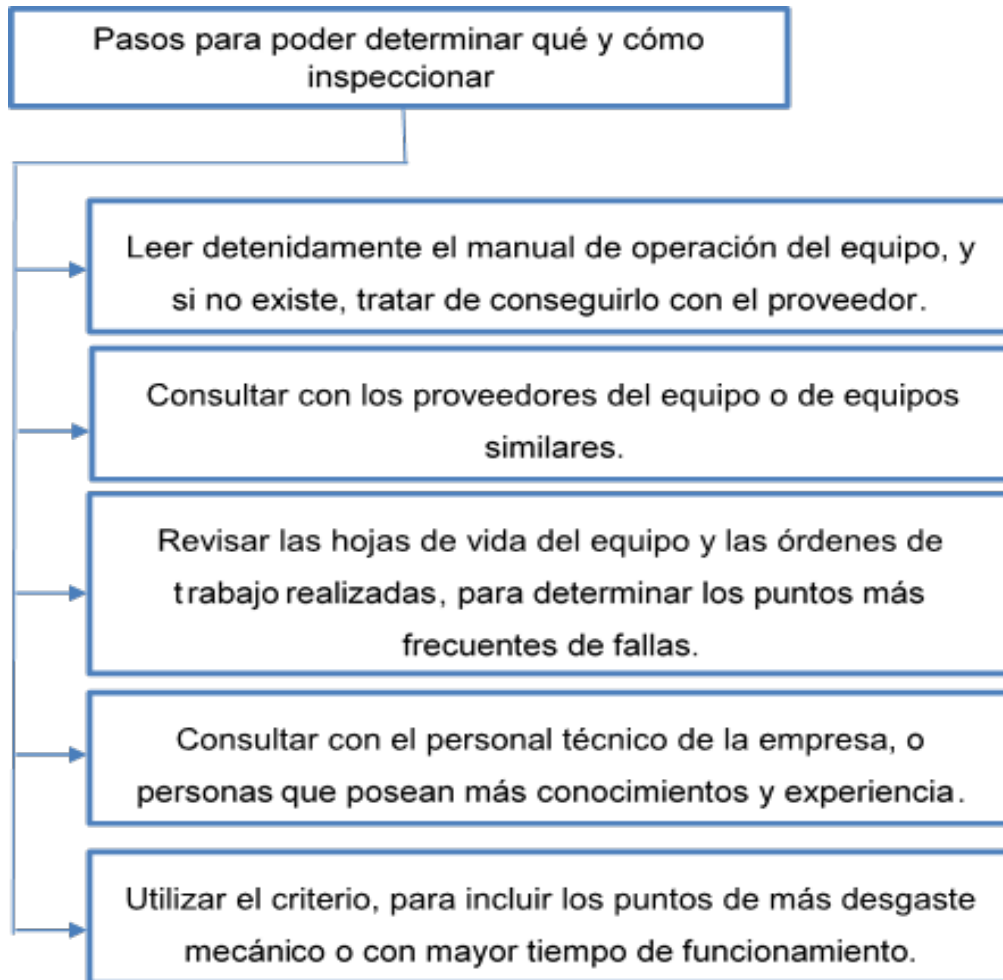
El TPM posee una mejor óptica, o visión, de los procesos de gestión preventiva de equipos y para esto, utiliza tres grandes estrategias:

1. Actividades para prevenir y corregir averías en equipos a través de rutinas diarias, periódicas y predictivas.
2. Actividades Kaizen (actividades de mejora continua) orientadas a mejorar las características de los equipos.

3. Actividades Kaizen para mejorar la competencia administrativa y técnica de la función mantenimiento.

Si se comparan las dos estrategias anteriores, es decir, la sugerida dentro del TPM con las prácticas habituales de mantenimiento planificado, observamos que existe una diferencia significativa en cuanto al alcance de sus actividades.

Diagrama N° 12: Pasos para poder determinar qué y cómo inspeccionar.



Fuente: (Sánchez, J.; 2000).

Actividades generales del mantenimiento planificado o progresivo.

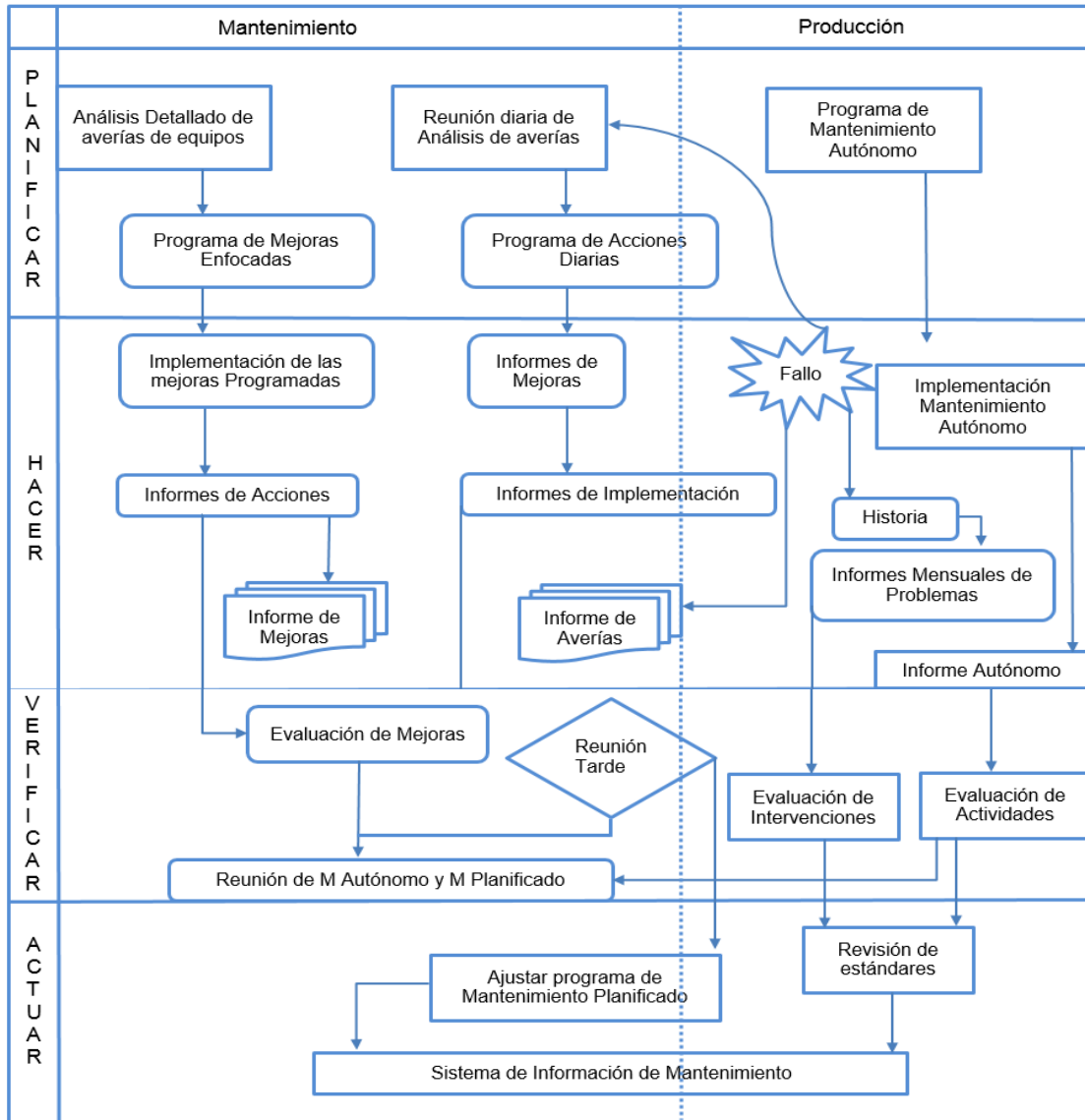
En el Diagrama N° 14, se presenta una visión general de las actividades incluidas en este pilar.

El JIPM sugiere realizar dos actividades previas antes de iniciar un programa mantenimiento planificado en un equipo, para que éste, sea económico y eficaz. Las actividades antes mencionadas son:

Etapa 1. Hacer "predecible" el MTBF.

En esta etapa se pretende eliminar en forma radical el deterioro acumulado que posee el equipo y que interviene como causa en la pérdida de estabilidad del MTBF. Un plan de mantenimiento realizado sobre un equipo que no cuente con un MTBF

Diagrama N° 13: Relación entre acciones de mantenimiento y producción para prevenir averías

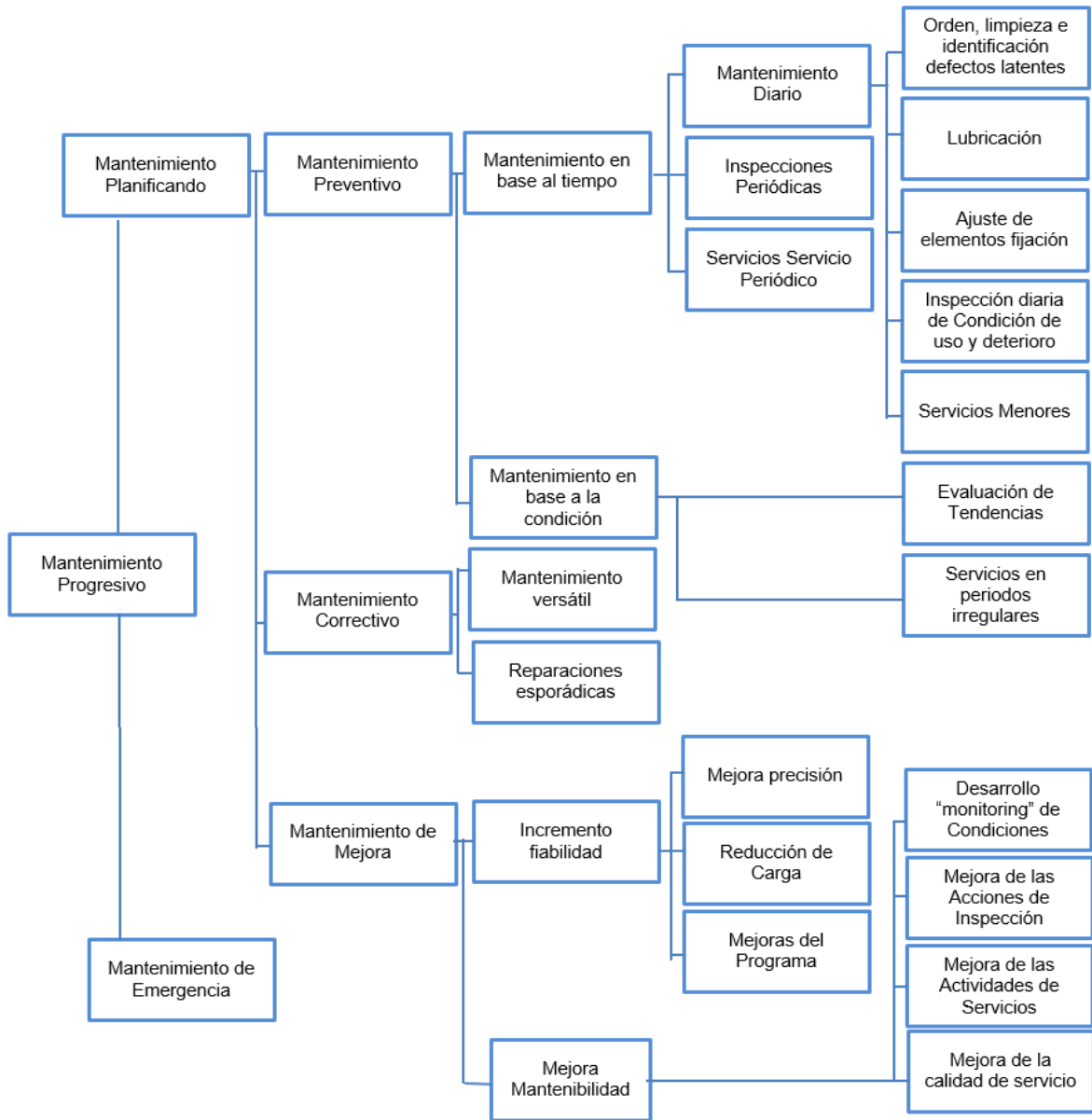


Fuente: (Santos C.,2001)

estable, es poco económico y poco efectivo para prevenir los problemas de fallos. Con las acciones de esta etapa se busca que la fluctuación del MTBF sea en lo posible (teóricamente) debida al desgaste natural de los componentes del equipo. Al ser

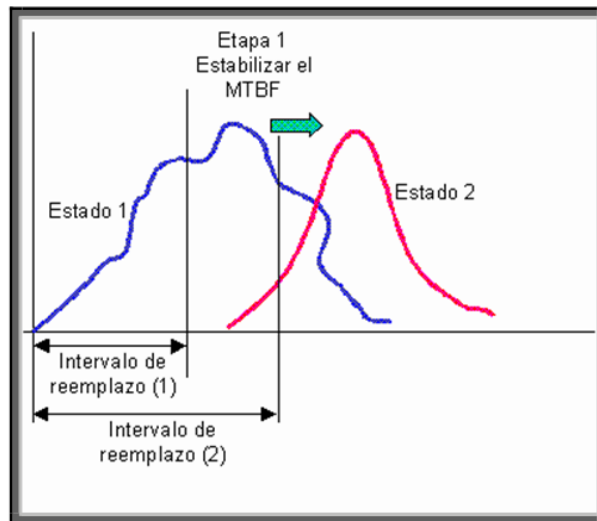
estable el MTBF el comportamiento de los fallos será más predecible y el tiempo asumido para la intervención planificada del equipo será la más próxima al comportamiento real futuro. (Ver Imagen N° 16 de la página siguiente)

Diagrama N° 14: Estructura de Mantenimiento planificado



Fuente: (Santos C.,2001)

Imagen N° 16: Efecto de restauración de deterioro



Fuente: (Santos C.,2001)

Propósitos:

- Reducir la variabilidad de los intervalos de fallo.
- Eliminar deterioro acumulado.
- Hacer más predecible los tiempos potenciales en que se pueden presentar los fallos.

Acciones:

- Eliminar errores de operación, negligencias y limitaciones del personal.
- Mantener condiciones básicas de operación.

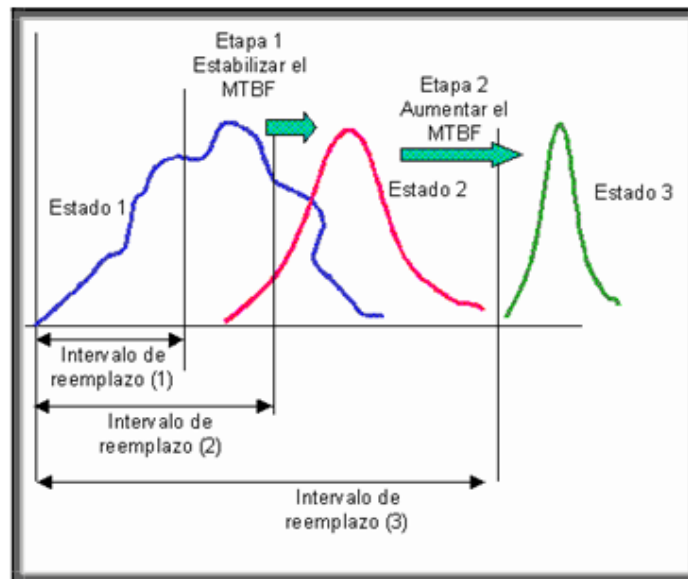
Etapa 2. Incrementar el MTBF.

En esta etapa, de búsqueda de eliminación de fallos en equipos, se pretende eliminar las causas de deterioro acelerado ya sea por mala operación del equipo, debilidades del diseño original, o mala conservación.

Propósito

- Aumentar la expectativa de duración del equipo.
- Eliminar fallos esporádicos.
- Restaurar deterioro de apariencia o externo.

Imagen N° 17: Efecto del aumento de la vida del equipo



Fuente:(Santos C.,2001)

Acciones

- Eliminar los fallos debido a debilidades de diseño del equipo: Realización de proyectos Kaizen para la mejora de materiales, construcción y puesta en marcha del equipo. Eliminar posibilidades de sobre carga de equipos mejorando los estándares en caso de no poder mejorar el equipo para que pueda aceptar las nuevas exigencias.
- Eliminar fallos por accidentes: Es necesario realizar el entrenamiento necesario para reparar adecuadamente el equipo, realizar proyectos Kaizen sobre métodos de intervención. Estandarizar métodos de operación e instalación de dispositivos a prueba de errores que eviten accidentes.
- Restaurar el deterioro: Inspección del estado general del equipo, deterioros que se pueden observar con inspecciones visuales.

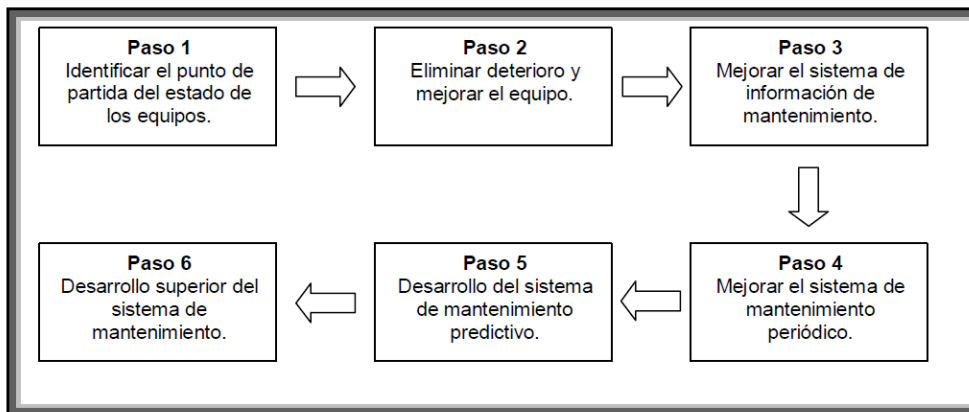
Las anteriores dos etapas se deben considerar como parte de las acciones de un mantenimiento preventivo efectivo.

Siempre se debe tener en cuenta lo siguiente: cuando el mantenimiento periódico se realiza antes de que la duración de la vida del equipo sea estable, los costos de mantenimiento son mayores y el proceso no es eficaz.

Pasos para el establecimiento del mantenimiento progresivo o planificado.

El pilar, Mantenimiento Planificado, sugerido por el JIPM se implanta en seis pasos. La visión general de estos pasos se muestra en la Imagen N° 18.

Imagen N° 18: Pasos para el establecimiento del mantenimiento planificado



Fuente: (Santos C.,2001)

Paso 1: Identificar el punto de partida del estado de los equipos.

El primer paso, está relacionado con la necesidad de mejorar la información disponible sobre el equipo. Esta información permite crear la base histórica necesaria para diagnosticar los problemas del equipo. Algunas preguntas que se pueden realizar, para ver el grado de desarrollo son:

- ¿Se tiene la información necesaria sobre los equipos?
- ¿Se han identificado los criterios para calificar los equipos?
- ¿Se cuenta con un listado priorizado de los equipos?
- ¿Se han definido los tipos de fallos potenciales?
- ¿Se tienen datos históricos de averías e intervenciones?
- ¿Se cuenta con registros sobre MTBF para equipos y sistemas?
- ¿Se posee un sistema de costos de mantenimiento?.
- ¿Qué problemas tiene la función de mantenimiento?
- ¿La calidad de servicio de mantenimiento es la adecuada?

Paso 2: Eliminar deterioro del equipamiento y mejorarlo.

El paso dos, busca eliminar los problemas del equipo y desarrollar acciones que eviten la presencia de fallos similares en otros equipos idénticos.

Se prioriza lo siguiente:

- Eliminación de averías, en forma radical, aplicando métodos Kaizen.
- Eliminación de fallos en el proceso.
- Mejora en el manejo de la información estadística para el diagnóstico de fallos y averías.
- Implantación de acciones, para evitar la recurrencia de fallos.

Paso 3: Mejorar el sistema de información para la gestión.

Es frecuente entender que en este paso se debe introducir un programa informático o mejorar el actual. Sin embargo, en esta etapa, lo fundamental es crear modelos de información de fallos y averías, para su eliminación, antes de implantar un sistema de gestión de mantenimiento de equipos. En esta etapa se debe preguntar:

- El diseño de la base de datos de mantenimiento, ¿es el adecuado?.
- ¿Se tiene información necesaria sobre fallos, averías, causas e intervenciones?
- El conocimiento en mantenimiento ¿se conserva?, ¿se distribuye?
- ¿Se tiene la información técnica del equipo?
- ¿Se cuenta con un sistema de información que apoye la gestión de mantenimiento?
- El sistema de gestión de mantenimiento, ¿permite controlar todos los recursos de la función: piezas, planos y recambios?

Paso 4: Mejorar el sistema de mantenimiento periódico.

El paso cuatro, está relacionado con el establecimiento de estándares de mantenimiento, realizar un trabajo de preparación para el mantenimiento periódico, crear flujos de trabajo, identificar equipos, piezas, elementos, definir estrategias de mantenimiento y desarrollo de un sistema de gestión para las acciones de mantenimiento previsto.

Como sus etapas principales se pueden señalar:

- Diseño de estrategias de mantenimiento: criticidad, frecuencia, tipo de mantenimiento, empleo de tablas MTBF, etc..
- Preparación de estándares de mantenimiento: procedimientos, actividades, estándares, registro de información, etc..
- Gestión de información del mantenimiento programado.

Paso 5: Desarrollar un sistema de mantenimiento predictivo.

El paso cinco, busca introducir tecnologías de mantenimiento basado en la condición, y de carácter predictivo. Se diseñan los flujos de trabajo, selección de tecnología, formación y aplicación en la planta. Sus etapas son:

- Introducir tecnología para el diagnóstico de equipos.
- Formación del personal, sobre esta clase de tecnologías.
- Preparar diagramas de flujo de procesos.
- Identificar equipos y elementos iniciales para aplicar progresivamente las tecnologías de mantenimiento predictivo.
- Mejorar la tecnología de diagnóstico: automatizar la toma de información, tele-transmisión y procesos vía Internet.

Paso 6: Desarrollo superior del sistema de mantenimiento.

El paso seis desarrolla procesos Kaizen para la mejora del sistema de mantenimiento periódico establecido, desde los puntos de vista técnico, humano y organizativo.

- Evaluar el progreso del MTBF y otros índices.
- Desarrollo de la tecnología de Ingeniería de Mantenimiento.
- Evaluar económicamente los beneficios del sistema de mantenimiento.
- Mejorar la tecnología estadística y de diagnóstico.
- Explorar el empleo de tecnologías emergentes.

Criterio: Medio Ambiente

A. Falta de orden y limpieza

Para llevar a cabo un adecuado orden en la planta de producción de cualquier empresa manufacturera es necesario hacer uso de herramientas Lean Manufacturing, siendo así uno de los más empleados, 5S. Para la fundamentación teórica de esta

herramienta se empleará la información de Rajadell M. y Sánchez J. (2000), ya que se encuentra explicada de manera más detallada y didáctica.

Definición de 5S

Es una herramienta que para su implementación se requiere cumplir con cinco pasos, cuyo desarrollo implica asignación de recursos, adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de los colaboradores. Los cinco pasos son: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke; que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar (fijar la norma de trabajo para respetarla) y disciplina (construir autodisciplina y hábito del compromiso). Ver Imagen N° 19 de la página siguiente.

Objetivo

La implantación de las 5S tiene por objetivo evitar que se presenten los siguientes síntomas:

- Aspecto sucio en la planta: ya sean máquinas, instalaciones, herramientas, etc.
- Desorden: como pasillos ocupados, herramientas sueltas, cartones, etc.
- Elementos rotos: topes, indicadores, etc.
- Falta de instrucciones y señales comprensibles por todos.
- No usar elementos de seguridad: gafas, botas, auriculares, guantes, etc.
- Averías más frecuentes de lo normal.
- Desinterés de los empleados por su área de trabajo
- Movimientos innecesarios de personas, utillajes y materiales.
- Falta de espacio en la zona de los almacenes.

Fases de la implementación de las 5S:

a) Seiri (Eliminar):

Significa clasificar y eliminar de la zona de trabajo todos los elementos innecesarios para la tarea que se realiza. Por tanto, consiste en separar lo que se necesita de lo que no se requiere, y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos inútiles que originan desperdicios, dentro de ellos cabe mencionar los siguientes aspectos:

Imagen N° 19: Etapas de las 5S



Fuente: CALETEC, 2016.

- Incremento de manipulaciones y transportes.
- Accidentes personales.
- Pérdida de tiempo en localizar cosas.
- Productos obsoletos, no conformes, etc.
- Costos del exceso de inventario.
- Falta de espacio.

Los beneficios del seiri se pueden ver reflejados en aspectos como:

- Liberación de espacio útil en plantas y oficinas.
- Reducción del tiempo necesario para acceder a los materiales, herramientas, utillajes, etc.
- Facilidad para el control visual.
- Aumento de la seguridad en el lugar de trabajo.

En la práctica se emplean el uso de tarjetas rojas, que representan aquellos productos que podrían dejar de ser imprescindibles, ya sea porque ya no se emplean o son obsoletos y decidir si considerarlos como un desecho. En la página siguiente se muestra la Imagen N° 20, el cual es un ejemplo de tarjeta roja.

La utilización de las tarjetas rojas debe seguir un criterio ordenado de actuación a partir de una lista de chequeo de los distintos elementos susceptibles de “evaluación”. En la página siguiente, se muestra en la Tabla N° 05 un ejemplo.

Imagen N° 20: Tarjeta roja para 5S

Formulario de Tarjeta Roja 5S. El formulario es rojo y tiene un campo para el número (No. _____) en la parte superior. El título principal es "TARJETA ROJA 5'S" con el subtítulo "Información Gen-".

Sección "Información Gen-":

- Propuesta por _____ Responsable de área _____
- Área / Depto. _____
- Descripción de artículo _____

Sección "CATEGORIA":

- Máquina/Equipo
- Material gastable
- Herramienta
- Materia prima
- Instrumento
- Trabajo en proceso
- Partes eléctricas
- Producto terminado
- Partes mecánicas
- Otros

OTROS/COMENTARIO _____

Sección "RAZON DE TARJETA":

- Innecesario
- Defectuoso
- Fuera de especificaciones
- Otros

Otros: _____

Sección "ACCION REQUERIDA":

- Eliminar
- Agrupar en espacio separado
- Retornar

Otros: _____

Fecha inicio ___/___/___ Final de la acción ___/___/___

Fuente: (INFOTEP; 2010)

b) Seiton (Ordenar)

Organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se puedan encontrar con facilidad. Para esto se ha de definir el lugar de ubicación de estos elementos necesarios e identificarlos para facilitar la búsqueda y el retorno a su posición. La actitud que más se opone a lo que representa seiton, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que acostumbra a convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio”.

La implantación del seiton abarca:

- Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso.
- Disponer de un lugar adecuado.
- Evitar duplicidades (cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa).

Tabla N° 05: Lista de chequeo de elementos

Meta	Puntos de chequeo
Ficheros, libros, planos, documentos, etc.	Libros y documentos cuyo periodo de almacenaje especificado haya expirado, conservando solo los archivos necesarios. Documentación guardada por duplicado.
Carteles o anuncios	Documentación caducada o no actualizada.
Mobiliario, estantes, archivadores, etc.	Muebles en desuso, rotos o con aspecto deteriorado, archivadores que no se utilizan.
Máquinas y accesorios	Máquinas técnica y económicamente obsoletas o en mal uso.
Stocks	Productos acabados, productos en curso, materiales en proceso y materiales de test.
Equipos, utillajes, herramientas, etc.	Elementos viejos, obsoletos, desgastados o defectuosos.
Otros artículos	Ítems relacionados con la gestión que son de necesidad cuestionable en programas, elementos que se han retirado del equipo, cosas que no se usan nunca, etc.

Fuente: (Rajadell, M., Sánchez, J.; 2000)

Los beneficios del seiton se pueden ver reflejados en aspectos como:

- Una mayor facilidad para el acceso rápido a los elementos que se necesitan.
- Una mejora en la productividad global de la planta.
- Un aumento de la seguridad en el lugar de trabajo.
- Una mejora de la información para su accesibilidad y localización.

c) Seiso (Limpieza e inspección)

Significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar el defecto y eliminarlo. En otras palabras, seiso da una idea de anticipación para prevenir defectos. La aplicación del seiso implica:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Centrarse tanto o más en la eliminación de las causas de la suciedad que en las de sus consecuencias.

Los beneficios se ven reflejados en aspectos como:

- Una reducción del riesgo potencial de accidentes.
- Un incremento de la vida útil de los equipos.
- Una reducción del número de averías.
- Un efecto multiplicador porque la limpieza tiende a la limpieza.

d) Seiketsu (Estandarizar)

Permite consolidar las metas alcanzadas aplicando las tres primeras "S". Estandarizar supone seguir un método para aplicar un procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. La estandarización fija los lugares donde deben estar las cosas y donde deben desarrollarse las actividades, y en especial la limpieza e inspecciones, tanto de elementos fijos (máquinas y equipamiento) como móviles (por ejemplo, lo que nos llega de los proveedores). Un estándar es la mejor manera, la más práctica y sencilla de hacer las cosas para todos, ya sea un documento, un papel, una fotografía o un dibujo. El principal enemigo del seiketsu es la conducta errática. Aplicando la táctica del "hoy sí y mañana no", lo más probable es que los días de incumplimiento se multipliquen de forma rápida. La aplicación del seiketsu implica:



- Mantener los niveles conseguidos con las tres primeras "S".
- Elaborar y cumplir estándares de limpieza y verificar que estos se aplican correctamente.
- Transmitir a todo el personal la enorme importancia de aplicar los estándares.

Los beneficios del seiketsu se pueden ver reflejados en aspectos como:

- Un conocimiento más profundo de las instalaciones.
- La creación de hábitos de limpieza.
- Evitar errores en la limpieza, que puedan ocasionar accidentes.
- Una mejora manifiesta en el tiempo de intervención sobre averías.

A continuación, se presenta en la Imagen N° 21, un ejemplo.

Imagen N° 21: Ficha de estandarización

ESTÁNDAR 5S Orden al final del turno		BIPLESA		Revisión : 1
OBJETIVO	CONTROL	NORMAL	ANORMAL => QUIÉN HACE QUÉ	
5S	Estándar Visual	Situación igual a la foto	Situación diferente a foto	La persona que la utilice debe regresar al estándar inmediatamente
		 <p>Orden encima de escritorios Caja fuera de lugar</p>		
Observaciones: Nada encima de escritorio al final del turno				
Ubicación de la ficha : Panel 5S			Poner aquí el responsable de zona: Todos Fecha:	

Fuente: (Rajadell, M., Sánchez, J.; 2000)

e) Shitsuke (Disciplina)

Shitsuke se puede traducir por disciplina o normalización, su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Asimismo, busca el desarrollo de una cultura de autocontrol, el hecho de que los miembros de la organización apliquen la autodisciplina, siendo ésta la fase más fácil y más difícil a la vez:

- La más fácil porque consiste en aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas.
- La más difícil porque su aplicación depende del grado de asunción del espíritu de las 5S a lo largo del proyecto de implantación.

La idea de shitsuke es fácil de confundir con conceptos como moralidad, ética,

diligencia, pero la palabra *shitsuke* en japonés originariamente se refiere a las costuras sobre las telas, y justamente como que estas costuras deben estar correctamente alineadas, así todas las formas de conducta humana deben estar de acuerdo con un conjunto de reglas básicas. La conducta correcta crece con la práctica y requiere cambiar los hábitos, de manera que en el lugar de trabajo todos los operarios estén profundamente formados en los conceptos de resolución de problemas, estándares de trabajo y puedan ejecutar las tareas asignadas uniformemente y sin errores. Por todo ello, la aplicación del *shitsuke* implica:

- Respetar las normas y estándares reguladores del funcionamiento de una organización.
- Reflexionar sobre el grado de aplicación y cumplimiento de las normas.
- Mantener la disciplina y la autodisciplina
- Realizar auditorías que deben ser conocidas por todos los miembros del equipo para facilitar la autoevaluación.

Los beneficios del *shitsuke* se pueden ver reflejados en aspectos como:

- Una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos.
- Una mejora del ambiente de trabajo, que contribuirá al incremento de la moral.

Por todo ello, a través de la práctica de las 5S se intentan crear áreas de trabajo disciplinadas cambiando las actitudes y conductas de todos. La característica más significativa de estas actividades es que las personas hacen un esfuerzo voluntario para cumplir los estándares que ellos mismos han fijado. Si un área de trabajo no puede cumplir las 5S de acuerdo con las reglas, no hay modo de que pueda trabajar de acuerdo con los estándares. Esta es la razón por la que es importante inculcar pacientemente dichas actividades.

2.3 Definición de términos

A. Absentismo

Según Chiavenato (2009), es el término empleado para referirse a las faltas o inasistencias de los empleados al trabajo. En sentido más amplio es la suma de los períodos en que, por cualquier motivo los empleados se retardan o no asisten al trabajo en la organización. Faltas o ausencias de los empleados al trabajo. Es decir, es la suma de los períodos en que los empleados de la organización están ausentes del trabajo, ya sea por falta o por tardanza, debido a la mediación de algún motivo.

Es decir, es el conjunto de ausencias por parte de los trabajadores de un Determinado centro de trabajo, justificadas o no.

B. Calidad

Según Montgomery (2011), la calidad percibida es aquella que procede de las valoraciones realizadas por el consumidor con respecto a la excelencia del producto, es decir, a la capacidad del mismo para satisfacer sus necesidades, mientras que la calidad objetiva responde a una superioridad medible y verificable sobre algunos estándares ideales predeterminados.

C. Cartas de control

Según de Gutiérrez y De la Vara (2009), una carta de control es una gráfica que sirve para observar y analizar la variabilidad y el comportamiento de un proceso a través del tiempo.

D. Estandarización

Son procedimientos establecidos por una autoridad con el objeto de fabricar productos uniformes o iguales, los cuales cumplan con criterios mínimos de producción con los que puedan ser evaluados y comparados para determinar un nivel de calidad determinado.

E. Indicador

Los indicadores son parámetros utilizados para medir el nivel de cumplimiento de una actividad o un evento.

F. Lean

Es una filosofía que trata de aumentar la velocidad de respuesta al cliente reduciendo el tiempo transcurrido ("leadtime"), mediante la eliminación de los desperdicios ("muda"). (Cautrecasas; 2000)

G. Lean Manufacturing

Lean Management o Gestión Lean o Ajustada o Lean Production, es un modelo de gestión que radica en llevar a cabo aquello que es preciso para entregar al cliente; es decir, lo que este desea exactamente en la cantidad y tiempo indicado, a un precio competitivo. En otras palabras, este sistema tiene como propósito entregar al cliente un producto o servicio con el máximo ajuste con las especificaciones

(calidad), con el mínimo consumo de recursos (costo) y con la máxima rapidez de respuesta (tiempo). (Cautrecasas; 2000)

H. Mantenimiento preventivo

Consiste en realizar una serie de inspecciones periódicas programadas adecuadamente sobre algún equipo o activo fijo de la planta. Con el objeto de detectar condiciones inadecuadas, que puedan ocasionar circunstancialmente deterioro de máquinas, equipos o instalaciones, o paros de producción para de esta manera poder realizar un mantenimiento permanente en la planta mediante ajustes o reparaciones, mientras las fallas estén en un estado inicial. (García; 2012)

I. Proceso estable

Según Gutiérrez y De la Vara (2009), un proceso estable es un estado de un proceso que trabaja sólo con causas comunes de variación. La variación a través del tiempo es predecible.

J. Producto no conforme

Según Montgomery (2011), un Producto No Conforme (PNC) es aquel que no cumple con los requisitos técnicos (especificaciones, tolerancias o criterios de calidad) o legales con las cuales debe salir el producto o servicio y se deben identificar y controlar para prevenir su uso o entrega no intencional a los clientes.

K. 5's

Es una herramienta que para su implementación se requiere cumplir con cinco pasos, cuyo desarrollo implica asignación de recursos, adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de los colaboradores. Los cinco pasos son: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke; que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y disciplina. (Rajadell, M., Sánchez, J.; 2000)

CAPITULO 3

DIAGNÓSTICO DE LA

REALIDAD ACTUAL

3.1 Diagnóstico

A. Descripción general de la empresa

La empresa Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C que tiene como Gerente General al Sr. Josvar Percy Valderrama Burgos, está dedicada a la fabricación y comercialización al por mayor de calzado para damas y caballeros. Tiene como principales productos: botas, botines y sandalias para dama y zapatos sport para caballeros. Cabe resaltar, que la empresa, actualmente, cuenta con trece (14) colaboradores para desarrollar todas sus actividades; teniendo así, tres (03) costureros, cuatro (04) habilitadores, cuatro (04) armadores, un (01) empacador e inspector de P.T., un (01) inspector de Producción y un (01) Gerente Comercial. Asimismo, sus principales pedidos provienen de: Lima (15%), Piura (15%) y Ecuador (75%).

Por otro lado, para la realización de esta investigación nos enfocamos en la producción de botines de dama, ya que como se aprecia en la Tabla N° 06, es la que presenta mayor producción.

Tabla N°06: Producción mensual según tipo de calzado

Tipo de calzado	Producción mensual (pares)	Porcentaje de participación en relación a la producción mensual
Botines de dama	504	60%
Botas de dama	252	30%
Sandalias de dama	24	3%
Calzado sport de hombre	60	7%
Total	840	100%

Fuente: (Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C; 2016)

Asimismo, dentro de la producción de botines, se analizará el modelo VR-037 CAMEL, el cual se consideró por su elevado flujo de pedidos y la facilidad para obtener datos ya que se encontraba en producción, durante el estudio, tal como se aprecia en la Tabla N° 07.

Tabla N° 07: Producción del mes de mayo, según modelo de botín

Modelo de Botín	Producción de mayo (pares)	Porcentaje de participación en relación a la producción de mayo
VR 037- CAMEL	144	29%
VR 237- AZUL	84	17%
VR 238 – BEIGE	108	21%
VR 126- MOSTAZA	96	19%
VR 241- MARRÓN	72	14%
Total	504	100%

Fuente: (Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C; 2016)

A continuación, se explica cada una de las operaciones del proceso productivo del modelo mencionado. Cabe mencionar que el botín en estudio se produce dos (02) veces al mes.

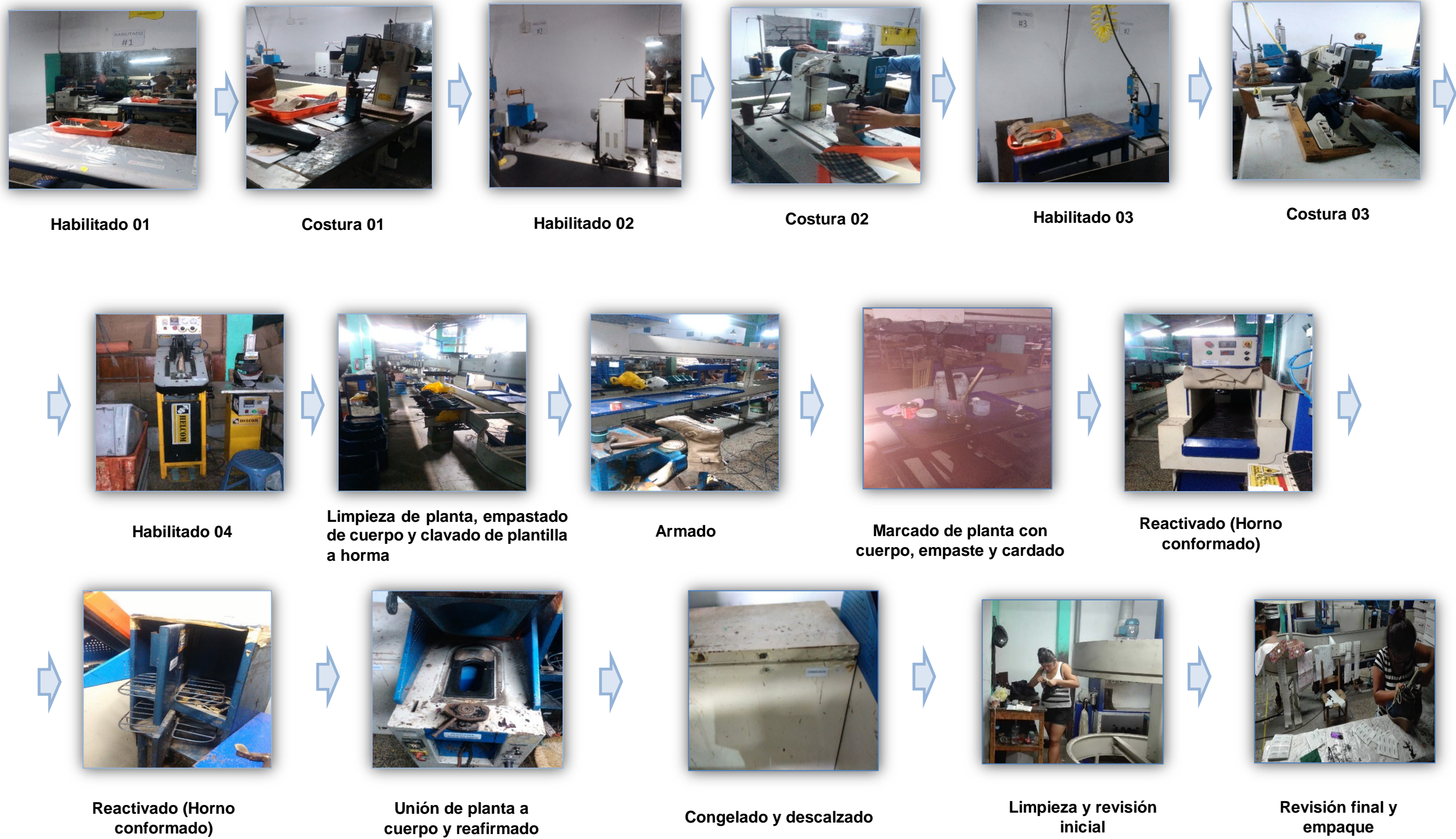
- **Habilitado 1:** En esta primera etapa del proceso productivo, es en donde entran todas las piezas de cuero (capellada, laterales y talón), así como el forro y tapacierres. El habilitador 1 se encarga de empastar tanto el talón como el tapacierre y de hacer el marcado de las piezas de cuero que serán usadas en las etapas posteriores.
- **Costura 1:** En esta segunda etapa del proceso, se realiza el armado de la caña, que consiste en la unión de laterales junto con el forro y el cambrel (da consistencia a la caña), para luego hacer el cosido de la caña con el talón empastado en la etapa anterior.
- **Habilitado 2:** El segundo habilitado, consiste en doblar el borde de la caña mediante la máquina dobladora, en la máquina encintadora hace el pegado del cambrel cocido anteriormente, posiciona las tiras a la caña mediante el pegamento, para que finalmente se realice el empastado y unión de la capellada a la caña y talón.

- **Costura 2:** La persona encargada de la costura 2, se encarga de coser cada una de las partes pegadas en la etapa anterior con el objetivo que queden fijas y también se encarga de cocer las hebillas a las tiras.
- **Habilitado 3:** En esta etapa se realiza el pegado final de todas las partes que quedaron sueltas en las etapas anteriores como el forro y laterales que tan sólo fueron unidos por el cosido que se hizo en la costura 2, así mismo se realiza el pegado del cierre y tapacierre y se hace el corte de rebabas.
- **Costura 3:** En esta etapa se realiza el cosido de todas las partes unidas en las etapas anteriores para que quede el cuerpo completo.
- **Habilitado 4:** La persona encargada del habilitado 4, se encarga de colocar la puntera y el talón al cuerpo mediante la máquina llamada Termoplast, con la finalidad de darle forma, así mismo se encarga de pegar la falsa a la plantilla y finalmente coloca tanto la unión de la falsa con la plantilla como el cuerpo del botín en una bolsa y lo va clasificando en javas diferentes, de acuerdo a tallas.
- **Limpieza de planta, empastado de cuerpo y clavado de plantilla a la horma:** En esta etapa, se realiza la limpieza de la planta con limpiopren y halógen, se empasta el borde del cuerpo y se clava la unión de la plantilla con la falsa a la horma, para finalmente colocar en la mano vía, cada una de estas partes por separado para el uso que se le dará en las siguientes etapas.
- **Armado:** Las actividades que se realizan en la etapa de armado consiste en primer lugar en meter al horno reactivador el cuerpo por un periodo de 30 segundos, con la finalidad de reactivar el pegamento que se le adicionó en la etapa anterior, posterior a ello se retira el cuerpo del horno y se procede a poner la horma en un pin para realizar el pegado del cuerpo a la horma, con la finalidad de darle forma del botín que se está elaborando, en segundo lugar se retira las tachuelas que se usó para clavar la plantilla a la horma y finalmente se cortan las rebabas mínimas que pueden haber quedado y todas las partes se pasan a la siguiente etapa.
- **Marcado de planta con cuerpo, empaste y cardado:** Esta etapa consiste en hacer el marcado del cuerpo con el terrodor haciendo uso de la planta, para de esta manera delimitar por donde se va a aplicar el cemento, el cual va a ser cubierto al momento de unir la planta y finalmente se procede a aplicar el cemento tanto a la planta como al cuerpo.

- **Reactivado (Horno conformado):** En esta etapa de conformado, la misma persona encargada de la etapa anterior, introduce tanto la planta como el cuerpo un horno conformador, que se encarga de hacer más flexibles cada una de las partes introducidas, para que resulte más fácil la unión de la planta con el cuerpo y adopte una mejor forma.
- **Reactivado en horno reactivador:** En esta etapa, las partes retiradas del horno conformador, se introducen en un horno reactivador con la finalidad de reactivar el pegamento y pasar a la siguiente etapa.
- **Unión de planta a cuerpo y Reafirmado de botín (boca de sapo):** En esta etapa, la persona encargada, realiza la unión del cuerpo y la planta haciendo uso de un martillo y finalmente la introduce en una máquina llamada boca de sapo, la cual por medio de aire a presión fija por completo la unión, obteniéndose así el botín, pero aun con la horma dentro.
- **Congelado y Descalzado en Pin:** En esta etapa luego de retirar el botín de la boca de sapo se procede a introducir el botín en un congelador por un tiempo de 1 minuto y medio; posterior a ello se retira el botín del congelador y se coloca en un pin para proceder al descalzado (retirar la horma).
- **Limpieza y revisión inicial:** En esta etapa semifinal, se realiza la limpieza, estética del zapato y revisión inicial del botín.
- **Revisión final y empaquetado:** En esta última etapa se realiza la inspección final, se coloca el hantang junto con los balines, la etiqueta de composición y se hace algún arreglo pequeño mediante el uso de un borrador crepé. Cabe resaltar que es aquí donde se define si se realiza algún reproceso al botín o no y de no ser el caso se procede al empaquetado del botín en una caja pequeña y finalmente por cada docena de botines se coloca en una caja master.

Las actividades descritas líneas arriba, se aprecian mediante el Diagrama N° 15, mostrado en la siguiente página.

Diagrama N° 15: Diagrama Pictórico de la línea de producción



Fuente: Elaboración Propia

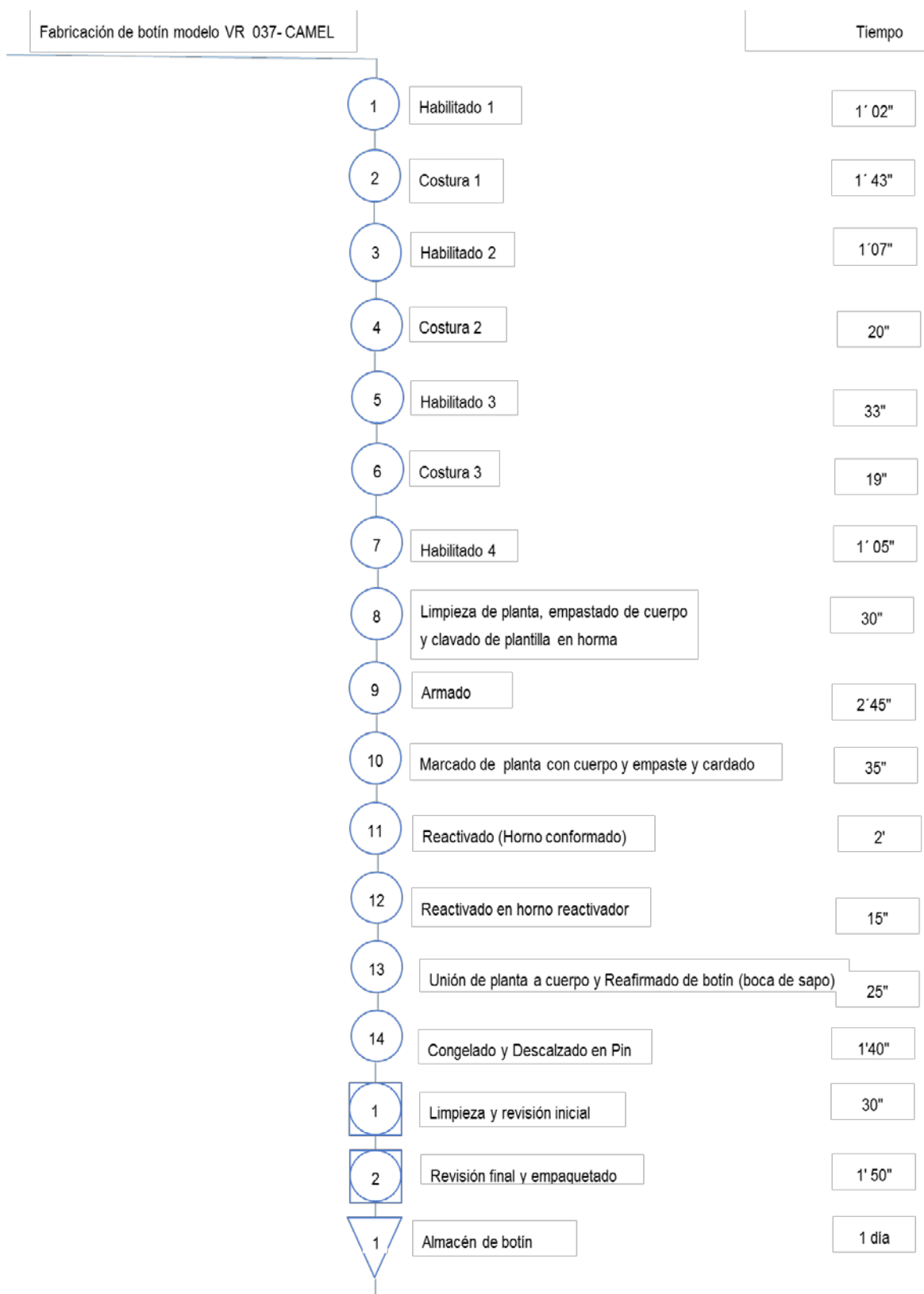
Asimismo, se realizó el diagrama de operaciones de la línea de producción, mostrado en la página siguiente (Ver Diagrama N° 16) y posterior a ello se elaboró una tabla, donde se detalla las entradas y salidas en cada etapa, así como los desperdicios generados en cada uno de éstas (Ver Tabla N° 08).

Tabla N° 08: Tabla de costos y tiempos del Diagrama de Operaciones del Proceso Productivo de un par del botín modelo VR 037-CAMEL

ESTACIÓN DE TRABAJO	TIEMPO de OPERACIÓN (MIN)	COSTO TOTAL
Habilitado 1	1.03	S/. 4.18
Costura 1	1.72	S/. 2.93
Habilitado 2	1.12	S/. 1.22
Costura 2	0.33	S/. 1.55
Habilitado 3	0.55	S/. 0.94
Costura 3	0.32	S/. 0.31
Habilitado 4	1.08	S/. 1.31
Limpieza de planta, empastado de cuerpo y clavado de plantilla en horma	0.50	S/. 10.43
Armado	2.75	S/. 0.75
Marcado de planta con cuerpo, empaste y cardado	0.58	S/. 0.78
Reactivado (Horno conformado)	2.00	S/. 0.40
Reactivado en horno reactivador	0.25	S/. 0.05
Unión de planta a cuerpo y Reafirmado de botín (boca de sapo)	0.42	S/. 0.11
Congelado y Descalzado en Pin	1.67	S/. 0.39
Limpieza y revisión inicial	0.50	S/. 0.37
Revisión final y empaquetado	1.83	S/. 5.68
TOTAL	16.65	S/. 31.38

Fuente: Elaboración Propia

Diagrama N° 16: Diagrama de Operaciones del Proceso Productivo de un par de botín del modelo VR 037-CAMEL



Fuente: Elaboración Propia

B. Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis

Actualmente la empresa en estudio, cuenta con una persona dentro de la línea de Producción, encargada de inspeccionar el producto terminado para ver si cumple o no con las especificaciones del producto, así mismo se encarga del empaquetado final del producto. Cabe mencionar, que la empresa, con respecto al área de Calidad, cuenta con un problema principal, que es el de presentar altos índices de productos defectuosos, lo cual ocasiona una baja rentabilidad en la empresa, para lo cual se aplicará técnicas de Control Estadístico de Calidad con el objetivo de reducir tiempos y costes de reproceso, devoluciones y el coste de oportunidad.

Al analizar la situación actual de la empresa se pudo observar que en el área de Calidad existe un alto índice de productos defectuosos, el cual es ocasionado por las siguientes causas:

- Falta de capacitación al personal para realizar sus actividades, ya que la gerencia no evalúa las deficiencias que tienen los trabajadores y no tiene un registro o plan de capacitación; generándose, un 7% de unidades defectuosos ya que 8 pares de 120 pares producidos en el lote son reprocesados debido a mal pegado de cierre, originando así una pérdida anual de S/. 6,089.97. (Ver pág. 190)
- Ausencia de control de calidad de materia prima. Esto ocurre, ya que no existe una clasificación de proveedores, ocasionando así, la recepción de lotes con un 6% de defectos (Pérdida del color de la planta o plantas teñidas), lo cual ocasiona una pérdida de S/. 6,432.35 anual. (Ver pág. 191)
- Falta de mantenimiento preventivo, ya que solo se realiza mantenimiento, cuando hay alguna falla, lo cual ha ocasionado que se evidencie un doble cosido en laterales y pegado de zapatos, generándose 3 % de unidades defectuosas e incurrir en un costo total de S/. 5,474.37 anual por mantenimiento correctivo, costos de reproceso y costo de oportunidad. (Ver pág. 192-193)
- Falta de estandarización de procesos, ya que se trabaja con un sistema de trabajo basado en la experiencia y la alta gerencia carece de conocimiento sobre estandarización, generado un 3% de productos defectuosos por mal doblado de caña dentro del lote de producción y un costo perdido de S/. 947.80 anuales por reproceso y costo de oportunidad. (Ver pág. 193-194).
- Falta de un registro de proveedores, lo cual ocasiona que haya una demora de 4 días adicionales en el abastecimiento de algunos insumos como por ejemplo las

cajas de zapato que tienen distinto diseño según la marca que se fabricó, generando así un costo extra de mano de obra por espera de S/. 1,568.00 anuales. (Ver pág. 195)

- Falta de orden y limpieza dentro de la línea de producción trae como consecuencia obtener 2% de calzado con defectos; como suciedad y salpicaduras de pegamento, lo cual ocasiona un costo de S/. 1,026.19 anual por reproceso y S/. 1,733.76 anuales por costo de oportunidad. (Ver pág. 195)
- Falta de indicadores de Calidad, ya que no existe una persona capacitada para supervisar la calidad del calzado, ocasionando así un 20% de productos defectuosos, y un costo perdido de reproceso de S/. 3,412.81 anual. Así mismo se incurre en un costo de oportunidad perdido de S/. 14,303.52 anual. (Ver pág. 196)

C. Identificación del problema e indicadores actuales

En la página N° 104, se muestran las causas anteriormente mencionadas, mediante un diagrama de Ishikawa.

Por otro lado, líneas abajo se presenta un cuadro resumen, el cual detalla cada una de las causas, y las evidencias que se van a emplear para el diagnóstico de cada una de éstas. (Cuadro N° 01)

Cuadro N° 01: Cuadro resumen de causas y evidencias usadas en el área de Calidad

Aspecto	Causa	Evidencia
Mano de Obra	Falta de capacitación	Ficha de observaciones de lote
		Entrevista
		Encuesta
Material	Ausencia de control de Calidad de materia prima	Entrevista
		Registro de material desechado
		Ficha de observaciones de lote
Maquinaria	Falta de un mantenimiento preventivo - predictivo	Registro de mantenimiento de maquinaria
		Ficha de observaciones de lote
		Entrevista
Métodos	Falta de estándares de procesos	Ficha de observaciones de lote
		Entrevista
	Ausencia de un registro de proveedores	Entrevista

Medición	Falta de indicadores de calidad	Entrevista
		Correo electrónico
Medio Ambiente	Falta de orden y limpieza	Ficha de observaciones de lote
		Entrevista
		Fotos

Fuente: Elaboración Propia

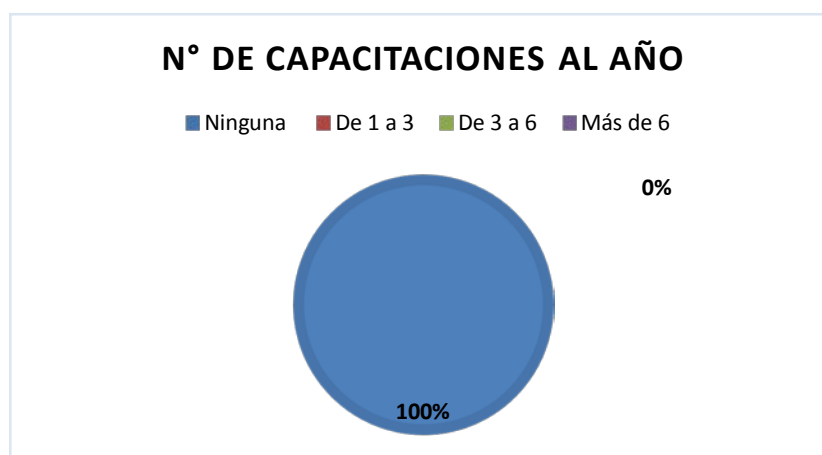
B.1 Mano de Obra

En la empresa, actualmente, el área de Producción cuenta con trece (13) colaboradores para realizar las operaciones del proceso productivo del modelo Botín VR 037- CAMEL; teniendo así, tres (03) costureros, cuatro (04) habilitadores, cuatro (04) armadores, un (01) encargado de limpieza y revisión inicial del botín, un (01) empacador e inspector de P.T.

Falta de Capacitación

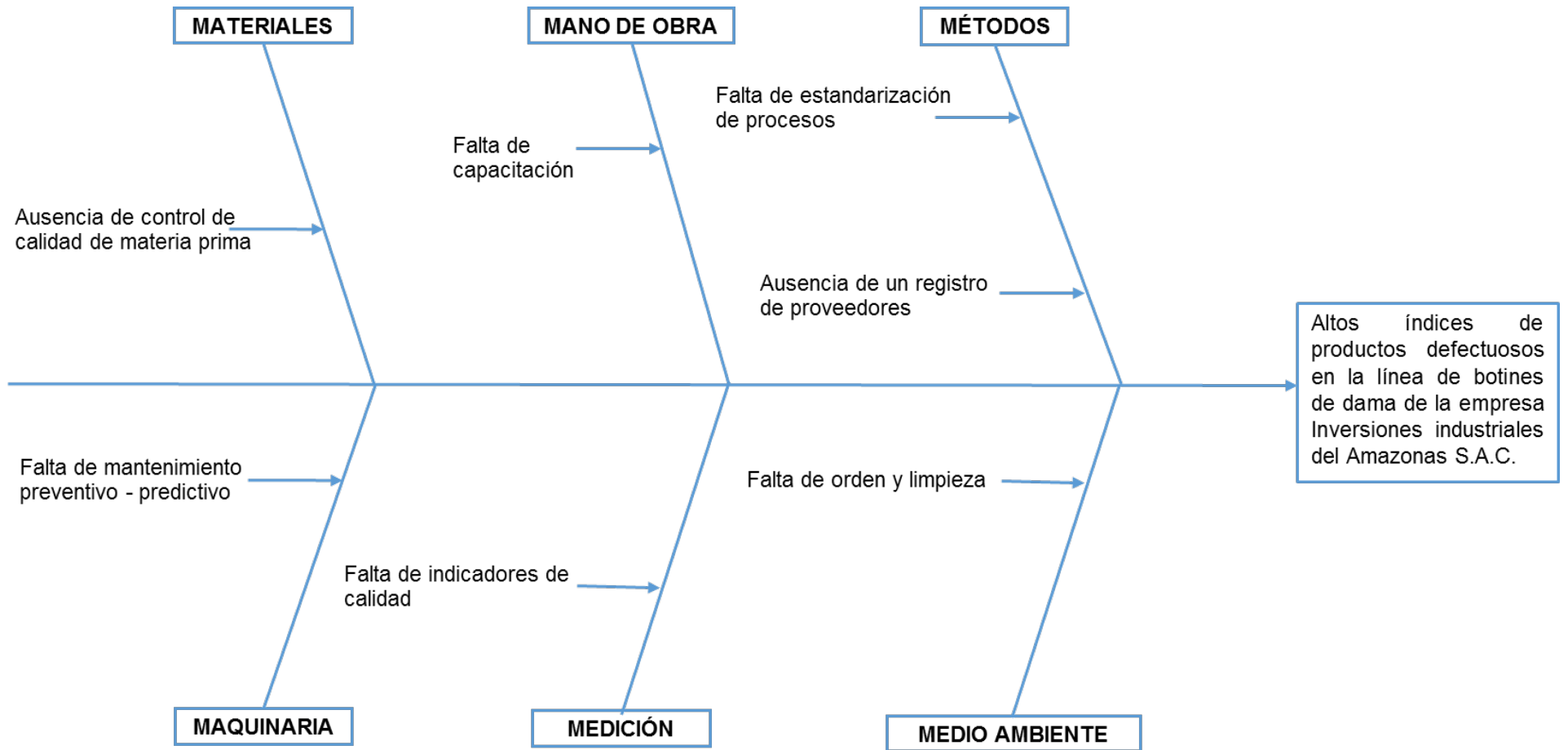
En la empresa en estudio, los trabajadores no cuentan con una capacitación para el desarrollo adecuado de sus actividades, por ende se genera errores en la producción y calidad del calzado, lo cual se evidencia a través de la obtención de pares defectuosos y empleo de reprocesos; en este sentido, como parte del estudio se realizó una encuesta (Ver Anexo N° 09) de diez (10) preguntas, con el propósito de conocer a través de los operarios sobre algunos puntos relacionados al tema de las capacitaciones. A continuación, se muestran el resultado de la pregunta N° 09. Ver Gráfico N°03

Gráfico N° 03: Número de capacitaciones realizadas en los dos últimos años en la empresa Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C



Fuente: Elaboración Propia

Diagrama N° 17: Diagrama de Ishikawa del Área de Calidad



Fuente: Elaboración propia

Tal como se aprecia en la evidencia, los operarios durante todo el tiempo que vienen laborando ninguno de ellos han recibido algún tipo de capacitación, lo cual constituye un problema de suma importancia.

Asimismo, para complementar la evidencia anterior, se cuenta con una entrevista (Ver Anexo N°01) realizada a la Srta. Vanesa Valderrama Burgos, Gerente Comercial de la empresa, en la cual manifiesta que por ahora no se ha llevado a cabo ninguna capacitación formal, pero sí se ha planificado llevar a cabo algunas con el apoyo de la Supervisora de Producción, la cual ha sido contratada en el mes de marzo aproximadamente.

Todo ello conlleva a que se generen productos defectuosos, al término del lote, es lo dicho por Katia Luján, supervisora de Producción.

Para corroborar lo dicho anteriormente, la supervisora de producción nos proporcionó dos Fichas de observaciones al término de lote del modelo VR 037-CAMEL (Ver anexo N° 04), en el cual se especifica que el mal pegado de cierre, se produjo por un deficiente manejo de la máquina aplicadora de pegamento para cierre.

Haciendo uso de las dos fichas mostradas en el (Anexo N° 04), elaboramos una tabla resumen como se muestra a continuación. (Ver Tabla N°09)

Tabla N° 09: Resumen de fichas de observaciones al término de lote

CAUSAS	N° DE PARES DEFECTUOSOS
Mal doblado de borde de caña	3
Mal pegado de cierre	8
Pérdida de color de planta o plantas teñidas	7
Doble punto de cosido en laterales	4
Zapatos con salpicaduras de pegamento	2

Fuente: Elaboración Propia

La tabla N° 09, muestra que el número de pares defectuosos ocasionados por un mal manejo de la máquina en mención es de ocho (08) pares.

Por otro lado, debido a esta causa, la empresa incurre en costos innecesarios que perjudican a la rentabilidad del negocio. Dichos costos se detallan a continuación:

- **Costos de reproceso anual: S/. 888.69**
- **Costo de oportunidad anual: S/ 5,201.28**
- **Costo total anual: S/. 6,089.97**

C.2 Materiales

Con respecto a los materiales que usa la empresa en estudio dentro de su proceso productivo, se tiene materiales directos como el cuero (importado o nacional), plantillas, falsas, hebillas, forro, cierre, planta, carriles y termoplast (punta y talón) y dentro de sus materiales indirectos tiene distintos pegamentos, limpiadores, etiquetas y empaques que forman parte del producto final. Cabe mencionar que uno de los más importantes materiales que define la calidad del botín es el cuero nacional o importado que se usa.

Ausencia de control de calidad de materia prima

Al analizar la situación actual de la empresa con respecto a la calidad de la materia prima e insumos que usa dentro de la elaboración del botín en estudio, se encontró como principal problema la calidad de las plantas que se emplea.

Lo dicho anteriormente se evidencia mediante la “Ficha de observaciones al término de lote”, mostrado en el Anexo N° 04, proporcionado por la Srta. Katia Luján, se puede observar que una de las causas de la obtención de productos no conformes es el que un botín tenga plantas teñidas o de un color distinto a las demás. Para ello se usó la Tabla N°10, “Resumen de fichas de observaciones al término de lote” que se muestra en la hoja siguiente, en donde aquella evidencia se muestra de color rojo aquella causa que genera mayor número de productos defectuosos.

En la tabla se muestra que a causa de la mala calidad de materia prima, se generan siete (07) pares defectuosos.

Para constatar la evidencia mencionada anteriormente, se realizó una entrevista a la Supervisora de Producción(Ver Anexo N° 03), donde dijo el problema de tener plantas defectuosas se debe a que la planta que usan es difícil de conseguir y esto implica que solo tengan que trabajar con un proveedor

lo cual ocasiona que del total de lote de plantas que compran el 6 o 7 % esté con problemas de color; en segundo lugar no existe una revisión del lote al recibirlo sino que se dan cuenta del problema ya cuando pasa por los hornos y llega al final de la línea. Además la supervisora nos proporcionó un formato llamado "Registro de material desechado" (Ver Anexo N° 05), en donde detalla que las plantas en mal estado son botadas.

Tabla N° 10: Resumen de fichas de observaciones al término, con respecto a la pérdida de color de planta

CAUSAS	N° DE PARES DEFECTUOSOS
Mal doblado de borde de caña	3
Mal pegado de cierre	8
Pérdida de color de planta o plantas teñidas	7
Doble punto de cosido en laterales	4
Zapatos con salpicaduras de pegamento	2

Fuente: Elaboración Propia

Para ello, la empresa debería realizar una mejor selección de proveedores para evitar tales problemas lo cual contribuiría en los costes de oportunidad, reducción de costos de reproceso y productos defectuosos.

A continuación se muestra los costos en los que se incurre la empresa por esta causa:

- **Costos de reproceso anual: S/ 2,097.95**
- **Costo de oportunidad anual: S/. 4,334.40**
- **Costo total anual: S/. 6,432.35**

C.3 Maquinaria

Con respecto a este criterio, la empresa en estudio cuenta con un total de trece (13) máquinas dentro de la línea de producción.

La maquinarias presentan una falta de mantenimiento preventivo-predictivo, lo que evidencia un descuido por parte de la gerencia. Ello, repercute en la

productividad, genera productos defectuosos, costos de mantenimiento de las máquinas, generando un exceso de costos para la empresa.

Falta de un mantenimiento preventivo-predictivo

Al analizar la situación actual de las máquinas empleadas en el proceso de producción del botín modelo VR 037-CAMEL, se evidencia que la empresa solo realiza un mantenimiento correctivo, es decir solo repara sus máquinas cuando surge algún defecto o problema inesperado. Como evidencia de ello, tenemos un Registro de mantenimiento de maquinaria, brindado por la Supervisora de Producción (Ver Anexo N°06), en donde se detalla que la maquinaria se repara cuando se presenta algún problema, lo cual genera un tiempo de paro; así mismo se puede observar que en las fechas de producción del modelo de botín en estudio, se malograron dos (02) veces la máquina de coser 1 (Ver Imagen N° 22) y una (01) vez la máquina de pegado (Ver Imagen N°23) – Boca de sapo.

Imagen N° 22: Máquina de coser N° 01



Fuente: Elaboración Propia

Imagen N° 23: Máquina Pegadora – Boca de sapo



Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, también se realizó una entrevista a la gerente comercial, Srta. Vanesa Valderrama Burgos (Ver Anexo N° 02), donde ella sostiene lo mostrado en la evidencia anterior, mencionando que no se realiza un mantenimiento preventivo a las máquinas, sino que se llama un técnico luego de haber detectado algún problema de una máquina, así mismo en la segunda entrevista que se le realizó (Ver Anexo N° 02), menciona que el costo de reparar la máquina de coser es de veinticinco (25) nuevos soles y la reparación de la máquina de pegado cuesta treinta y cinco (35) nuevos soles.

Lo descrito tanto en la entrevista como en el registro de mantenimiento de maquinaria se resume en la Tabla N° 09, mencionada hojas atrás.

Todo ello, genera paradas de producción, obtención de productos defectuosos, costos de reproceso y se incurre en un costo de oportunidad.

Para analizar los costos en los que se incurre, se hará en base a los productos no conformes generados por la falta de un mantenimiento preventivo-predictivo y para ello se hace uso de la “Ficha de observaciones al término de lote”, brindada por la Supervisora de Producción(Ver Anexo N° 04), el cual se resume en la siguiente Tabla N° 11 (mostrada en la siguiente página) donde de un color distinto a las demás se muestra el número de pares defectuosos originados por la falta de mantenimiento preventivo-predictivo de la maquinaria.

En la tabla en mención, se puede apreciar que se ha generado productos defectuosos por un mal cosido de laterales, ocasionados por la máquina de

coser que se malogró durante la producción, tal cual lo menciona en las observaciones del Anexo N° 04, mostrado en la siguiente página.

A continuación, se muestran los costos mensuales incurridos a causa de la falta de mantenimiento preventivo-predictivo.

- **Costo anual por reparación de maquinaria: S/. 1,020.00**
- **Costo anual de reproceso: S/. 119.27**
- **Costo anual de oportunidad: S/. 4,334.40**
- **Costo total anual: S/. 5,474.37**

Tabla N° 11: Resumen de fichas de observaciones al término, con respecto a doble punto de cosido

CAUSAS	N° DE PARES DEFECTUOSOS
Mal doblado de borde de caña	3
Mal pegado de cierre	8
Pérdida de color de planta o plantas teñidas	7
Doble punto de cosido en laterales	4
Zapatos con salpicaduras de pegamento	2

Fuente: (Inversiones Industriales del Amazonas.; 2016)

C.4 Métodos

Con respecto a los métodos de trabajos que la empresa realiza dentro de su proceso productivo, se evidencia la falta de un registro de proveedores y falta de estándares de procesos, lo cual contribuye a la productividad y calidad de los productos, puesto que éstos van a cumplir en mayor porcentaje con las especificaciones dadas por los clientes.

Falta de estándares de procesos

Actualmente, en la empresa se evidencia la inexistencia de métodos de trabajo en cada etapa de su línea de producción, puesto que cada uno trabaja de acuerdo a conocimiento, más no mediante criterios de estandarización; por lo cual se generan diversos errores en cuanto a la calidad del calzado, por lo que se incurre en pérdida de materiales, costos de reproceso y costos de

oportunidad. En este sentido, como evidencia de ello tenemos la entrevista realizada a la Supervisora de Producción, Katia Luján (Ver Anexo N° 03), en donde menciona que en la empresa no existe estándares de procesos y que cree que es muy importante ya que con esto se estarían reduciendo o evitando errores.

Lo dicho por Katia Luján, se refleja en la “Ficha de observaciones al término de lote” (Ver Anexo N° 04), donde se detecta que una de las causas de la obtención de tres (03) productos defectuosos es la del mal doblado del borde de la caña, para ser más precisos ello se debe a la falta de un estándar de medida en cuanto al doblado de la caña. Cabe mencionar que la ficha mostrada en el Anexo N° 04, se ha resumido de la siguiente manera (Ver Tabla N° 12), mostrando de distinto color la causa en cuanto a falta de estandarización de procesos

Ver Tabla N° 12: Resumen de fichas de observaciones al término, con respecto a mal doblado de borde caña

CAUSAS	N° DE PARES DEFECTUOSOS
Mal doblado de borde de caña	3
Mal pegado de cierre	8
Pérdida de color de planta o plantas teñidas	7
Doble punto de cosido en laterales	4
Zapatos con salpicaduras de pegamento	2

Fuente: (Inversiones Industriales del Amazonas.; 2016)

La tabla anterior, muestra que el número de productos defectuosos generados por esta causa son de tres (03) pares, por los cuales se incurren en los siguientes costos:

- **Costo anual de reproceso: S/. 80.92**
- **Costo anual de oportunidad: S/. 866.88**
- **Costo total anual: S/. 947.80**

Ausencia de un registro de proveedores

Al analizar la situación actual de la empresa y mediante las conversaciones con la encargada de la Supervisión de Producción, se pudo notar una carencia de un registro de proveedores que puedan cumplir con requisitos importantes para proveerlos de materiales de calidad, lo cual va a contribuir de manera positiva a la mejora de la productividad y a la entrega a tiempo el pedido.

Este problema se constató mediante la evidencia que obtuvimos en cuanto a ello, por ejemplo se realizó una entrevista a la gerente comercial Vanesa Valderrama (Ver Anexo N° 02), en donde ella mencionó que efectivamente, no cuenta con un registro calificado de proveedores, sino que ella busca el mejor precio del momento o el proveedor que ese momento cuente con stock de materiales que necesita, también manifestó que en el modelo que estamos trabajando se generó un problema en cuanto a la disponibilidad de cajas de botines, estos llegaron siete (07) días después de emitir la orden de compra.

Todo ello origina que se incurran en los siguientes costos

- **Costo anual de Mano de obra ociosa: S/. 1,568.00**
- **Costo total anual: S/.1,568.00**

C.5 Medición

Con respecto al criterio de medición, que se debe realizar dentro del proceso productivo y en cuanto a la calidad del producto terminado, la empresa no maneja ningún tipo de indicador, pero la encargada de la Supervisión de Producción es la que se está encargando de alinear estas deficiencias encontradas.

Falta de indicadores de calidad

La empresa actualmente no cuenta con indicadores de medición de Calidad tanto del proceso como del producto, lo cual ocasiona variabilidad en cuanto a especificaciones del producto, como evidencia de ello se tiene la entrevista realizada a la Supervisora de Producción (Ver Anexo N° 03), en la cual manifiesta que no cuenta con manejo de indicadores de Calidad, así mismo menciona que debido a ello la empresa incurre en costos de reprocesos por devoluciones si es que más del 20% del lote está fallado, el cual demoran a lo mucho un día en entregar nuevamente el lote, costos de mano de obra, material y finalmente transporte porque eso va por cuenta de la empresa.

Para corroborar lo dicho anteriormente se nos proporcionó una foto de un correo recibido sobre la realización de la devolución del lote (Ver Imagen N° 24).

Por todo ello la empresa, incurre en los siguientes costos debido a la falta de indicadores de Calidad:

- **Costo anual de reproceso: S/. 3,412.81**
- **Costo anual de oportunidad: S/. 14,303.52**
- **Costo total anual: S/. 17,716.33**

Imagen N° 24: Correo de devolución de lote para arreglo



Fuente: (Inversiones Industriales del Amazonas, 2016)

C.6 Medio Ambiente

En cuanto al medio ambiente de la empresa, esta desarrolla sus actividades en un ambiente no muy ordenado ni limpio como se puede evidenciar en la Imagen N° 25.

Imagen N° 25: Falta de orden y limpieza en la etapa de Marcado de planta con cuerpo, empaste y cardado



Fuente: Elaboración Propia

Este problema ocasiona un producto de mala calidad, puesto que puede ir con algún tipo de suciedad u otro defecto, por lo que se incurre en un costo de reproceso y costo de oportunidad

Falta de orden y limpieza

Al analizar la situación de la empresa en estudio, mediante la observación se pudo notar la ausencia de cultura de 5'S, ya que cada quien dejaba sus herramientas en donde sea y al final del día nadie limpiaba su puesto de trabajo. Esta causa genera para la empresa problemas en cuanto a calidad de producto, incurrir en tiempos adicionales de búsqueda de materiales, costos de reprocesos y costos de oportunidad.

Mediante la entrevista realizada a la Supervisora de Producción (Ver Anexo N° 03), Katia Luján, ella menciona que si existe un problema en cuanto a orden y limpieza de las áreas de trabajo y que esto se da sobre todo por falta de conciencia y hábitos por parte de los colaboradores. Esto ocasiona que principalmente en el área de marcado de planta con cuerpo, empaste y cardado, se generen graves daños en los pares de botines ya que al no tener un criterio de orden y limpieza se generan productos defectuosos, que implican una nueva producción de esos pares dañados.

Tal como se muestra en el Anexo N° 04, referido a la "Ficha de observación al término de lote" el problema generado por esta causa son las salpicaduras de pegamento. (Ver Tabla N° 13)

Tabla N° 13: Resumen de fichas de observaciones al término, con respecto a salpicaduras de pegamento

CAUSAS	N° DE PARES DEFECTUOSOS
Mal doblado de borde de caña	3
Mal pegado de cierre	8
Pérdida de color de planta o plantas teñidas	7
Doble punto de cosido en laterales	4
Zapatos con salpicaduras de pegamento	2

Fuente: (Inversiones Industriales del Amazonas.; 2016)

Como se muestra en la tabla anterior el número de pares defectuosos ocasionados por esta causa son de dos (02) pares, los cuales se tendrán que elaborar nuevamente porque como bien lo dice Katia Luján en la entrevista realizada, el pegamento pegado en el cuero ya es anti estético tratar de sacarlo puesto que se queda manchado o pelado el cuero.

Todo ello ocasiona costos como los que se muestran a continuación:

- **Costo anual de reproceso: S/. 1,026.19**
- **Costo anual de oportunidad: S/. 1,733.76**
- **Costo total anual: S/. 2,759.95**

En resumen, por todas las causas, anteriormente mencionadas, se presenta un cuadro resumen con todos los costos anuales incurridos. Ver Tabla N°14, mostrada en la siguiente hoja.

Luego de haber identificado y valorizar monetariamente las causas raíces que ocasiona el alto índice de productos defectuosos, se procede a realizar una pregunta a las personas encargadas de supervisar el proceso productivo y la calidad del producto final (Ver Anexo 22 – 25), con la finalidad de valorar en una escala del 1 al 4 cada una de las causas raíces y poder elegir las causas a mejorar mediante una matriz de priorización. A continuación, se muestra la matriz de priorización obtenida del resultado de las encuestas. (Ver página siguiente).

Tabla N° 14: Resumen de costos del Área de Calidad

Aspecto	Causa	Costos Anuales
Mano de Obra	Falta de capacitación	S/. 6,089.97
Material	Ausencia de control de calidad de materia prima	S/. 6,432.35
Maquinaria	Falta de un mantenimiento preventivo - predictivo	S/. 5,474.37
Métodos	Falta de estándares de procesos	S/. 947.80
	Ausencia de un registro de proveedores	S/. 1,568.00
Medición	Falta de indicadores de calidad	S/. 17,716.33
Medio Ambiente	Falta de orden y limpieza	S/. 2,759.95
COSTO TOTAL ANUAL		S/. 40,988.77

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la matriz de priorización, para las personas encargadas de asegurar la adecuada producción y calidad del calzado, las causas raíces de mayor importancia para la mejora de calidad del calzado y reducción de productos defectuosos son; “La falta de indicadores de calidad” y “La baja calidad de materia prima”, obteniendo un puntaje de 16 y 15 respectivamente.

Posteriormente se realizó un Diagrama de Pareto con la valorización monetaria de las causas, para de esta forma determinar las 2 causas que se desarrollará para poder reducir los productos defectuosos en la línea de producción. (Ver pág.118)

Finalmente, luego de haber analizado la matriz de priorización y el diagrama de Pareto, se determinó que las dos causas a desarrollar serán; “La falta de indicadores de calidad” y “Ausencia de control de calidad de materia prima”. Para ello iniciar con el desarrollo de la mejora de las dos causas raíces mencionadas anteriormente, se realizó una matriz de indicadores, la cual se muestra en la página 119.

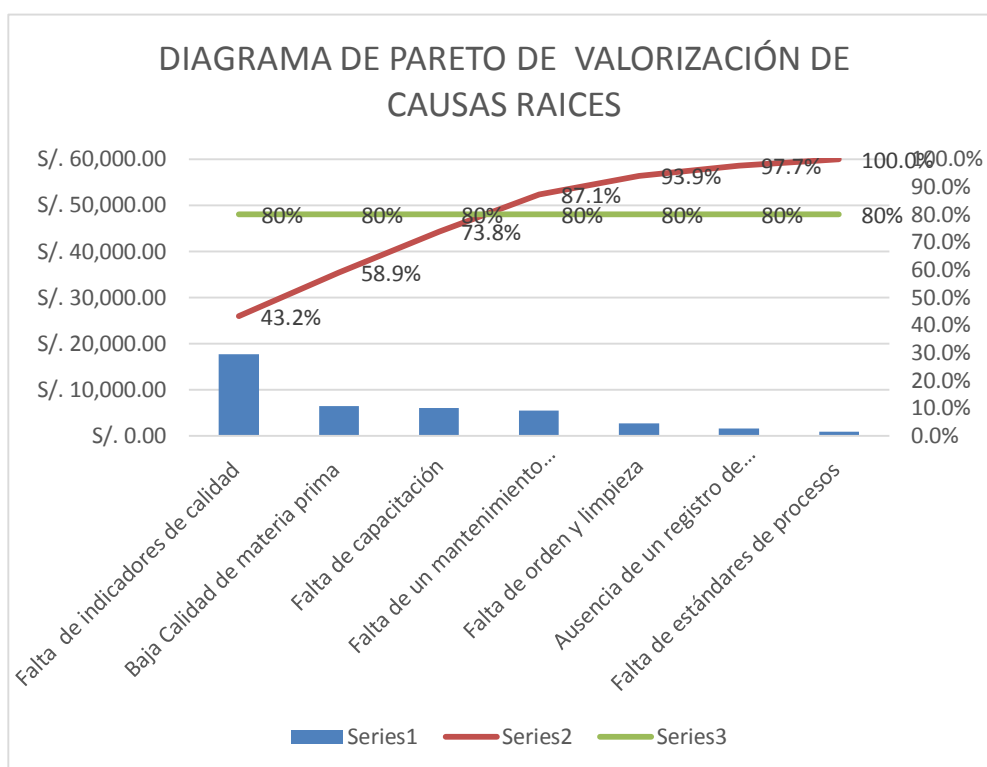
Tabla N° 15: Matriz de priorización de causas raíces

MATRIZ DE PRIORIZACION DE CAUSAS RAICES PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL CALZADO								
CAUSAS RAICES PERSONAL	Falta de capacitación	Ausencias continuas	Baja Calidad de materia prima	Falta de un mantenimiento preventivo -	Falta de estándares de procesos	Ausencia de un registro de proveedores	Falta de indicadores de calidad	Falta de orden y limpieza
GERENTE COMERCIAL (Vanessa Valderrama)	3	2	4	2	2	2	4	2
SUPERVISORA DE PRODUCCIÓN (Katia Luján)	3	1	4	2	3	2	4	2
ENCARGADA LOGÍSTICA (Rosa Sanchez)	3	1	3	1	2	4	4	1
SUPERVISORA DE CALIDAD (Liliana Guzman)	3	1	4	2	2	3	4	1
PUNTAJE OBTENIDO	12	5	15	7	9	11	16	6

Fuente: Elaboración Propia

CAUSAS	COSTOS ANUALES	F. RELAT.	F. ABS.	
Falta de indicadores de calidad	S/. 17,716.33	43%	43.2%	80%
Ausencia de control de calidad de materia prima	S/. 6,432.35	16%	58.9%	80%
Falta de capacitación	S/. 6,089.97	15%	73.8%	80%
Falta de un mantenimiento preventivo - predictivo	S/. 5,474.37	13%	87.1%	80%
Falta de orden y limpieza	S/. 2,759.95	7%	93.9%	80%
Ausencia de un registro de proveedores	S/. 1,568.00	4%	97.7%	80%
Falta de estándares de procesos	S/. 947.80	2%	100.0%	80%
COSTO TOTAL ANUAL	S/. 40,988.77			

Diagrama N° 18: Diagrama de Pareto de Valorización de causas raíces



Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 02: Matriz de Indicadores

CAUSA RAÍZ	INDICADOR	FÓRMULA	ACTUAL	META	HERRAMIENTA
Ausencia de control de calidad de materia prima	<ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de materiales defectuosos - Variación del índice de materiales defectuosos 	<ul style="list-style-type: none"> - $AQL = \%MD = \frac{N^{\circ}MD}{Total\ del\ lote} \times 100$ - $\Delta MD = \frac{MD_2 - MD_1}{MD_2} \times 100$ - LEYENDA: - MD: Materiales defectuosos 	<p>Actualmente la empresa cuenta con 5.8% de materiales defectuosos, como se puede calcular a continuación</p> $AQL = \% MD = \frac{28}{480} \times 100 = 5.8\%$	<ul style="list-style-type: none"> - Reducir el índice de materiales defectuosos en un 70% 	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de Muestreo de Aceptación - Formato de selección y evaluación de proveedores. - Brainstorming - Flujograma
Falta de indicadores de calidad	<ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de productos no conformes - Variación de productos no conformes mensuales 	<ul style="list-style-type: none"> - $\% PNC = \frac{Vol.\ de\ PNC}{Vol.\ de\ PT} \times 100$ - $\Delta PNC = \frac{Vol.PNC_2 - Vol.PNC_1}{Vol.PNC_2} \times 100$ - LEYENDA: - PNC: Productos no conformes - PT: Producción Total 	<p>Actualmente la empresa cuenta con 20% de productos defectuosos ya que se obtienen 24 pares de zapatos defectuosos en un lote de 120 pares de zapatos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reducir el índice de productos no conformes a 10% 	<ul style="list-style-type: none"> - Cartas de Control - Hojas de verificación - Plan de capacitación - Descripción y análisis de puestos de trabajo. - Evaluación de desempeño - KPI's

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 4

SOLUCIÓN PROPUESTA

4.1 Desarrollo

A. Falta de Indicadores de Calidad.

Mediante el diagnóstico realizado, se detectó de acuerdo al criterio de medición, que una de las causas que origina el problema en estudio, es la falta de indicadores de Calidad, para lo cual se va a aplicar la metodología llamada, Control Estadístico de Calidad, dentro de la cual vamos a aplicar Cartas de Control, que se desarrollará de la siguiente manera. Ver Diagrama N° 19.

PASO 01: Diagnóstico preliminar, mediante Cartas de Control

Según Gutiérrez, H. y De la Vara, R (2009), el objetivo básico de una carta de control es observar y analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo. Así, es posible distinguir entre variaciones por causas comunes y especiales, lo que ayudará a caracterizar el funcionamiento del proceso y decidir las mejores acciones de control y de mejora.

Por ello, a continuación, se muestra mediante el Diagrama N° 20 la secuencia que se seguirá para este primer paso,

De acuerdo al Diagrama N° 20, se procederá a desarrollar las cartas de control.

1° Problemática

La problemática encontrada en la empresa en estudio, es que hay un alto índice de productos defectuosos, para lo cual se va a disminuir mediante el análisis y mejora de las cartas de control.

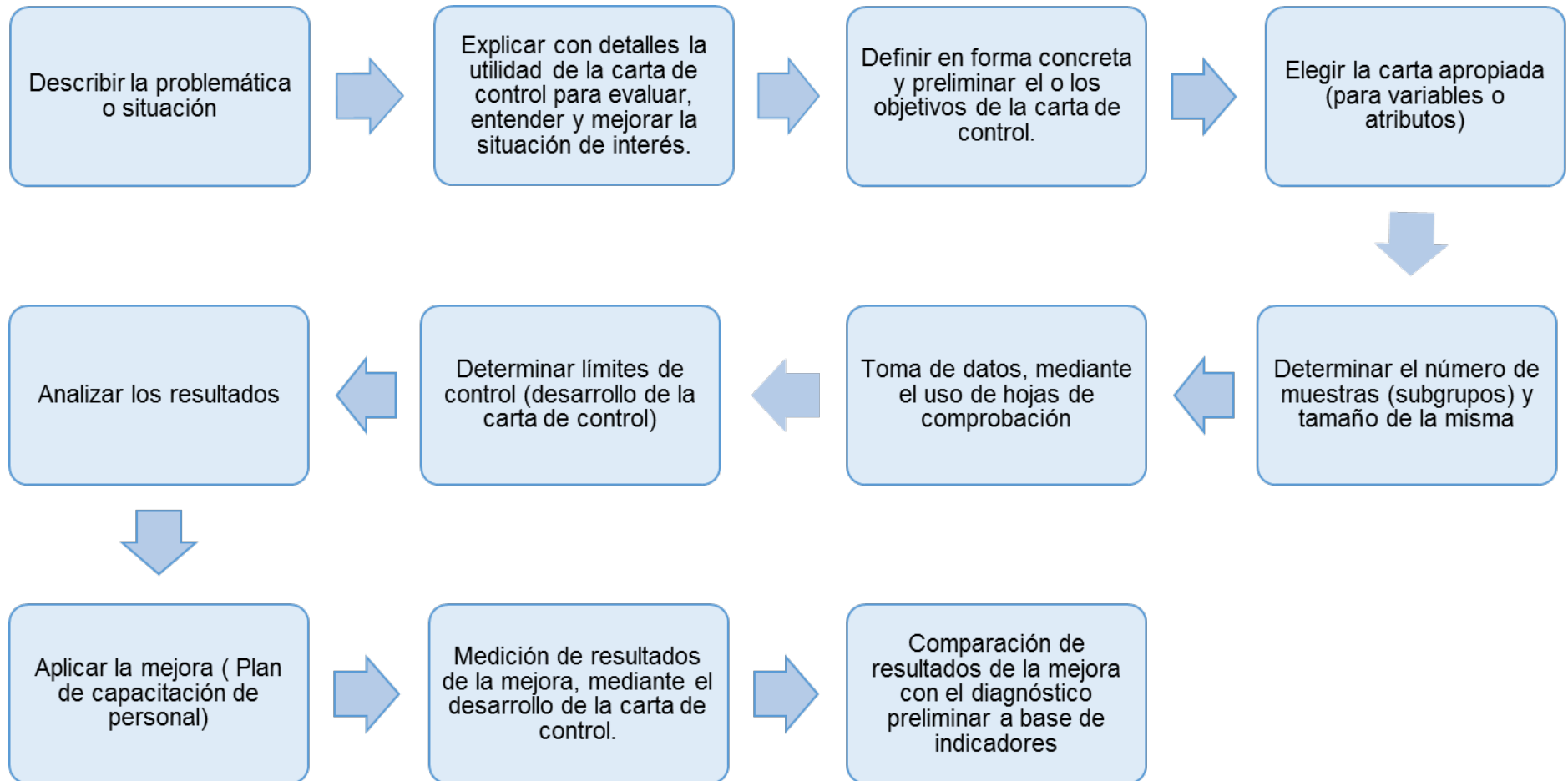
2° Utilidad de las cartas de control:

De acuerdo a la problemática encontrada, las cartas de control van a ser de gran ayuda puesto que se va a poner analizar a que se debe esta problemática y se va a poder ajustar de tal manera que se mejore el problema encontrado

3° Objetivos de la carta de control:

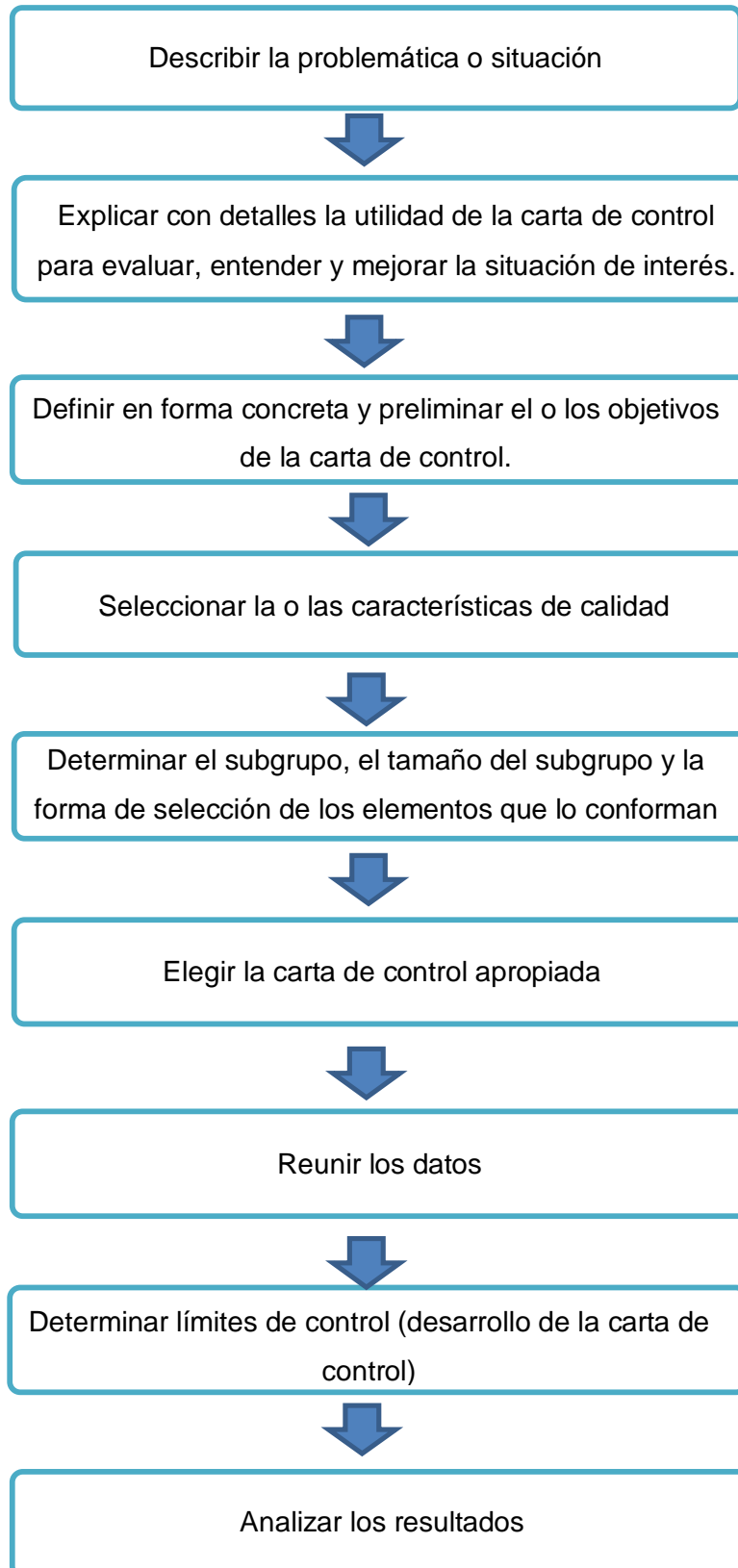
- Tener un enfoque sobre el estado del proceso en cuanto a Calidad.

Diagrama N° 19: Secuencia de pasos para establecer indicadores de Calidad



Fuente: Elaboración Propia

Diagrama N° 20: Pasos para la aplicación de Cartas de Control



Fuente: (Gutiérrez, H. y De la Vara, R.; 2009)

- Se va a poder establecer indicadores de calidad y para poder mantenerlos o mejorarlos.

4° Característica de Calidad a analizar:

Productos defectuosos

5° Determinar el subgrupo, el tamaño del subgrupo y la forma de selección de los elementos que lo conforman:

Para determinar el número de subgrupos o muestras, nos basaremos en las horas que se emplean para terminar el lote de 120 pares del botín modelo VR 037-CAMEL, que vienen a ser 34 horas, así mismo para determinar la forma en que se van a extraer las muestras, utilizaremos el Método al instante, que consiste en obtener la muestra en un intervalo de tiempo determinado y para este caso se hará cada 1 hora, por lo cual el tamaño de la muestra es variable, puesto que en algunas horas se obtienen 03 pares y en otras 04.

6° Elegir la carta de control apropiada

De acuerdo a la característica de Calidad a analizar y al tamaño de la muestra, que en este caso es variable, la carta más apropiada es la Carta de Control P.

7° Reunir los datos

Para reunir los datos o muestras se van a utilizar Hojas de Comprobación (Ver Imagen N° 26), las cuales permiten obtener de los datos de manera ordenada y confiable para controlar el proceso y resolver problemas.

8° Determinar los límites de control.

A continuación, con la obtención de datos se procede a obtener los límites y graficas de control (Ver Tabla N° 16 y Gráfico N° 04), mediante las siguientes fórmulas.

$$LCS_p = P_{\text{barra}} + Z * \sqrt{\frac{P_{\text{barra}}(1 - P_{\text{barra}})}{n}}$$

$$LC_p = P_{\text{barra}}$$

$$LCI_p = P_{\text{barra}} - Z * \sqrt{\frac{P_{\text{barra}}(1 - P_{\text{barra}})}{n}}$$

Imagen N° 26: Formato de Hojas de Comprobación para recopilación de datos

HOJA DE COMPROBACIÓN N° <u>01</u>		
Lote:	VR 037- CAMEL	Hora: 9:00 a.m
Tamaño de la muestra:	8	
Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña		
Mal pegado de cierre		
Pérdida de color de planta o plantas teñidas		
Doble punto de cocido en laterales		
Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		0

Fuente: (Besterfield, D., 2009)

9° Análisis de resultados

Luego de haber obtenido las gráficas de control se procede a analizar las causas asignables que se muestran en ella.

Como podemos corroborar con la Gráfica N° 04, se presentan dos causas asignables, las cuales, al analizar el porqué de ellas mediante las hojas de comprobación, podemos darnos cuenta que la mayoría de botines defectuosos se debe al “Mal pegado de cierre”, para lo cual posteriormente se va a implementar un Plan de capacitación en la etapa en la que se realiza este proceso

Por otro lado, como se trata de Cartas de Control por Atributos, según Escalante (2005), para el caso de las gráficas de control de atributos no se acostumbra aplicar los índices de capacidad, aunque se conocen la siguiente expresión, $P: (1-P) * 100\%$, como una manera informal de “calcular” la capacidad.

Entonces, el índice de capacidad se calcularía de la siguiente manera.

$$Pp.= (1 - 0.2) * 100\%$$

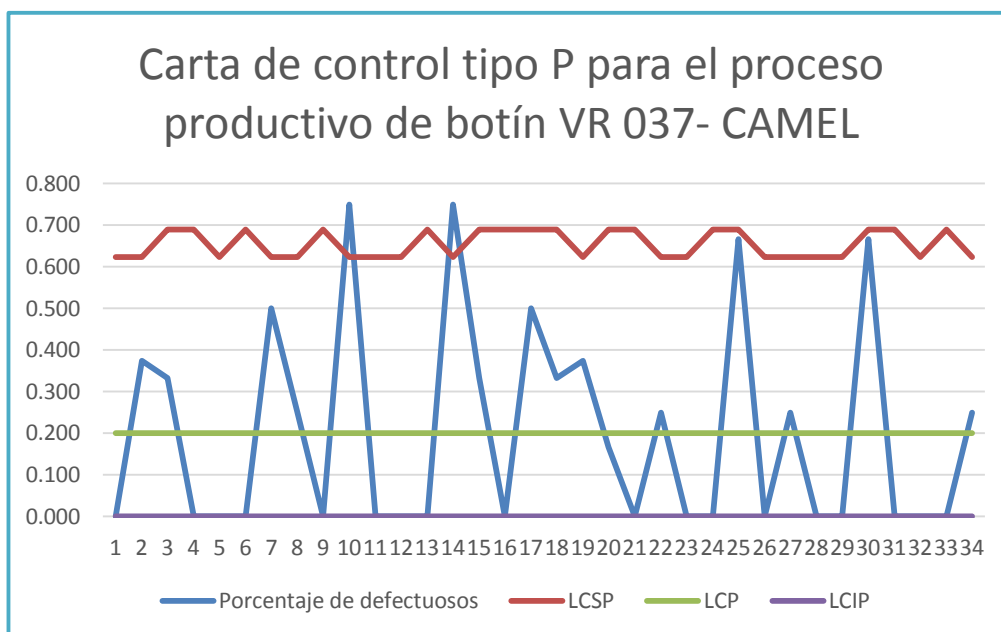
$$Pp.= 80\%$$

Tabla N° 16: Carta de Control P preliminar del Proceso Productivo del botín VR 037-CAMEL

N° Muestra (x hora)	Tamaño de la muestra (und)	N° de zapatos defectuosos (und)	Porcentaje de defectuosos	LCS _P	LC _P	LCI _P	LCI _P
1	8	0	0.000	0.624	0.200	-0.224	0
2	8	3	0.375	0.624	0.200	-0.083	0
3	6	2	0.333	0.690	0.200	-0.127	0
4	6	0	0.000	0.690	0.200	-0.127	0
5	8	0	0.000	0.624	0.200	-0.083	0
6	6	0	0.000	0.690	0.200	-0.127	0
7	8	4	0.500	0.624	0.200	-0.083	0
8	8	2	0.250	0.624	0.200	-0.083	0
9	6	0	0.000	0.690	0.200	-0.127	0
10	8	6	0.750	0.624	0.200	-0.083	0
11	8	0	0.000	0.624	0.200	-0.083	0
12	8	0	0.000	0.624	0.200	-0.083	0
13	6	0	0.000	0.690	0.200	-0.127	0
14	8	6	0.750	0.624	0.200	-0.083	0
15	6	2	0.333	0.690	0.200	-0.127	0
16	6	0	0.000	0.690	0.200	-0.127	0
17	6	3	0.500	0.690	0.200	-0.127	0
18	6	2	0.333	0.690	0.200	-0.127	0
19	8	3	0.375	0.624	0.200	-0.083	0
20	6	1	0.167	0.690	0.200	-0.127	0
21	6	0	0.000	0.690	0.200	-0.127	0
22	8	2	0.250	0.624	0.200	-0.083	0
23	8	0	0.000	0.624	0.200	-0.083	0
24	6	0	0.000	0.690	0.200	-0.127	0
25	6	4	0.667	0.690	0.200	-0.127	0
26	8	0	0.000	0.624	0.200	-0.083	0
27	8	2	0.250	0.624	0.200	-0.083	0
28	8	0	0.000	0.624	0.200	-0.083	0
29	8	0	0.000	0.624	0.200	-0.083	0
30	6	4	0.667	0.690	0.200	-0.127	0
31	6	0	0.000	0.690	0.200	-0.127	0
32	8	0	0.000	0.624	0.200	-0.083	0
33	6	0	0.000	0.690	0.200	-0.127	0
34	8	2	0.250	0.624	0.200	-0.083	0
Total	240	48					

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 04: Gráfica de la Carta de Control tipo P para el Proceso productivo del botón VR 037 - CAMEL



Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN DE LA GRÁFICA DE CONTROL: El proceso productivo del botón VR 037- CAMEL no es estable y no está bajo control estadístico, porque la carta P presenta causas asignables en la muestra número 10 y 14, además tiene un índice de inestabilidad del 6%.

PASO 02: Aplicación de mejora para la reducción o eliminación de causas asignables

Como consecuencia de obtener causas asignables dentro de la gráfica de control y al analizar las hojas de comprobación usadas para la toma de datos se pudo obtener el siguiente cuadro resumen, donde se detalla las causas de obtener productos defectuosos y el número obtenido (productos defectuosos) a causa de éstas. (Ver Cuadro N° 03)

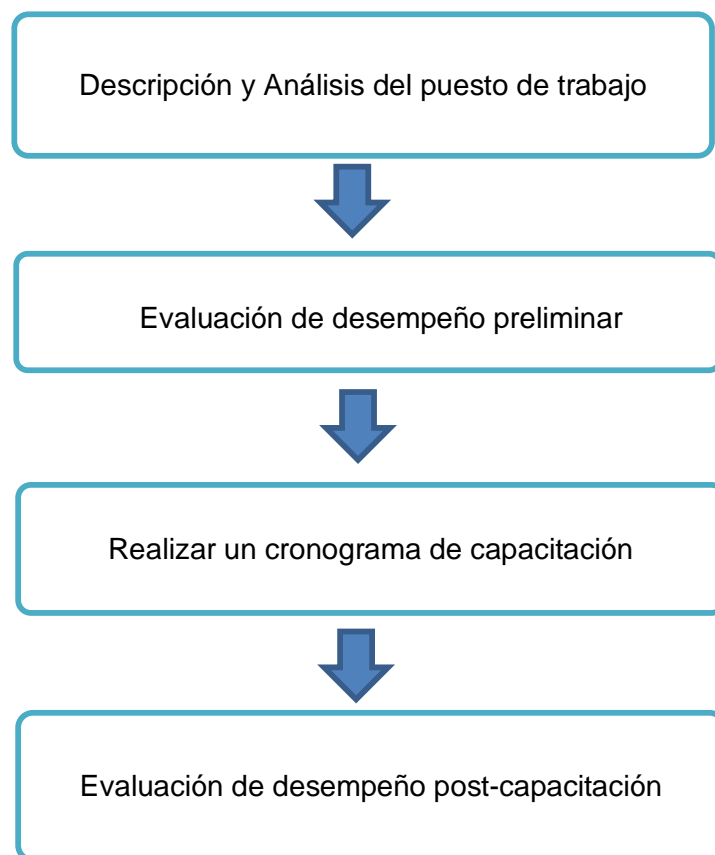
Como se puede evidenciar en el Cuadro N°03, el mayor número de productos defectuosos se debe al “Mal pegado de cierre”, tarea realizada por el Habilitador 03 y esto se ocurre por la falta de capacitación como se puede evidenciar en el Anexo N° 04, el cual fue proporcionado por la Supervisora de Producción. Para ello se va a implementar un plan de capacitación, con la finalidad de mejorar los indicadores obtenidos y la secuencia de desarrollo de tal implementación se muestra en el Diagrama N° 21, que se muestra en la página siguiente.

Cuadro N° 03: Resumen de causas y cantidad de productos defectuosos originados

CAUSAS	CANTIDAD (PARES)
Mal doblado de borde de caña	3
Mal pegado de cierre	8
Pérdida de color de planta o plantas teñidas	7
Doble punto de cocido en laterales	4
Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta	2

Fuente: Elaboración Propia

Diagrama N° 21: Secuencia de desarrollo de la implementación de Plan de Capacitación en el Habilitado N° 03



Fuente: Elaboración Propia

Luego de conocer la secuencia a seguir para la implementación de un Plan de Capacitación se procederá al desarrollo de éste.

1° Descripción y Análisis del puesto de trabajo

Para esta primera etapa de la aplicación de la mejora, se va recopilar la información necesaria para la descripción del puesto (Habilitador 03), mediante el método de la entrevista (Ver Imagen N° 27), la cual se muestra en a continuación.

Imagen N° 27: Entrevista a la Supervisora de Producción para establecer el Perfil del Puesto en el Habilitado 03

ENTREVISTA N° 06

1. ¿Cuál es la función que usted desempeña dentro del proceso de producción?

Yo me encargo de pegar las partes que quedaron sueltas en las etapas anteriores, hago el pegado del cierre y tapacierre y se hace el corte de rebabas.

2. ¿Qué conocimientos debe poseer para desarrollar apropiadamente sus funciones?

Conocer cada parte del zapato, la posición en la que va.

3. ¿Qué habilidades debe poseer para desarrollar apropiadamente sus funciones?

Tienes que tener precisión al pegar, ser derecho, también saber a qué altura de la máquina vas a poner el zapato para pegar el cierre

4. ¿Qué equipo manejará como parte de sus actividades?

Yo uso la máquina que aplica pegamento y lo fija al zapato

Fuente: Elaboración Propia

Luego de haber aplicado la entrevista al ocupante del puesto en estudio, se procederá a diseñar una ficha para el perfil del puesto, la cual va a contener los conocimientos, habilidades, cualidades, actitudes y comportamientos que éste debe tener. Ver Imagen N° 28

Imagen N° 28: Ficha para el perfil del puesto del Habilitador 03

FICHA PARA APT	
Nombre del puesto de trabajo:	Habilitador 03
OBJETIVO DEL PUESTO DE TRABAJO	
El puesto de trabajo, donde labora el habilitador 03, tiene como finalidad, entregar a la siguiente etapa todas las partes del zapato unidas de manera correcta (todas las partes deben estar derechas)	
FUNCIONES	
<ul style="list-style-type: none"> - Unir y pegar todas las partes que quedaron sueltas de las etapas anteriores - Entregar el producto unido a la etapa de cosido 03 	
PERFIL DEL PUESTO	
Nivel de instrucción:	Secundaria
Experiencia:	Haber trabajado mínimo 1 año en el rubro del calzado
Conocimientos Técnicos:	Manejo de maquinaria de pegado y fijado de calzado
Competencias:	Concentración visual necesaria, Capacidad de adaptación al cambio, Tener habilidades de precisión

Fuente: Elaboración Propia

2° Evaluación del desempeño

En esta segunda etapa de implementación de mejora, se va a realizar la evaluación de desempeño del ocupante del puesto en estudio, para evaluar en qué medida los conocimientos, habilidades, comportamientos, es decir, las competencias de sus colaboradores, aportan a los objetivos de su empresa.

Para ello, se hará la recogida de información a través del “Método de escalas de gráficas”, para lo cual se elaboró un formulario de evaluación de desempeño, el cual será llenado por la Supervisora de Producción como se muestra en la Imagen N° 29. La calificación se dará de acuerdo a los criterios:

- 5: Supera las expectativas
- 4: Cumple las expectativas
- 3: Cumple la mayoría de las expectativas
- 2: Cumple parcialmente las expectativas
- 1: No cumple las expectativas

Finalmente, luego de aplicar el formulario y analizar los resultados del mismo, se puede concluir que el habilitador tiene un desempeño de 60%, por lo cual se va a implementar un plan de capacitación para incrementar este indicador y disminuir la cantidad de productos defectuosos.

3° Plan de capacitación

Luego de haber realizado el diagnóstico inicial de las deficiencias encontradas en el ocupante del puesto, se procedió a aplicar un programa de capacitación para poder mejorar el índice de desempeño encontrado en la etapa anterior.

El programa de capacitación planteado fue como el que se muestra en el Cuadro N° 04 que se muestra a continuación, el cual estará a cargo de la Supervisora de Producción.

Luego de haber proponer la implementación del programa de capacitación, mostrado líneas arriba, se calculará los costos en los que se va a incurrir por la implementación del plan de capacitación. (Ver Cuadro N° 05)

Cuadro N° 04: Programa de Capacitación para el Habilitador 03

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN						
TEMAS A DESARROLLAR	CAPACITADOR	LUGAR	PERSONAS A CAPACITAR	05-en e	05 - jul	DURACIÓN
Conocimiento e importancia del proceso productivo	Supervisora de Producción	Oficina de gerencia	Habilitador 03	x		05 horas

Manejo de máquina pegadora de cierre	Supervisora de Producción	Puesto de trabajo	Habilitador 03		x	05 horas
--------------------------------------	---------------------------	-------------------	----------------	--	---	----------

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 05: Presupuesto de la implementación de Capacitación

PRESUPUESTO DE CAPACITACIÓN	
DESCRIPCIÓN DE COSTOS	S/.
Salario del capacitador	S/. 2,000.00
Salario extra al trabajador a capacitar	S/. 980.00
Desperdicio de material durante la capacitación	S/. 43.16
Costo de oportunidad perdido	S/. 144.48
Alquiler de proyector	S/. 2,000.00
Pasajes de Supervisora (capacitadora)	S/. 20.00
Pasajes de Habilitador 03	S/. 20.00
Plumones	S/. 8.00
Hojas	S/. 10.00
Lapicero	S/. 5.00
Coffe break	S/. 100.00
Servicios adicionales	S/. 85.20
COSTO TOTAL	S/. 5,330.64

Fuente: Elaboración Propia

4° Medición de resultados del plan de capacitación.

En esta última etapa de la implementación del plan de capacitación, se va a medir nuevamente el desempeño del Habilitador 03 con la finalidad de compararlo con el índice obtenido en la evaluación del desempeño preliminar, mediante una nueva evaluación de desempeño. Ver Imagen N° 30

Como se puede ver mediante la nueva aplicación de la evaluación de desempeño, se puede decir que el operario gracias a la implementación de un plan de capacitación, puede tener un rendimiento de 80%. Por lo cual se puede decir que mejoró en un 33%.

PASO 03: Medición de resultados de la mejora, mediante el desarrollo de la carta de control.

Luego de haber propuesto la implementación de la capacitación y analizar los resultados, podemos decir que ha aumentado el rendimiento del Habilitador 03. Para corroborar lo dicho anteriormente, se procederá a medir los resultados

mediante la aplicación de nuevas cartas de control, como se muestra a continuación. Ver Tabla N° 17 y Gráfico N° 05

Al analizar los resultados tanto de la Tabla N° 17, como de la Gráfico N° 05, podemos notar que el índice de productos defectuosos disminuyó a 36 unidades defectuosas, lo cual se calculó usando una regla inversa entre el rendimiento arrojado en la primera evaluación de desempeño y el rendimiento obtenido en la segunda evaluación, así también como podemos observar, el índice de inestabilidad disminuyó a 0% y ya no hay presencia de causas asignables.

Imagen N° 29: Formulario para la Evaluación de desempeño del Habilitador N° 03 preliminar

FORMULARIO PARA LA EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO					
I. DATOS					
Fecha de evaluación: 04/10/2016					
Nombre del trabajador: Marleny Villanueva Sanchez					
Departamento/ Sección: Producción					
Puesto: Habilitador 03					
II. DESEMPEÑO EN BASE A OBJETIVOS	1	2	3	4	5
1. Entrega correcta y satisfactoriamente la pieza a la siguiente etapa de producción		x			
2. Entrega a tiempo las piezas unidas a la siguiente etapa				x	
3. Hace el manejo adecuado de las máquinas usadas			x		
III. DESEMPEÑO EN BASE A COMPETENCIAS					
1. Concentración visual: tiene la capacidad de retener la secuencia de pasos indicados al principio del trabajo, mediante demostraciones			x		
2. Capacidad de adaptación al cambio: capacidad para acomodarse a las distintas situaciones, introducción de nuevas tecnologías			x		
3. Habilidades de precisión: realiza su trabajo adecuadamente, en las medidas y alturas establecidas			x		
Subtotal	0	2	12	4	0
Total	18				
Puntaje máximo	30				
IV. OBSERVACIONES Y COMENTARIOS					
<p>¿Considera que necesita de alguna capacitación especial para tener un mejor desempeño en su trabajo</p> <p style="text-align: right;">Si <input checked="" type="checkbox"/></p> <p style="text-align: right;">No <input type="checkbox"/></p>					
<p>Si su respuesta es "si", coméntanos brevemente lo que necesita</p> <p>Yo creo que se debe realizar una capacitación para el uso de la máquina que usa, para de esta manera poder reducir los defectos ocasionador por el habilitador ° 03</p>					

Fuente: Elaboración Propia

**Imagen N° 30: Formulario para la Evaluación de desempeño del Habilitador
N° 03 post- capacitación**

FORMULARIO PARA LA EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO					
I. DATOS					
Fecha de evaluación: 08/10/2016					
Nombre del trabajador: Marleny Villanueva Sanchez					
Departamento/ Sección: Producción					
Puesto: Habilitador 03					
II. DESEMPEÑO EN BASE A OBJETIVOS	1	2	3	4	5
1. Entrega correcta y satisfactoriamente la pieza a la siguiente etapa de producción			x		
2. Entrega a tiempo las piezas unidas a la siguiente etapa				x	
3. Hace el manejo adecuado de las máquinas usadas				x	
III. DESEMPEÑO EN BASE A COMPETENCIAS					
1. Concentración visual: tiene la capacidad de retener la secuencia de pasos indicados al principio del trabajo, mediante demostraciones				x	
2. Capacidad de adaptación al cambio: capacidad para acomodarse a las distintas situaciones, introducción de nuevas tecnologías				x	
3. Habilidades de precisión: realiza su trabajo adecuadamente, en las medidas y alturas establecidas					x
Subtotal	0	0	3	16	5
Total	24				
Puntaje máximo	30				

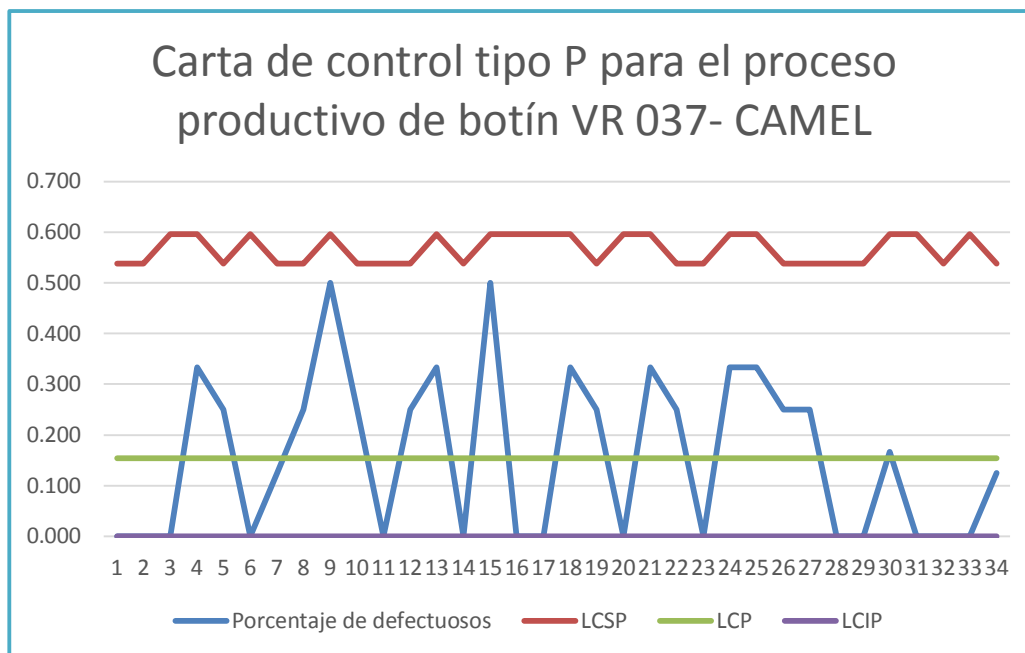
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 17: Carta de Control P luego de la propuesta del Plan de Capacitación del Proceso Productivo del botín VR 037-CAMEL

N° MUESTRA (x hora)	Tamaño de la muestra (und)	N° de zapatos defectuosos (und)	Porcentaje de defectuosos	LCS _p	LC _p	LCI _p	LCI _p
1	8	0	0.000	0.537	0.154	-0.229	0
2	8	0	0.000	0.537	0.154	-0.101	0
3	6	0	0.000	0.596	0.154	-0.141	0
4	6	2	0.333	0.596	0.154	-0.141	0
5	8	2	0.250	0.537	0.154	-0.101	0
6	6	0	0.000	0.596	0.154	-0.141	0
7	8	1	0.125	0.537	0.154	-0.101	0
8	8	2	0.250	0.537	0.154	-0.101	0
9	6	3	0.500	0.596	0.154	-0.141	0
10	8	2	0.250	0.537	0.154	-0.101	0
11	8	0	0.000	0.537	0.154	-0.101	0
12	8	2	0.250	0.537	0.154	-0.101	0
13	6	2	0.333	0.596	0.154	-0.141	0
14	8	0	0.000	0.537	0.154	-0.101	0
15	6	3	0.500	0.596	0.154	-0.141	0
16	6	0	0.000	0.596	0.154	-0.141	0
17	6	0	0.000	0.596	0.154	-0.141	0
18	6	2	0.333	0.596	0.154	-0.141	0
19	8	2	0.250	0.537	0.154	-0.101	0
20	6	0	0.000	0.596	0.154	-0.141	0
21	6	2	0.333	0.596	0.154	-0.141	0
22	8	2	0.250	0.537	0.154	-0.101	0
23	8	0	0.000	0.537	0.154	-0.101	0
24	6	2	0.333	0.596	0.154	-0.141	0
25	6	2	0.333	0.596	0.154	-0.141	0
26	8	2	0.250	0.537	0.154	-0.101	0
27	8	2	0.250	0.537	0.154	-0.101	0
28	8	0	0.000	0.537	0.154	-0.101	0
29	8	0	0.000	0.537	0.154	-0.101	0
30	6	1	0.167	0.596	0.154	-0.141	0
31	6	0	0.000	0.596	0.154	-0.141	0
32	8	0	0.000	0.537	0.154	-0.101	0
33	6	0	0.000	0.596	0.154	-0.141	0
34	8	1	0.125	0.537	0.154	-0.101	0
Total	240	37					

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 05: Gráfica de la Carta de Control tipo P para el Proceso productivo del botón VR 037 – CAMEL, luego de la propuesta de implementación del Plan de Capacitación del Habilitador 03



Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN DE LA GRÁFICA DE CONTROL: El proceso productivo del botón VR 037- CAMEL está estable y bajo control estadístico, porque la carta P no presenta causas asignables, además tiene un índice de inestabilidad del 0%.

Así mismo basándonos en lo dicho por Escalante (2005), vamos a calcular el Cp. luego de la propuesta de implementación de mejora.

$$Pp.= (1 - 0.154) *100\%$$

$$Pp.= 85\%$$

PASO 04: Comparación de resultados de la mejora con el diagnóstico preliminar a base de indicadores

En esta última etapa se procederá a hacer una comparación entre los resultados obtenidos antes y luego de la propuesta de implementación del plan de capacitación al Habilitador 03.

A continuación, se va a mostrar por medio del Cuadro N° 06, la mejora obtenida en cuanto a porcentaje de productos defectuosos, esto se obtendrá dividiendo la

cantidad (unid.) de botines defectuosos entre la cantidad total de botines producidos (240 unidades).

Cuadro N° 06: Mejora obtenida en cuanto a porcentaje de productos defectuosos

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	MEDICIÓN DEL INDICADOR ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE CAPACITACIÓN	%	MEDICIÓN DEL INDICADOR DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE CAPACITACIÓN	%	VARIACIÓN DE INDICADORES
Cantidad de productos defectuosos	48 unid.	20%	37 unid.	15%	25%

Fuente: Elaboración propia

Por medio del cuadro anterior (Cuadro N°06), se evidencia que con la mejora se obtuvo una mejora del 25%, lo cual va a generar un ahorro de costo, como se muestra en la Tabla N° 18

Tabla N° 18: Ahorro de reproceso por disminución de productos defectuosos

NOMBRE DEL INDICADOR	INDICADORES DEL DIAGNÓSTICO PRELIMINAR	INDICADORES DESPUÉS DE LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE CAPACITACIÓN	MEJORA OBTENIDA
% de Productos defectuosos	20%	15%	25%
Pp	80%	85%	6%
St	6%	0%	100%
AHORRO GENERADO	S/. 753.12	S/. 564.84	S/. 188.28

Fuente: Elaboración propia

Por último, cabe mencionar que se mejoró la capacidad del proceso en 2% y el índice de inestabilidad se mejoró al 100%.

B. Ausencia de control de calidad de materia prima.

Mediante el diagnóstico realizado, se detectó de acuerdo al criterio de materiales, que una de las causas que origina el problema principal en estudio, es la baja Calidad de materia prima, en este caso las plantas de los botines como se mostraron en los formatos proporcionados por la Supervisora de Producción, para lo cual se va a aplicar la metodología llamada, Plan de Muestreo de Aceptación, la cual va a

desarrollarse siguiendo la secuencia de pasos, como se muestra en el Diagrama N° 22, de la siguiente página.

PASO 01: Realizar un Brainstorming con miembros de la empresa.

Según Gutiérrez y De la Vara (2009), las sesiones de lluvia o tormenta de ideas o Brainstorming, son una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre determinado tema o problema. Esta técnica es de gran utilidad para el trabajo en equipo, ya que permite la reflexión y el diálogo con respecto a un problema y en términos de igualdad.

Para que esta reunión se realice de manera satisfactoria, de tal forma que se obtengan los resultados esperados, se recomienda seguir los pasos que se describen mediante el Diagrama N° 23.

Luego de saber cuál es la secuencia a seguir, se procede al desarrollo de cada uno de los pasos descritos.

1° Definir con claridad y precisión el tema o problema sobre el que se aportarán ideas

En esta etapa se debe enunciar de manera clara y precisa, cuál será el problema a tratar, para que de esta manera los participantes puedan aportar de la manera correcta y provechosa. Para este caso, el problema a tratar es Alto índice de plantas defectuosas.

2° Se nombra un moderador de la sesión

En esta segunda etapa se procede a designar un moderador, el cual se va a encargar de coordinar la participación de los demás participantes. Para el Brainstorming a realizar, la moderadora será la Supervisora de Producción, la cual fue escogida por todos los participantes de la reunión.

3° Cada participante da ideas sobre el tema a tratar

En esta etapa cada participante, que en este caso son, la encargada de la logística, la gerente y la encargada de la inspección final, dan ideas de acuerdo a su experiencia y percepción, de cuáles son las posibles causas que están originando el problema que se está tratando. Ver Diagrama N° 24.

4° Conclusión del Brainstorming o tormenta de ideas (se elige las ideas más importantes)

Luego de conocer las ideas dichas por cada participante, se concluyó por unanimidad que las causas más importantes a tratar son dos: Falta de formatos de aprobación y evaluación de proveedores y falta de verificación del lote al recepcionarlo.

5° Tratamiento de las ideas (establecer acciones concretas de solución)

Para las causas mencionadas en la etapa anterior, las soluciones propuestas fueron las siguientes:

- Realizar un Plan de Muestreo de Aceptación
- Aceptar no más de 6 plantas defectuosas
- Establecer formatos de Selección y Evaluación de Proveedores

PASO 02: Diagnóstico preliminar, mediante Plan de Muestro de Aceptación

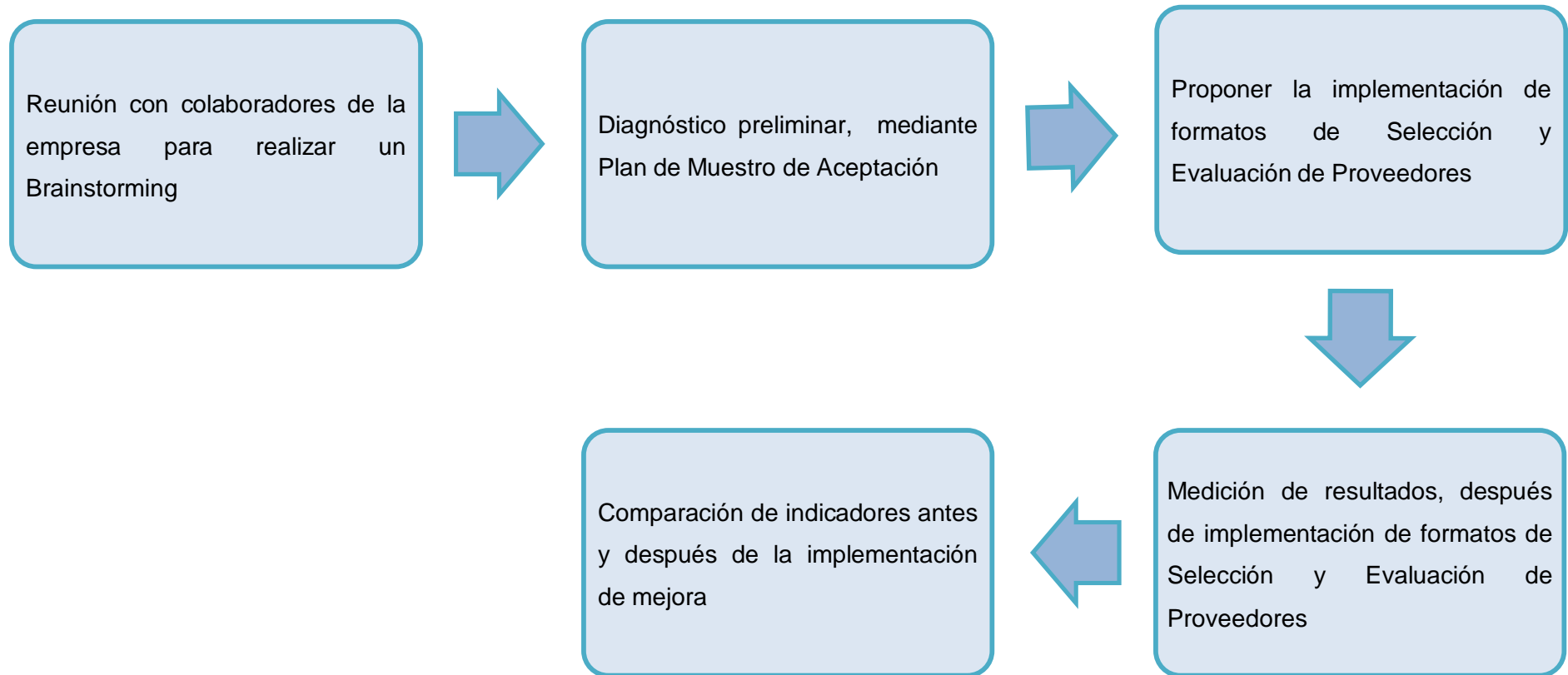
Según Gutiérrez y De la Vara (2009), el muestreo de aceptación se puede aplicar en cualquier relación cliente-proveedor, ya sea en el interior de una empresa o entre diferentes empresas; se considera una medida defensiva para protegerse contra la amenaza del posible deterioro en la calidad.

En la etapa anterior, se propuso aplicar Plan de Muestreo de Aceptación, por lo cual en esta etapa se hará un diagnóstico preliminar, para obtener indicadores de la situación actual con respecto a la problemática planteada.

Según Besterfield, D. (2009), los pasos a seguir para la implementación de un Plan de Muestreo de Aceptación son como la que se muestra en el Diagrama N° 25 de la siguiente página.

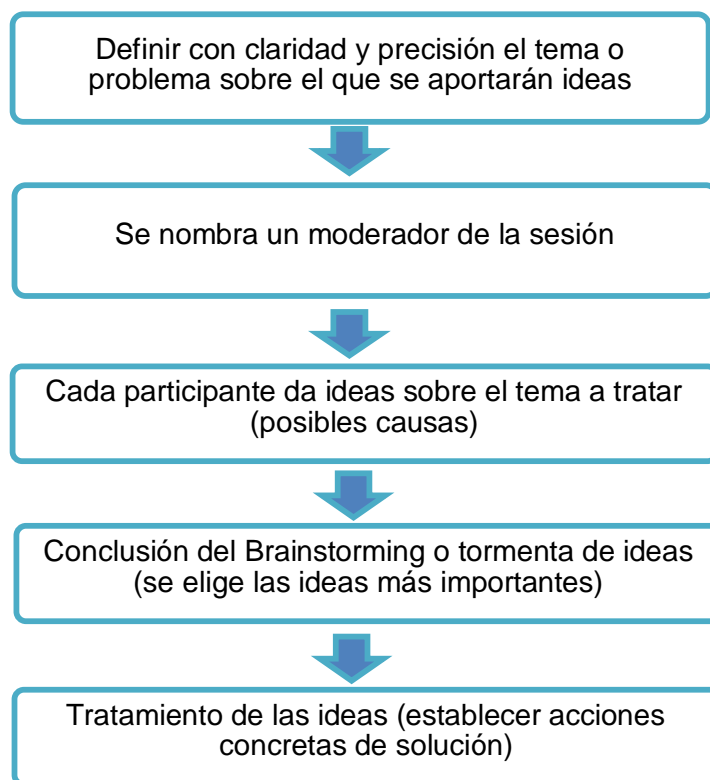
Para ello, se va a usar la Tabla N° 10 del capítulo 03 de la presente investigación, donde se encuentra el resumen de fichas de observaciones al término del lote, y así mismo podemos observar que debido a la baja calidad de las plantas compradas, se obtiene 14 botines y de acuerdo a esto haremos el diagnóstico preliminar.

Diagrama N° 22: Secuencia de pasos para disminuir los indicadores de baja calidad de materia prima



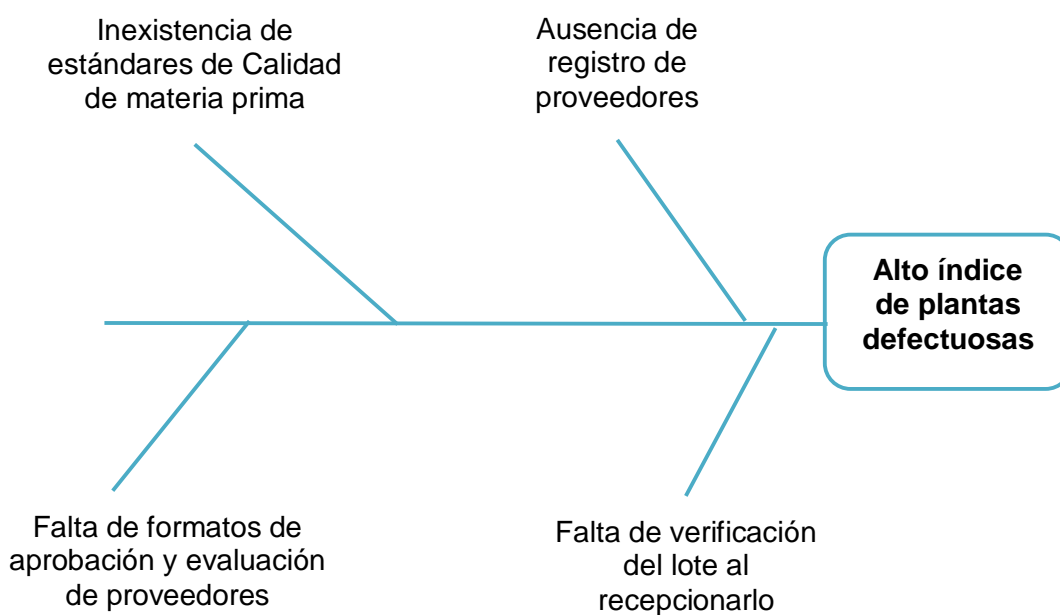
Fuente: Elaboración Propia

Diagrama N° 23: Secuencia de pasos para realizar un Brainstorming



Fuente: (Gutiérrez, H. y De la Vara, R.; 2009)

Diagrama N° 24: Diagrama de Ishikawa de Alto índice de plantas defectuosas



Fuente: Elaboración Propia

1° Determinar si se va a aplicar Plan de Muestreo de Aceptación para variables o atributos y en qué nos basaremos.

Luego de tener conocimiento de los pasos a seguir, como se muestra en el diagrama, primero se debe determinar qué Plan de Muestreo se va a aplicar y para este caso va a ser el Plan de muestreo por Atributos, basada en el MIL STD 105E.

2° Determinar el tamaño del lote

El tamaño del lote es de 240 unidades de botines.

3° Determinar el nivel de inspección

Para el plan de muestreo a realizar nos basaremos en el nivel de inspección tipo II ya que es la norma.

4° En la tabla, determinar la letra clave del tamaño de muestra.

Mediante la Imagen N° 03 del Capítulo 02, se muestra una tabla en la cual, con el tamaño del lote y el nivel de inspección dados líneas arriba vamos a determinar la letra clave para saber el tamaño de la muestra. En este caso haciendo uso de lo dicho anteriormente, la letra clave es la "F".

5° Determinar el límite de calidad aceptable (AQL)

Para el diagnóstico preliminar mediante Plan de Muestreo de Aceptación, haremos uso de la Tabla N° 11 del capítulo 03 donde se muestra que se ocasionan 14 unidades de productos defectuosos, a causa de la mala calidad de las plantas, por lo cual el AQL es 5.8%.

6° Determinar el tipo de plan de muestreo

El tipo de Plan de muestreo con el que vamos a trabajar es el sencillo.

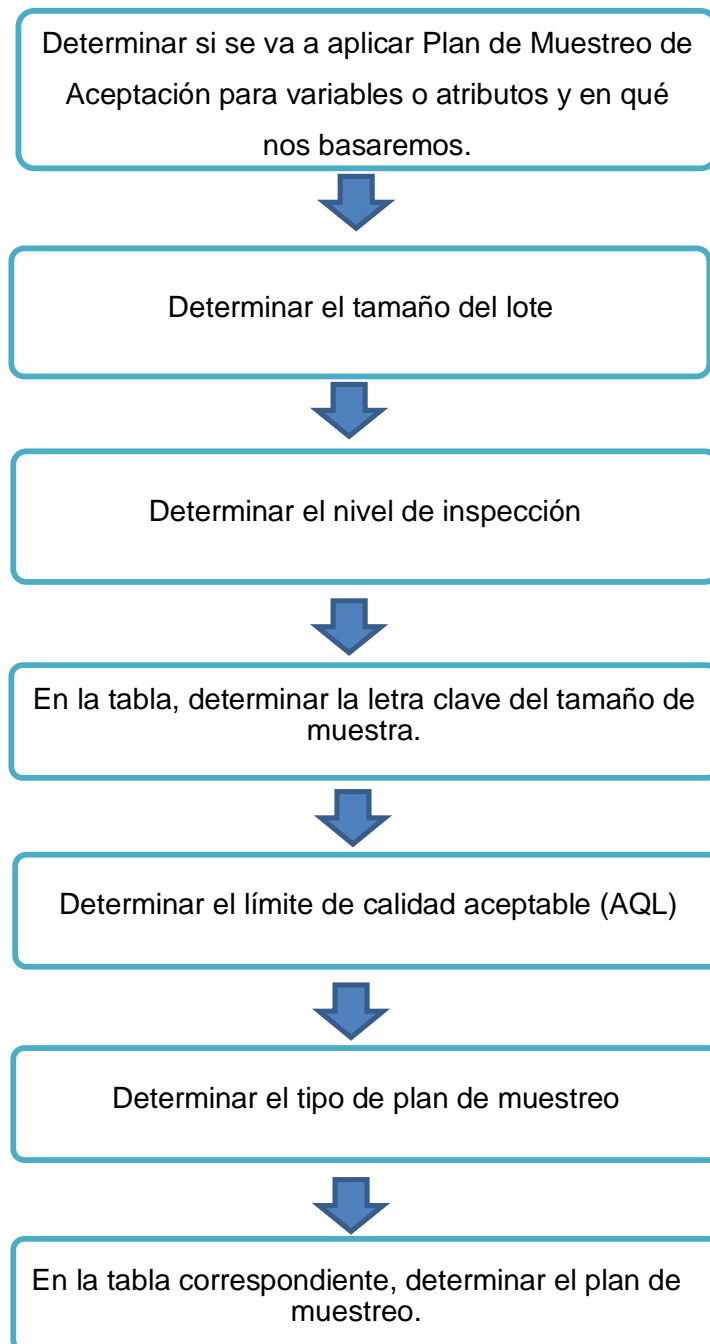
7° En la tabla correspondiente, determinar el plan de muestreo

Para este caso, el plan de muestreo a usar será el plan normal; puesto que, es el tipo de inspección que se usa cuando se inicia una inspección.

A continuación, se muestra el desarrollo del Plan de muestreo seleccionado.

Tamaño del lote (N) =	240	botines
Unidades defectuosas=	14	botines
AQL = NCA =	5.8%	

Diagrama N° 25: Pasos para la implementación de Plan de Muestreo de Aceptación



Fuente: (Besterfield, D., 2009)

LETRA CÓDIGO:

N = 240 botines



Letra: "F"

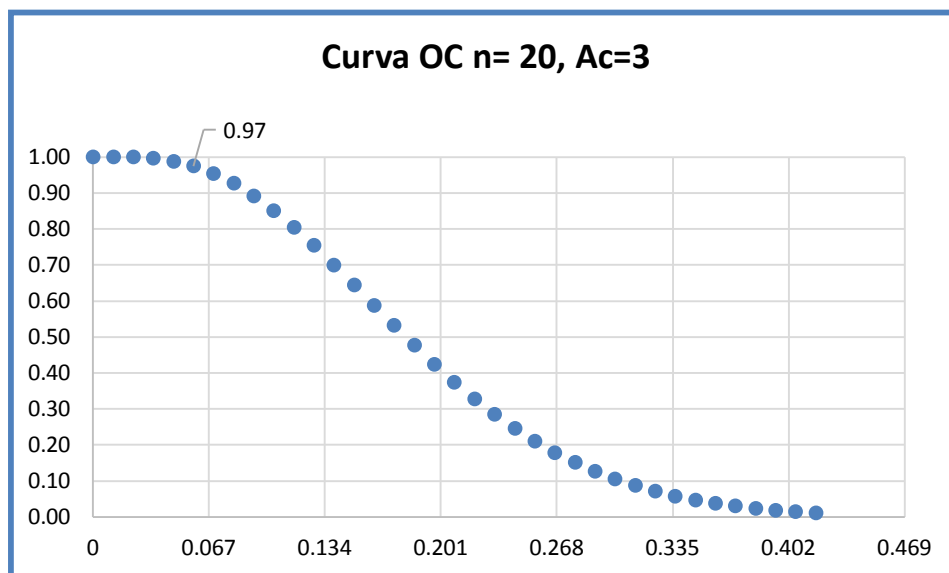
La letra "F", la buscamos en la tabla para inspección normal con muestreo simple, para determinar el tamaño de la muestra, el Ac y el Re que se muestra a continuación.

0.29	20	0.13	0.03
0.3016	20	0.10	0.03
0.3132	20	0.09	0.02
0.3248	20	0.07	0.02
0.3364	20	0.06	0.02
0.348	20	0.05	0.01
0.3596	20	0.04	0.01
0.3712	20	0.03	0.01
0.3828	20	0.02	0.01
0.3944	20	0.02	0.01
0.406	20	0.01	0.00
0.4176	20	0.01	0.00

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente se procede a graficar la curva OC y el AOQL.

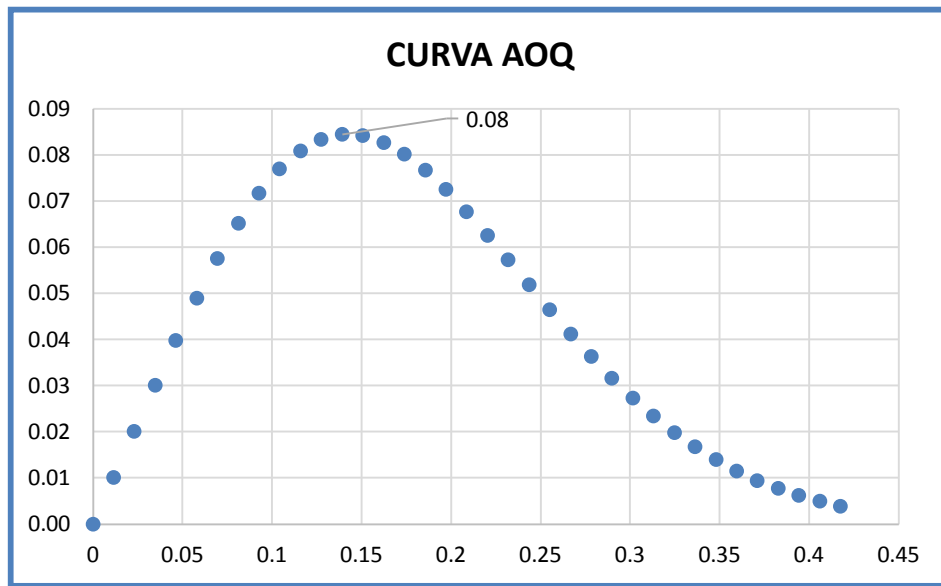
Gráfico N° 06: Curva OC del Plan de Muestreo Preliminar



Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN DE LA CURVA OC: Si la proporción de defectuosos $p = 5.8\%$ ($p=0.058$), entonces la probabilidad de aceptación $P_a = 97\%$ ($P_a = 0.97$). Esto implica que de cada 100 lotes 97 serán aceptados y 3 rechazados.

Gráfico N° 07: Curva AOQ del Plan de Muestreo Preliminar



Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN DE LA CURVA AOQ: El AOQL es 0.08, es decir, no importa que tan mala sea la proporción de defectuosos en los lotes que entran, la calidad promedio de salida nunca será peor que 9% de defectuosos en promedio.

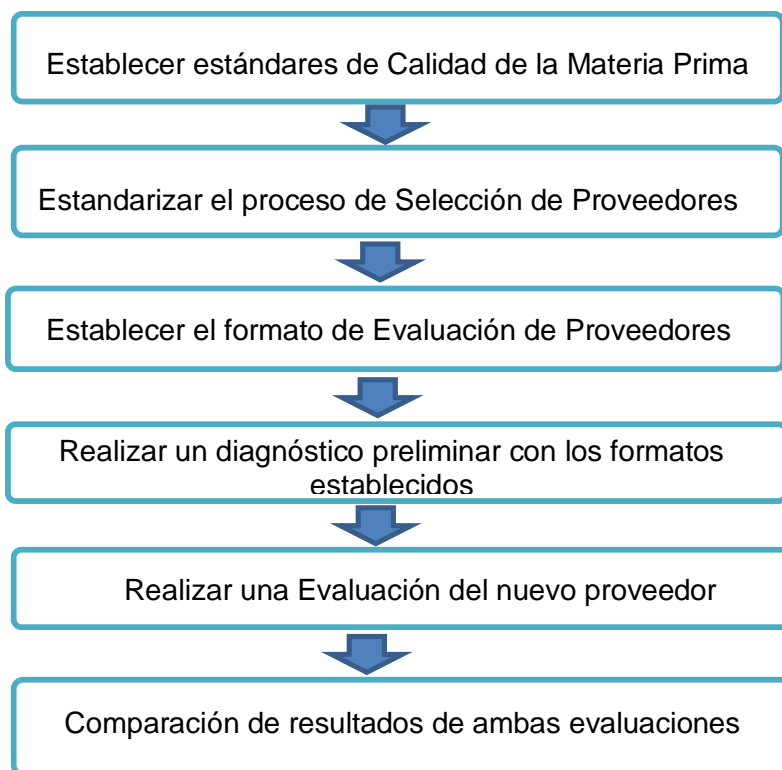
PASO 03: Proponer la implementación de formatos de Selección y Evaluación de Proveedores

Según Juran, Gryna & Bingham (2005), el tema de selección de proveedores es un proceso que está presente en toda organización, debido a que es necesaria la adquisición de bienes y servicios tales como maquinaria, materia prima, servicios de limpieza, etc.; por lo que este proceso debe ser enfocado a la búsqueda de calidad.

Por lo sostenido anteriormente, en esta etapa se realizará la propuesta de implementación para tener un proceso establecido de selección de proveedores y así mismo se va a establecer formatos para la evaluación de los mismos.

A continuación, mediante el Diagrama N° 26 se muestra el procedimiento a seguir en esta etapa.

Diagrama N° 26: Pasos de implementación de proceso de selección y evaluación de proveedores



Fuente: Elaboración Propia

1° Establecer estándares de Calidad de la Materia Prima

Como se ha mencionado líneas arriba, la materia prima en estudio son las plantas usadas en la producción del botín VR – 037 CAMEL, las cuales han presentado características de mala calidad como: plantas teñidas, porosidad en las plantas, color no uniforme. Para ello, en este primer punto se va a establecer características de la materia prima en estudio, con la finalidad de estandarizarlas y al recibir el lote comprado se tomen en cuenta para aprobar o rechazar el lote. Las características a considerar son las siguientes:

- Color Uniforme (de acuerdo al botín a producir)
- Plantas Flexibles
- Plantas sin magulladuras.

2° Estandarizar el proceso de Selección de Proveedores

En este segundo paso se va a establecer un estándar para el proceso de Selección de Proveedores, el cual va a consistir en implantar un flujograma, como el que se muestra en el Diagrama N° 27.

Como se puede apreciar en el Diagrama N° 27, el primer paso de este proceso es identificar los posibles proveedores, en este caso proveedores de plantas: por lo que se obtuvo dos posibilidades adicionales al proveedor con el que en la actualidad cuenta la empresa, los cuales son las empresas denominadas POLISHOES SAC y YOHAAN EIRL.

Como segundo paso para la selección de proveedores, se procede a solicitar propuestas de ambos proveedores.

El tercer paso es evaluar las propuestas según los criterios de aprobación establecidos, como: precio, garantías, calidad de prototipo entregado. En caso de aprobar esta etapa, se procede a registrar al postulante como proveedor, de lo contrario a rechazarlo. En este caso se procedió a evaluar a ambos postulantes y se concluyó que el proveedor aceptado es YOHAAN EIRL, ya que ofrece un mejor precio y la calidad del prototipo es mejor, comparado con el otro proveedor propuesto

3° Establecer el formato de Evaluación de Proveedores

En esta tercera etapa de la propuesta de implementación se procederá a establecer un formato de Evaluación de proveedores, en el cual no solo se evaluará la calidad del producto sino también el cumplimiento en el tiempo de entrega y en las cantidades requeridas. El formato en mención, se muestra en la página 151 a través de la Tabla N°20.

Como se pueden observar en la Tabla N° 20 de la página anterior, el formato toma en cuenta tres criterios importantes, los cuales son: cumplimiento en el tiempo de entrega, cantidades requeridas y calidad del producto, cabe resaltar que en éste último los puntos tomados en cuenta dentro de éste criterio van a variar de acuerdo a las especificaciones del producto a comprar.

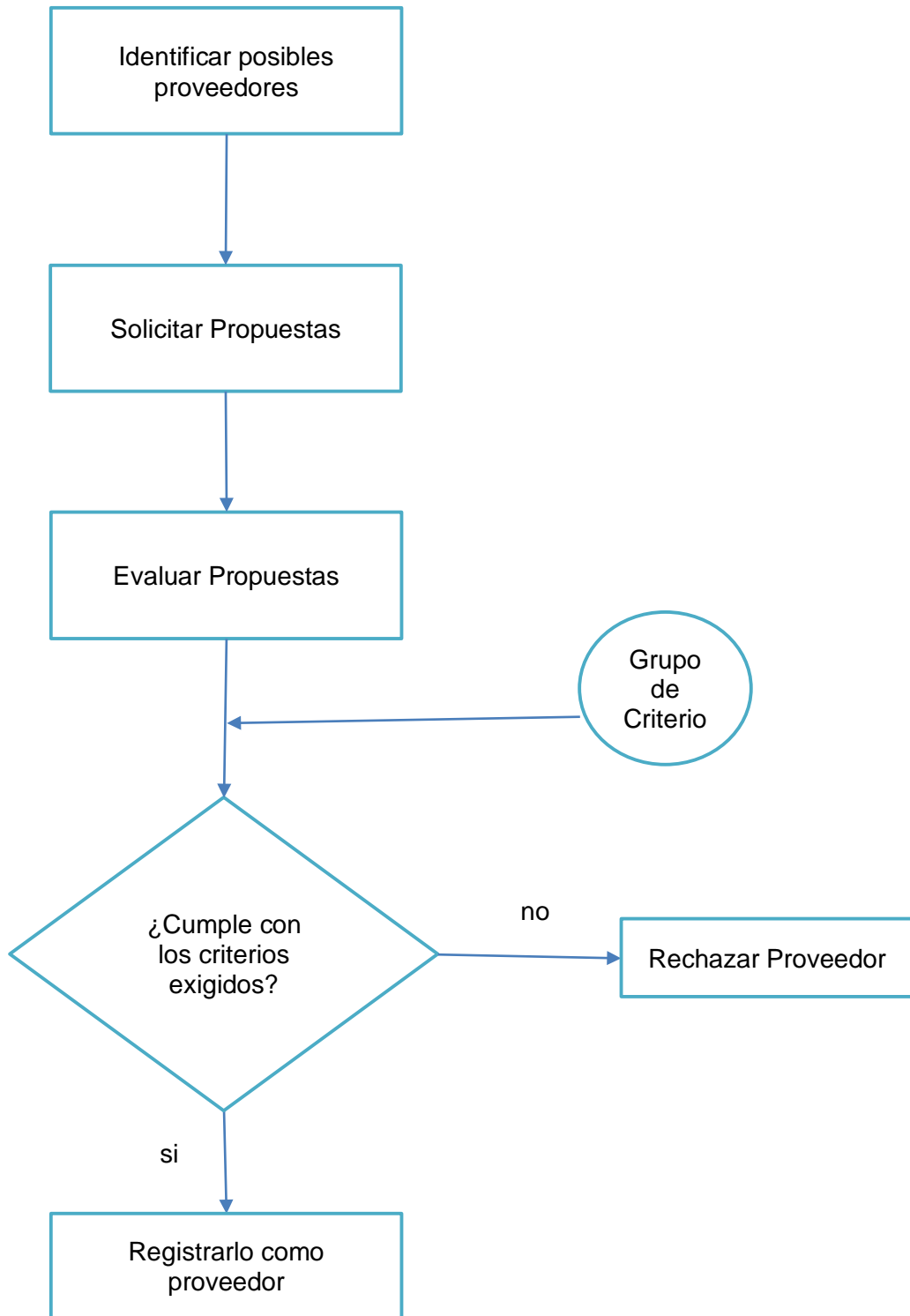
4° Realizar un diagnóstico preliminar con los formatos establecidos

Luego de haber establecido el formato a usar para la evaluación de proveedores, en esta etapa se va a proceder a usar el formato para evaluar al proveedor actual de plantas de botines.

La evaluación realizada a través de la Tabla N° 21, de la página 153. En la tabla en mención podemos observar que el puntaje obtenido por el proveedor actual de plantas es de 53, por lo cual, de acuerdo a la

calificación planteada, este proveedor debería ser retirado de la lista de proveedores, ya que no cumple con los criterios exigidos.

Diagrama N° 27: Flujograma del proceso de selección de proveedores



Fuente: (Ortiz, J.; 2014)

Tabla N° 20: Formato de Evaluación de proveedor de plantas de botines

FORMATO DE EVALUACIÓN DE PROVEEDORES DE PLANTAS				
Proveedor:		_____		
Fecha de Evaluación:		_____		
COMPRAS Y/O SUMUNISTROS		CUMPLE	PUNTAJE	
			MÁXIMO	ASIGNADO
Calidad del producto	• El total de plantas que tiene color uniforme es $\geq 98\%$ del total del lote		26	-
	• El total de plantas que son flexibles es $\geq 98\%$ del total del lote		23	-
	• El total de plantas sin magulladuras es $\geq 98\%$ del total del lote		21	-
Cumplimiento en los tiempos de entrega	• La entrega se realizó en los tiempos pactados en la orden de compra/contrato		15	-
Cumplimiento en cantidad	• Cumplió con la entrega total de las cantidades solicitadas en los tiempos dados		15	-
Puntaje obtenido			0	
INTERPRETACIÓN				
CALIFICACIÓN:	Mayor a 80 puntos	• El proveedor permanece por un periodo más		
	Entre 60 y 79 puntos	• El proveedor queda en periodo de prueba		
	Menor a 60 puntos	• El proveedor es retirado del listado de proveedores		
Responsable:		_____		

Fuente: Elaboración Propia

5° Realizar una Evaluación del nuevo proveedor

En esta etapa, se procederá a evaluar mediante el formato planteado de Evaluación de Proveedores (Ver Tabla N° 20), al proveedor aprobado luego de haber estandarizado el proceso de Selección de Proveedores, el cual se muestra en la etapa 2, en el cual se concluyó que, según los criterios de aprobación establecidos en el proceso de selección, el proveedor que aprueba es YOHAAN EIRL. La evaluación realizada al nuevo proveedor se muestra mediante la Tabla N° 22, en la cual podemos observar que el puntaje obtenido por el nuevo proveedor es 85.

6° Comparación de resultados de ambas evaluaciones

Luego de obtener el resultado de la evaluación de ambos proveedores, tanto del proveedor actual con el que la empresa trabaja, como del proveedor propuesto y aprobado mediante los criterios tomados en cuenta en el proceso de Selección de Proveedores, comparamos ambos indicadores y obtenemos que se mejoró en un 37.65% la calificación del nuevo proveedor con respecto al proveedor con el que actualmente trabaja la empresa.

PASO 04: Medición de resultados, después de implementación de formatos de Selección y Evaluación de Proveedores

En esta penúltima etapa de la implementación de la metodología propuesta, se realiza la medición de resultados a través de la aplicación de un segundo Plan de Muestreo de Aceptación, tomando en cuenta los indicadores propuestos en el Brainstorming realizado en las etapas anteriores.

A continuación, se muestra el plan de muestreo aplicado luego de las mejoras aplicadas.

Tamaño del lote (N) = 240 botines

Unidades defectuosas= 4 botines

AQL = NCA = 1.7%

LETRA CÓDIGO:

N = 240 botines  Letra: "F"

La letra "F", la buscamos en la tabla para inspección normal con muestreo simple, para determinar el tamaño de la muestra, el Ac y el Re que se muestra a continuación.

N= 240 **n=** 20 **Ac= 1**

Re= 2

Tabla N° 21: Evaluación de proveedor actual de plantas de botines

FORMATO DE EVALUACIÓN DE PROVEEDORES				
Proveedor:	<u>Insumos de la industria S.R. L</u>	RUC:	<u>20162345215</u>	
Fecha de Evaluación:	<u>24/10/2016</u>			
COMPRAS Y/O SUMUNISTROS		CUMPLE	PUNTAJE	
			MÁXIMO	ASIGNADO
Calidad del producto	• El total de plantas que tiene color uniforme es $\geq 98\%$ del total del lote		26	-
	• El total de plantas que son flexibles es $\geq 98\%$ del total del lote	X	23	23
	• El total de plantas sin magulladuras es $\geq 98\%$ del total del lote		21	-
Cumplimiento en los tiempos de entrega	• La entrega se realizó en los tiempos pactados en la orden de compra/contrato	X	15	15
Cumplimiento en cantidad	• Cumplió con la entrega total de las cantidades solicitadas en los tiempos dados	X	15	15
Puntaje obtenido			53	
INTERPRETACIÓN				
CALIFICACIÓN:	Mayor a 80 puntos Entre 60 y 79 puntos Menor a 60 puntos	<ul style="list-style-type: none"> • El proveedor permanece por un periodo más • El contratista queda en periodo de prueba • El contratista es retirado del listado de proveedores 		
Responsable:	<u>Katia Lujan</u>			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 22: Evaluación de proveedor propuesto de plantas de botines

FORMATO DE EVALUACIÓN DE PROVEEDORES				
Proveedor:	<u>YOHAAN EIRL</u>		RUC:	<u>20440302689</u>
Fecha de Evaluación:	<u>29/10/2016</u>			
COMPRAS Y/O SUMUNISTROS		CUMPLE	PUNTAJE	
			MÁXIMO	ASIGNADO
Calidad del producto	• El total de plantas que tiene color uniforme es $\geq 98\%$ del total del lote	X	26	26
	• El total de plantas que son flexibles es $\geq 98\%$ del total del lote	X	23	23
	• El total de plantas sin magulladuras es $\geq 98\%$ del total del lote	X	21	21
Cumplimiento en los tiempos de entrega	• La entrega se realizo en los tiempos pactados en la óden de compra/contrato		15	-
Cumplimiento en cantidad	• Cumplio con la entrega total de las cantidades solicitadas en los tiempos dados	X	15	15
Puntaje obtenido			85	
INTERPRETACIÓN				
CALIFICACIÓN:	Mayor a 80 puntos	• El proveedor permanece por un periodo más		
	Entre 60 y 79 puntos	• El contratista queda en periodo de prueba		
	Menor a 60 puntos	• El contratista es retirado del listado de proveedores		
Responsable:	_____			

Fuente: Elaboración Propia

1°) n=32

p= AQL=1.7% 0.017



Como:

N>20

P<0.05

Usamos Poisson

Y para el cálculo del AOQL, usamos la siguiente fórmula:

$$AOQ = \frac{p \times Pa \times (N - n)}{N}$$

Tabla N° 23: Tabla de plan de muestreo para cálculo del AOQ

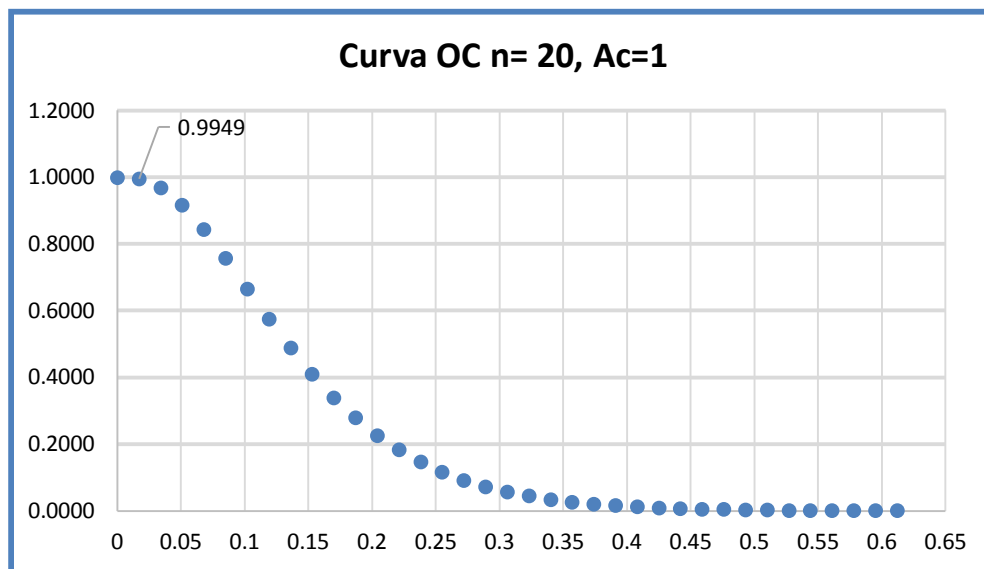
p	np	Pa	AOQL
0	0.00	1.0000	0.000
0.017	0.34	0.9949	0.016
0.034	0.68	0.9682	0.032
0.051	1.02	0.9160	0.045
0.068	1.36	0.8431	0.056
0.085	1.70	0.7572	0.063
0.102	2.04	0.6659	0.066
0.119	2.38	0.5749	0.067
0.136	2.72	0.4887	0.065
0.153	3.06	0.4099	0.061
0.17	3.40	0.3397	0.056
0.187	3.74	0.2787	0.051
0.204	4.08	0.2266	0.045
0.221	4.42	0.1828	0.039
0.238	4.76	0.1464	0.034
0.255	5.10	0.1165	0.029
0.272	5.44	0.0922	0.024
0.289	5.78	0.0725	0.020
0.306	6.12	0.0568	0.017
0.323	6.46	0.0443	0.014
0.34	6.80	0.0344	0.011
0.357	7.14	0.0267	0.009
0.374	7.48	0.0206	0.007
0.391	7.82	0.0158	0.006
0.408	8.16	0.0121	0.005

0.425	8.50	0.0093	0.004
0.442	8.84	0.0071	0.003
0.459	9.18	0.0054	0.002
0.476	9.52	0.0041	0.002
0.493	9.86	0.0031	0.001
0.51	10.20	0.0023	0.001
0.527	10.54	0.0018	0.001
0.544	10.88	0.0013	0.001
0.561	11.22	0.0010	0.001
0.578	11.56	0.0008	0.000
0.595	11.90	0.0006	0.000
0.612	12.24	0.0004	0.000

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente se procede a graficar la curva OC y el AOQL.

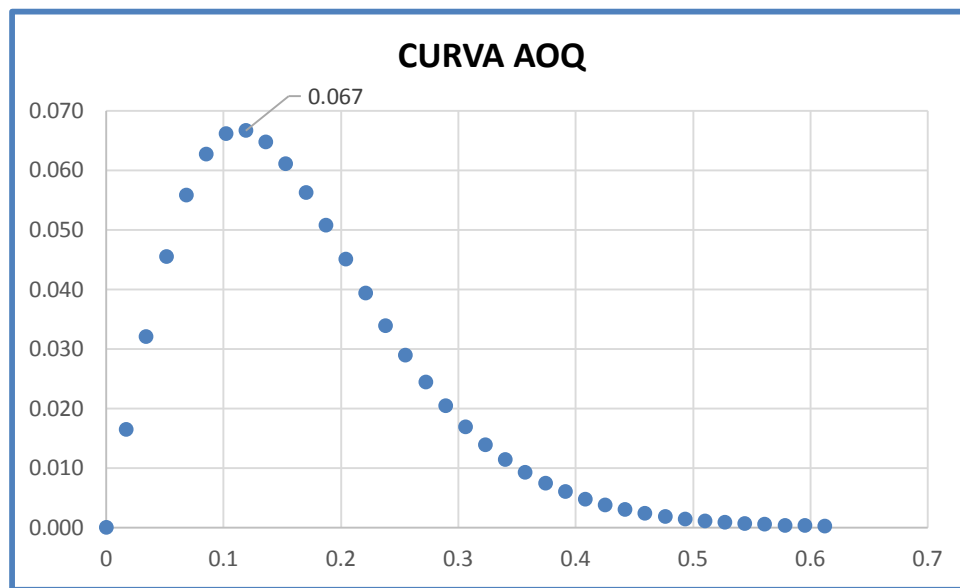
Gráfico N° 08: Curva OC del Plan de Muestreo Mejorado



Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN DE LA CURVA OC: Si la proporción de defectuosos $p = 1.7\%$ ($p=0.017$), entonces la probabilidad de aceptación $P_a = 99\%$ ($p_a = 0.99$). Esto implica que de cada 100 lotes 99 serán aceptados y 1 rechazados.

Gráfico N° 09: Curva AOQ del Plan de Muestreo mejorado



Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN DE LA CURVA AOQ: El AOQL es 0.067, es decir, no importa que tan mala sea la proporción de defectuosos en los lotes que entran, la calidad promedio de salida nunca será peor que 6.7% de defectuosos en promedio.

PASO 05: Comparación de indicadores antes y después de la implementación de mejora.

En esta última etapa de la implementación de la metodología propuesta, se hace una comparación de los indicadores del Plan de Muestreo de Aceptación preliminar y los indicadores del Plan de Muestreo de Aceptación, luego de haber aplicado las mejoras. Para ello, a continuación, se muestra el ahorro generado por la disminución del AQL, multiplicando las unidades de botines por el costo de cada unidad de botín, la Tabla N° 24.

Tabla N° 24: Ahorro obtenido por el Plan de Muestreo de Aceptación

	INDICADORES INICIALES	INDICADORES FINALES	MEJORA OBTENIDA	
Tamaño del lote	240	240		botines
AQL=	5.8%	1.7%	71.4%	
Tamaño de muestra	20	20		botines
Ac=	3	1		botines
Re=	4	2		botines
AOQL=	8%	6.7%	20%	
AHORRO OBTENIDO	S/. 219.66	S/. 62.76	S/. 156.90	

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 5

EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA

5.1. Evaluación Económica Financiera

Luego de haber desarrollado las metodologías propuestas, con la finalidad de reducir el alto índice de productos defectuosos, en este quinto capítulo procedemos a analizar la viabilidad del proyecto, a través de la evaluación económica financiera donde usaremos la tasa de interés del Banco de Crédito del Perú la cual se obtuvo de la página del SBS (Ver Anexo N°15)

Tabla N° 25: Evaluación Económica Financiera del proyecto

	Año 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Ingresos por ventas		20,218	20,218	20,218	20,218	20,218	20,218	20,218	20,218	20,218	20,218	20,218	20,218
Ingreso después de la mejora implementada		12,182	12,182	12,182	12,182	12,182	12,182	12,182	12,182	12,182	12,182	12,182	12,182
Material directo		-4,823	-4,823	-4,823	-4,823	-4,823	-4,823	-4,823	-4,823	-4,823	-4,823	-4,823	-4,823
Material indirecto		-340	-340	-340	-340	-340	-340	-340	-340	-340	-340	-340	-340
Mano de obra directa		-3,217	-3,217	-3,217	-3,217	-3,217	-3,217	-3,217	-3,217	-3,217	-3,217	-3,217	-3,217
Gastos administrativos		-480	-480	-480	-480	-480	-480	-480	-480	-480	-480	-480	-480
Gastos generales		-276	-276	-276	-276	-276	-276	-276	-276	-276	-276	-276	-276
Utilidad antes de impuestos		23,264	23,264	23,264	23,264	23,264	23,264	23,264	23,264	23,264	23,264	23,264	23,264
Impuestos		-6,979.16	-6,979.16	-6,979.16	-6,979.16	-6,979.16	-6,979.16	-6,979.16	-6,979.16	-6,979.16	-6,979.16	-6,979.16	-6,979.16
Utilidad después de impuestos		16,285	16,285	16,285	16,285	16,285	16,285	16,285	16,285	16,285	16,285	16,285	16,285
Inversión en capacitaciones (semestral)	-10,661.28												
FLUJO NETO	-10,661.28	16,285	16,285	16,285	16,285	16,285	16,285	16,285	16,285	16,285	16,285	16,285	16,285
VAN	S/.177,050.67												
TIR	152.74%												

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 26: Tasa de interés del BCP

Tasa Anual - BCP	7.24%
Tasa Mensual - BCP	0.6%

Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP

Luego de realizar la evaluación económica financiera, podemos afirmar que el proyecto es viable; puesto que, se obtuvo un VNA de S/. 177 050.67 y un TIR de 152.74%.

CAPÍTULO 06

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Resultados y discusión

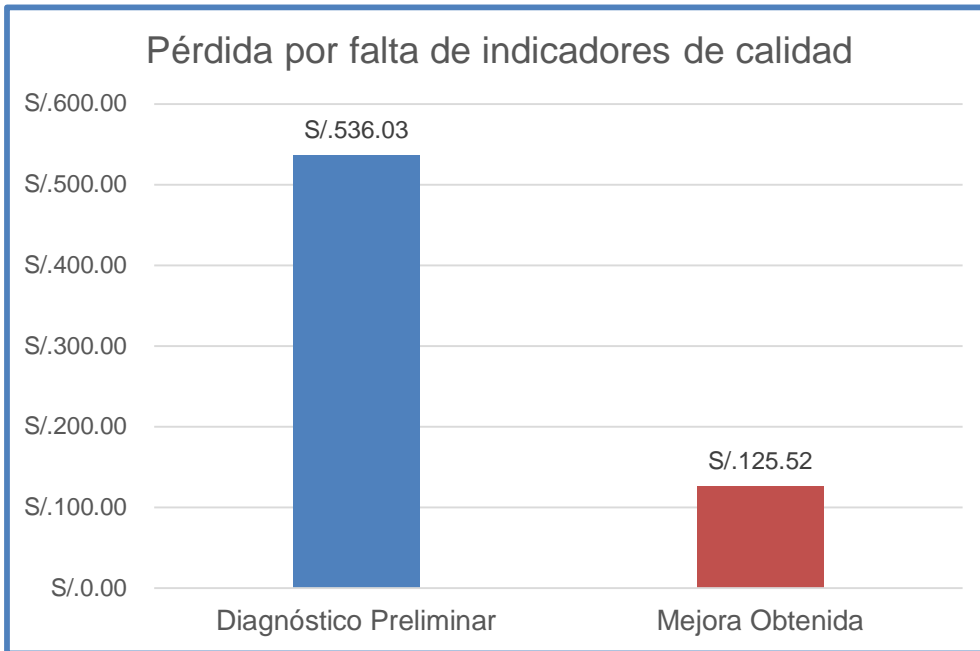
En este capítulo 6, mediante un cuadro comparativo de muestra los resultados obtenidos a través de las metodologías propuestas y desarrolladas a lo largo del proyecto. (Ver Cuadro N° 07).

Cuadro N° 07: Resultados y Discusión del proyecto

METODOLOGÍA	CAUSA DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS	Diagnóstico Preliminar (S./ anual)	MEJORA (S./ anual)	DISCUSIÓN
CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO	Falta de indicadores de Calidad	S/. 17,716.33	S/. 13,556.16	Según Montgomery (2011), los indicadores de calidad son instrumentos de medición, de carácter tangible y cuantificable, que permiten evaluar la calidad de los procesos, productos y servicios para asegurar la satisfacción de los clientes. Por lo mencionado por el autor, al hacer el diagnóstico preliminar de la situación actual de la empresa "Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C.", se encontró que no cuenta con indicadores de Calidad, por lo cual al conocer la importancia de la existencia de ello, puesto que, asegura que se está entregando un producto conforme el cliente solicitó, se hizo un cálculo preliminar respecto a la causa mencionada, la cual origina productos defectuosos, con el cual, logramos obtener que se está perdiendo S/. 17,716.33 anuales, monto que incluye costo de reproceso y oportunidad. Por ello, se propuso implementar Cartas de Control Estadístico, lo cual mejoró el índice de productos defectuosos ya que al desarrollar la metodología en mención, nos arrojó que el proceso tenía un 6% de inestabilidad, a causa de un mal manejo de una máquina pegadora de cierre, por lo cual se propuso un plan de capacitación con la finalidad de mejorar el desempeño del operario, luego de aplicarlo y calcular nuevamente la estabilidad del proceso, se obtuvo una mejora al 100%, por lo que el monto de pérdida calculado en el diagnóstico preliminar disminuyó a S/. 13,556.16 anuales. Cabe mencionar que los montos calculados son en base a los dos lotes de 120 pares cada uno del modelo VR -037 CAMEL, producidos durante el mes.
PLAN DE MUESTREO DE ACEPTACIÓN	Ausencia de control de calidad de materia prima	S/. 6,432.35	S/. 1,506.24	La ausencia de control de calidad de materia prima influye en la obtención de productos defectuosos, lo cual origina pérdidas monetarias para la empresa ya que no solo son devueltos algunos lotes, sino que la relación con el cliente se deteriora ya que no hay confianza de recibir un producto conforme, por lo cual, se hizo un diagnóstico inicial de la situación de la empresa con respecto a la baja calidad de materia prima, por lo que se obtuvo que la empresa pierde mensualmente S/. 6,432.35 en reproceso y costo de oportunidad. Por ello se propuso implementar un Plan de Muestreo de Aceptación, proceso en el cual se desarrolló formatos y estándares de selección y evaluación de proveedores, con lo cual el indicador obtenido en el diagnóstico preliminar se redujo a S/. 1,506.24 anuales. Cabe mencionar que los montos calculados son en base a los dos lotes de 120 pares cada uno del modelo VR -037 CAMEL, producidos durante el mes. Cabe mencionar que los montos calculados son en base a los dos lotes de 120 pares cada uno del modelo VR -037 CAMEL, producidos durante el mes.

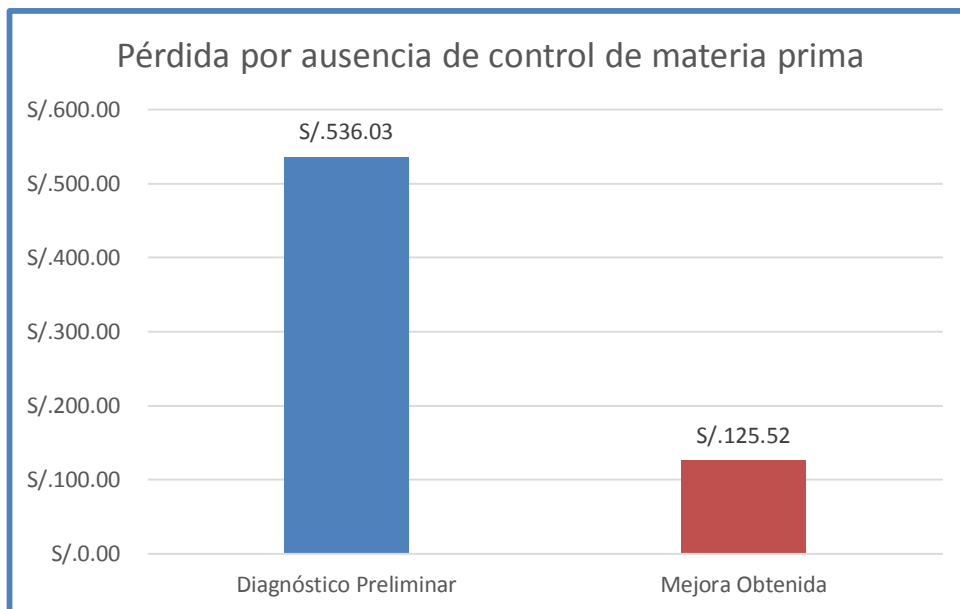
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 10: Mejora obtenida por aplicación de Cartas de Control



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 11: Mejora obtenida por aplicación de Plan de Muestreo de Aceptación



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- Al realizar el diagnóstico preliminar de la situación inicial de la empresa Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C., se identificó que el problema principal del Área de Calidad es el “Alto índice de productos defectuosos”, el cual es ocasionado por la baja calidad de materia prima e insumos, falta de capacitación, ausencias continuas, falta de estandarización de procesos, ausencia de un registro de proveedores, falta de mantenimiento preventivo-predictivo, falta de indicadores de Calidad y falta de orden y limpieza. Ver pág. 100.
- Mediante el desarrollo de las propuestas implementadas, se logró reducir el índice de productos defectuosos en 25% e incrementar la rentabilidad en un 37.6%. Ver pág 137.
- Dentro de los diversos problemas encontrados, los dos principales de acuerdo al valor monetario de pérdida para la empresa son la ausencia de control de calidad de materia prima y falta de indicadores de calidad, con pérdida de S/. 6,432.35 y S/. 17,716.33 al año respectivamente. Ver pág. 117.
- La metodología que se aplicó, con la finalidad de mejorar el problema encontrado, es el Control Estadístico de Calidad, dentro del cual se aplicó Cartas de Control, Plan de Muestreo de Aceptación, ambas como técnicas y se hizo uso de diferentes herramientas como hojas de comprobación, entrevistas y formatos de evaluaciones. Ver pág. 120
- Mediante la implementación de Cartas de Control Estadístico de Calidad se logró disminuir los productos defectuosos en un 25%, por lo cual, se obtuvo una mejora monetaria de S/. 13,556.16 anuales. Ver pág. 137 y 162
- Mediante la Aplicación de las Cartas de Control Estadístico de Calidad se obtuvo una mejora al 100% en cuanto a la inestabilidad del proceso, puesto que se encontró una inestabilidad de 6% y se redujo a 0%. Ver pág. 137
- Al implementar Plan de Muestreo de Aceptación se logró reducir el índice de productos defectuosos en un 71.4%, por lo cual se obtuvo una mejora monetaria de S/. 1,506.24. Ver pág. 158 y 162.
- El proyecto es viable, ya que mediante la Evaluación Económica Financiera desarrollada se obtuvo un VNA de S/. 177 050.67 y un TIR de 152.74%. Ver pág. 160.

7.2. Recomendaciones

- Con el fin de la mejora continua de la empresa, se recomienda hacer capacitaciones continuamente, con la finalidad que cada trabajador tenga la instrucción necesaria para realizar eficientemente su trabajo.
- Se recomienda establecer estándares de Calidad en cada una de las áreas de trabajo, con la finalidad de cumplir con los requerimientos del cliente.
- Con la finalidad de tener un mejor control en la recepción de materia prima, se recomienda contratar a una persona que se encargue de la parte logística, puesto que de esta manera se evitaría recibir materiales e insumos defectuosos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A. Libros

- Alles, Martha. (2012). *Dirección estratégica de recursos humanos: Gestión por competencias*. Buenos Aires: Granica
- Besterfield, D. (2009). *Control de la Calidad*. (8ª ed.). México: Pearson Educación
- Chiavenato, I. (2007). *Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones*. (8va ed.), México: McGrawHill.
- Chiavenato, I. (2009). *Gestión del Talento Humano*. (3.ª ed.). México: Mc Graw Hill Interamericana.
- Chiavenato, I. (2011). *Administración de recursos humanos*. (9ª ed.). México: McGraw Hill Interamericana.
- Dessler, G. (2009). *Administración de recursos humanos*. (11ª ed.) México: Pearson Educación.
- Santos, A. (2010). *Gestión de Talento Humano y Conocimiento*. Bogotá: Ecoe Ediciones
- Pereda, S. (2008). *Psicología del trabajo. Teoría y práctica*. España: Editorial Síntesis
- Gutiérrez, H. & De la Vara, R. (2009). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. (3.ª ed.). México: Mc Graw Hill Interamericana.
- Montgomery, D. (2011). *Control Estadístico de la Calidad*. (3.ª ed.). México: Limusa.
- Juran, J.M., Gryna, F., & Bingham, R.S. (2005). *Manual de Control de Calidad*. España: Reverté.
- Gryna F., Chua R. & DeFeo J. (2007). *Método Juran. Análisis y planeación de la calidad*. México: McGraw-Hill Interamericana

B. Libros virtuales

- Rajadell, M. & Sánchez, J. (2000). *Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad*. Lugar: Ediciones Díaz Santos. Recuperado de <http://www.ebrary.com>
- Cuatrecasas, L. (2000). *Planificación de la Producción: gestión de materiales*. Lugar: Ediciones Díaz Santos. Recuperado de <http://www.ebrary.com>

- Sánchez, J. (2000). Propuesta para la implementación del mantenimiento total productivo (TPM). Argentina: El Cid Editor- Ingeniería. Recuperado de <http://www.ebrary.com>
- Santos, C.G.(2001).*Mantenimiento Productivo Total. Una vision Global.* España. Recuperado de : <https://books.google.com.pe/books?id=IPtzAgAAQBAJ>

C. Tesis

- Gonzáles, J., Gonzáles, E. y Barba, G. (2013). *Propuesta de mejora del proceso de elaboración de plantillas para zapato utilizando la metodología Lean Manufacturing en la empresa Avios Guadalajara.* (Tesis de Licenciatura). Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.
- Coronado, F. y Yupanqui, D. (2014). *Posicionamiento de marcas de calzado para mujeres entre 20 – 26 años en la ciudad de Chiclayo.* (Tesis de Licenciatura). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.
- Alomía, V. (2011). *Elaboración de hojas de trabajo estandarizadas (SOS) y hojas de elementos de Trabajo (JES), aplicado en el área de preparación de materiales en la empresa Continental Tire Andina S.A.* (Tesis de Licenciatura). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Silva, J. (2013). *Propuesta para la implementación de técnicas de mejoramiento basadas en la filosofía de Lean Manufacturing, para incrementar la productividad del proceso de fabricación de suelas para zapato en la empresa inversiones CNH S.A.S.* (Tesis de Licenciatura). Pontifica Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Celis, Y. (2009). *Mejoramiento del sistema productivo de la empresa Calzado y Marroquinería Valery Collection.* (Tesis de Licenciatura). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, México.
- Mejía, S. (2013). *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de Manufactura Esbelta.* (Tesis de Licenciatura). Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Palomino, M. (2012). *Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes.* (Tesis de Licenciatura). Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Vega, F. (2012). *Herramienta de Lean Manufacturing, SMED en la chancadora MP 800 de una empresa minera.* (Tesis de Licenciatura). Universidad Privada

del Norte, Trujillo, Perú.

- Puyen, E. (2011). *Análisis de un sistema de producción bajo el enfoque Lean Manufacturing para la optimización de la Cadena Productiva de la empresa INDUPLAST*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.

D. Direcciones electrónicas

- Revista de calzado. (2014). *Anuario del sector mundial del calzado*. [En línea] Recuperado el 01 de abril del 2016, de <http://revistadelcalzado.com/anuario-del-sector-mundial-del-calzado-2014/>
- CITECCAL. (2015). *Publicaciones informativas cuero, calzado y accesorios*. [En línea] Recuperado el 02 de abril del 2016, de <http://www.citeccal.com.pe/boletin/>
- La República. (2014). *Calzado peruano luchas contra las importaciones peruanas*. [En línea] Recuperado el 03 de abril del 2016, de <http://larepublica.pe/20-12-2014/calzado-peruano-lucha-contra-las-importaciones-asiaticas>
- [El Comercio. \(2012\). Cada minuto se importan 59 pares de zapatos en el Perú.](http://elcomercio.pe/economia/peru/cada-minuto-se-importan-59-pares-zapatos-peru-noticia-1486664) [En línea] Recuperado el 04 de abril del 2016, de <http://elcomercio.pe/economia/peru/cada-minuto-se-importan-59-pares-zapatos-peru-noticia-1486664>
- [Castillo, D. \(2011\). El Porvenir, el corazón de los cueros y zapatos en Trujillo.](http://rpp.pe/peru/actualidad/el-porvenir-el-corazon-de-los-cueros-y-zapatos-en-trujillo-noticia-400439) [En línea] Recuperado el 05 de Abril del 2016, de <http://rpp.pe/peru/actualidad/el-porvenir-el-corazon-de-los-cueros-y-zapatos-en-trujillo-noticia-400439>
- Ministerio de la Producción (s.f.). *Directorio Nacional de Empresas Industriales*. [En línea] Recuperado el 05 de Abril del 2016, de <http://www.produce.gob.pe/index.php/estadistica/directorio-nacional-de-empresas-industriales>
- Oliva, M. (2011). *Perfil sectorial del calzado*. [En línea] Recuperado el 03 de abril del 2016, de <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/1574/Perfil%20Sectorial%20de%20Calzado.pdf>
- COPEME. (2008). *Identificar la Demanda y Oferta Exportable de los Principales y Potenciales Mercados Internacionales para los Productos del Sector Calzado – La Libertad*. [En línea] Recuperado el 01 de abril del 2016, de <http://www.mincetur.gob.pe/Comercio/ueperu/licitacion/pdfs/Informes/4.pdf>

- CDI. (s.f.). *Estandarización*. [En línea]. Recuperado el 14 de junio del 2016, de <http://www.cdiconsultoria.es/estandarizacion-de-procesos-de-produccion-valencia>
- INEI. (2015). *Variación de los indicadores de precios de la economía*. [en línea] Recuperado el 04 de abril del 2016, de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-tecnico-n11_precios-oct2015.pdf

ANEXOS

Anexo N° 01: Primera entrevista a Vanessa Valderrama

ENTREVISTA N° 01

Buenas tardes señorita Vanessa Valderrama (Gerente Comercial), en esta oportunidad le vamos a hacer una pequeña entrevista:

Con respecto a la capacitación,

1. ¿Ha realizado usted algún tipo de capacitación? Si es así ¿En qué área?

Buenas tardes, no, no se ha realizado ningún tipo de capacitación, solo una vez los reunimos a todos y les explicamos las consecuencias positivas y negativas de su trabajo; pero una capacitación formal no, pero si estamos en viendo de implementar un plan de capacitación con Katia.

Con respecto al mantenimiento de la maquinaria,

2. ¿Se realiza un mantenimiento preventivo a la maquinaria usada en la línea de producción?

No, aquí no se realiza un mantenimiento preventivo, sino que se llama al técnico únicamente cuando se presenta alguna deficiencia en cualquier tipo de máquinas.

Fuente: (Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C.; 2016)

Anexo N° 02: Segunda entrevista a Vanessa Valderrama

ENTREVISTA N° 02

Buenas tardes, Srta. Valderrama (Gerente Comercial) en esta oportunidad le haremos algunas preguntas con respecto a lo que hemos podido observar.

1. ¿Cuánto cuesta el arreglo de la máquina de coser y la boca de sapo?

La máquina de coser cuesta treinta (25) soles el arreglo y en el caso de la boca de sapo es de cuarenta (35) soles.

2. ¿Cuentan con un registro de proveedores calificados?

No, yo voy y busco el mejor precio del momento o el proveedor que ese momento cuente con stock de materiales que necesito.

3. ¿Le ha generado problemas lo mencionado anteriormente?

Si obvio, por ejemplo en el pedido del botín Camel que están trabajando, en uno de los lotes del mes tuve problemas con la entrega las cajas de zapatos ya que como saben trabajamos con cajas con diseños pedidas por el cliente, entonces el problema fue que el que realiza estos diseños con la elaboración de la caja estaba saturado de trabajo y me hizo esperar cuatro (04) días para entregarme, por lo cual se empacó recién a la llegada de éstas.

4. ¿Cuáles son los costos generados por devoluciones?

Existen costos de mano de obra del día, transporte que es ochenta y cuarenta y cinco (45) soles aproximadamente y costo de insumos y energía eléctrica.

Fuente: (Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C.; 2016)

Anexo N° 03: Entrevista a Katia Luján

ENTREVISTA N° 03

Buenas tardes, Srta. Katia Luján en esta oportunidad le haremos algunas preguntas con respecto a lo que hemos podido observar.

- 1. En la ficha de observaciones que maneja al término de cada lote, una de las causas que ocasiona productos defectuosos es el mal pegado de cierre.**

¿Por qué cree usted que se da este tipo de error?

Sí claro uno de los problemas que se observa es ese, pero como puedes notar en las dos fichas que te proporcionamos, esta cantidad no excede de cuatro (04) o cinco (05) pares y creo que este problema se debe sobre todo al manejo inadecuado o falta de costumbre de usar la máquina para pegado de cierre.

- 2. ¿El cierre que requiere arreglo es desechado o se vuelve a usar el mismo?**

No, este cierre ya no se vuelve a usar, sobretodo porque lleva un pegamento fuerte y al sacar se queda aún con algo de pegamento, por lo cual optamos por usar uno nuevo más que todo por una mejor estética del botín.

- 3. En cuanto a la falta de orden y limpieza generado por los trabajadores, ¿Cómo subsanan los errores de salpicadura de pegamento?**

Como ya te mencioné, el pegamento si bien es cierto se puede reactivar para disolverlo pero en este caso no sirve de nada puesto que se mancharía más el zapato, así que en este caso, cambiamos el zapato o botín completamente.

Es por ello que ya estamos iniciando la implementación de 5´S porque como ves genera un alto costo, prácticamente volvemos a hacer todo y a usar nuevo material, claro menos la planta ya que eso si se puede reutilizar.

- 4. ¿Por qué cree que se genera un problema en cuanto al doblado de borde de caña?**

Bueno en este caso, como sabes en todo proceso productivo se debe seguir un estándar en cuanto al método de trabajo a seguir, y eso es lo que aquí no existe,

en este caso, por ejemplo, el borde no sigue un estándar, lo ideal es doblar solo 1 cm pero a veces doblan más de la cuenta por lo que es botín no se ve igual al resto. Por ello te comenté recién entré en marzo y estoy viendo todas las fallas o deficiencias para poder implementar mejoras

5. ¿En qué costos incurre por éste problema?

Los costos en los que se incurre por este problema son de mano de obra, material como el antitranspirante, el cierre y el hilo que usan las costureras, así también hay costos de insumos líquidos como pegamentos, que ya has visto durante el proceso de habilitado de 3 y luz.

6. Por otro lado, en cuanto al material que usan, vemos que uno de los principales problemas son el problema con las plantas. ¿A qué se debe esto?

Si mira, de por si el problema es causado en primer lugar porque la planta que usamos es difícil de conseguir y esto implica que solo tengamos que trabajar con un proveedor y esto ocasiona que del total de lote de plantas que nos traen el 7 u 8 % esté con problemas de color lo cual no se ve bien estéticamente; en segundo lugar no existe una revisión del lote al recibirlo sino que nos damos cuenta del problema ya cuando pasa por los hornos y llega al final de la línea evidenciando el problema.

7. ¿Cuáles son las maquinarias con mayores problemas mecánicos?

Durante el último mes, y casi siempre tengo problemas con la primera máquina de coser de la línea y la máquina pegadora boca de sapo. Y esto genera paros.

8. ¿Cuánto tiempo de paro ocasionan arreglar estas máquinas?

A ver, por ejemplo en el caso de la boca de sapo se para 1 hora, es decir en el mes se paró una hora y en el caso de la máquina de coser se me malogró se demoran en repararla media hora y se malogró dos veces, osea en total se paró 1 hora.

9. ¿Tiene problemas con faltas de personal?

Si, especialmente con dos trabajadores el que se encarga del armado y la costurera 1, ya se les ha llamado la atención varias veces pero se les aguanta un poco por que realizan bien su trabajo.

10. ¿Qué consecuencias trae el que estos dos trabajadores falten?

La consecuencia principalmente cae en el tiempo extra que se ocasiona en esa etapa del proceso, ya que si bien es reemplazado por otra persona pero no tiene la misma habilidad o costumbre que las personas ausentes ya tienen. Por ejemplo en el caso del armador de ocasiona un tiempo extra de un minuto y medio y la costurera que reemplaza se demorará un minuto más del tiempo normal.

11. ¿Manejan indicadores de calidad?

No

12. ¿Cree usted que esto le genera consecuencias?

Claro, sobretodo genera costos para la empresa, puesto que por falta de ello se producen errores los cuales generan devoluciones, costos de mano de obra, material, transporte porque eso corre por cuenta nuestra y sobretodo pérdida de tiempo.

13. ¿Cuánto tiempo y costo genera el reproceso y entrega?

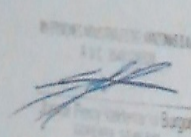
El tiempo de reproceso es un día solamente, ya que si bien es cierto nos devuelven la totalidad del lote pero solo un 20% está con fallas corregibles fácilmente. Y en cuanto a los costos lo maneja Vanessa.

Anexo N° 05: Registro de material desechado

REGISTRO DE MATERIAL DESECHADO

FECHA: 11 DE MAYO.

MODELO	MATERIAL	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA
VE-217-1000	Mantas	20 unidades	Papeles oxidados / no controlados
	Tinturas	5 unidades	fundos.
VE-217-1000	Resacas	10 unidades	manchas saladas
VE-217-1000	Mantas	10 unidades	Destrito color (bajo y imperfecto)
	Genes	10 unidades	Manchas de color, manchas
VE-217-1000	Resacas	10 unidades	fundos
VE-217-1000			
VE-217-1000			
VE-217-1000	Papeles	10	defectuoso otro color




 INVERSIONES INDUSTRIALES DEL AMAZONAS S.A.C.

Fuente: (Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C.; 2016)

Anexo N° 06: Registro de mantenimiento de maquinaria

REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA

FECHA	MAQUINAS	PROBLEMA	TIEMPO DE PARO
18/09/2016	Compresora	Pausa completa al sistema	2
29/10/2016	Mag. CO1.01	Continuidad de agua	1
10/04/2016	Horno conformado	No enciende	3
02/04/2016	Trincherador	Deriva de pegamento	1.
27/04/2016	Mag. CO2	Interruptiones de luz	1.
07/03/2016	Mag. CO1 - Mag. CO3	Mal cierre de botellas	2
08/09/2016	Baca de carga	No respalda correctamente	1.

INVERSIONES INDUSTRIALES DEL AMAZONAS S.A.C.
R.U.C. 2010001001

Gerente General

Fuente: (Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C.; 2016)

**Anexo N° 08: Modelo de encuesta realizada a los colaboradores de
Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C**

1. ¿Cuánto tiempo tiene trabajando en la empresa?

Menos de 6 meses Entre 6 meses y un año Entre un año y dos años
Más de 2 años

2. ¿Se siente a gusto con el puesto que ocupa en la empresa?

Si No

3. ¿Cree que en la empresa se fomenta el compañerismo y la unión entre los trabajadores?

Si No

4. ¿Considera que recibe un justo reconocimiento de su labor de parte de sus compañeros y jefes?

Si No

5. ¿Considera que la empresa tiene en cuenta las opiniones o sugerencias del empleado, teniendo las mismas cierta influencia en la toma de decisiones?

Si No

6. ¿Considera que el salario neto recibido es justo en relación a su trabajo y esfuerzo?

Si No

7. ¿Recibe algún tipo de incentivo cuando realiza satisfactoriamente sus tareas respecto a su puesto de trabajo?

Si No

8. ¿Cree usted que las condiciones del ambiente físico de su trabajo influyen en la forma que desempeña su trabajo?

Si No

9. ¿Cuántas capacitaciones ha percibido en los dos últimos años?

Ninguna De 1 a 3 De 3 a 6 Más de 6

10. ¿En su opinión personal, que tendría que mejorarse en la organización?

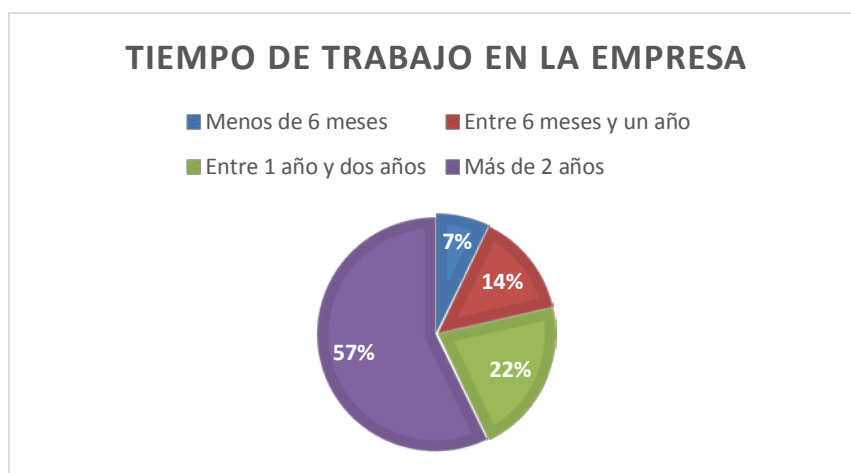
Relaciones interpersonales Remuneraciones Capacitación
Reconocimiento Ambiente físico/disposición de recursos

Fuente: (Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C.; 2016)

Anexo N° 09: Resultado de la encuesta realizada a los colaboradores

1. ¿Cuánto tiempo tiene trabajando en la empresa?

Respuesta	N° personas	%
Menos de 6 meses	1	7%
Entre 6 meses y un año	2	14%
Entre 1 año y dos años	3	21%
Más de 2 años	8	57%
TOTAL	14	100%



2. ¿Se siente a gusto con el puesto que ocupa en la empresa?

Respuesta	N° personas	%
Si	13	93%
No	1	7%
TOTAL	14	100%



3. ¿Cree que en la empresa se fomenta el compañerismo y la unión entre los trabajadores?

Respuesta	N° personas	%
Si	6	43%
No	8	57%
TOTAL	14	100%



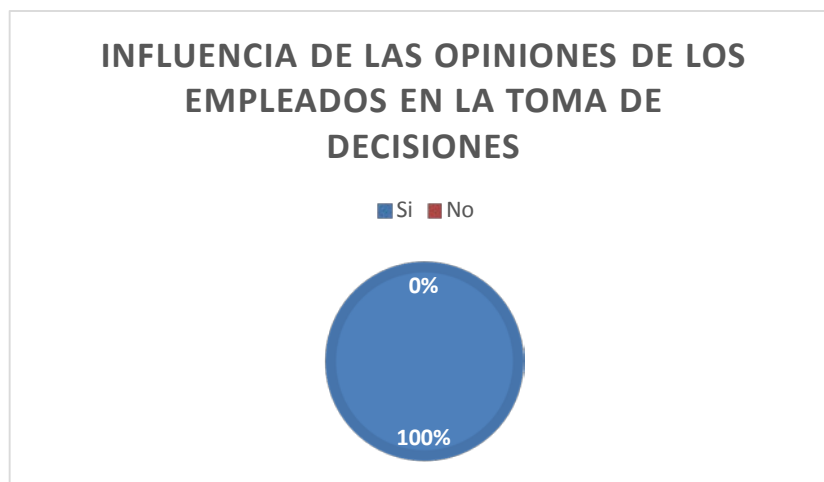
4. ¿Considera que recibe un justo reconocimiento de su labor de parte de sus compañeros y jefes?

Respuesta	N° personas	%
Si	14	100%
No	0	0%
TOTAL	14	100%



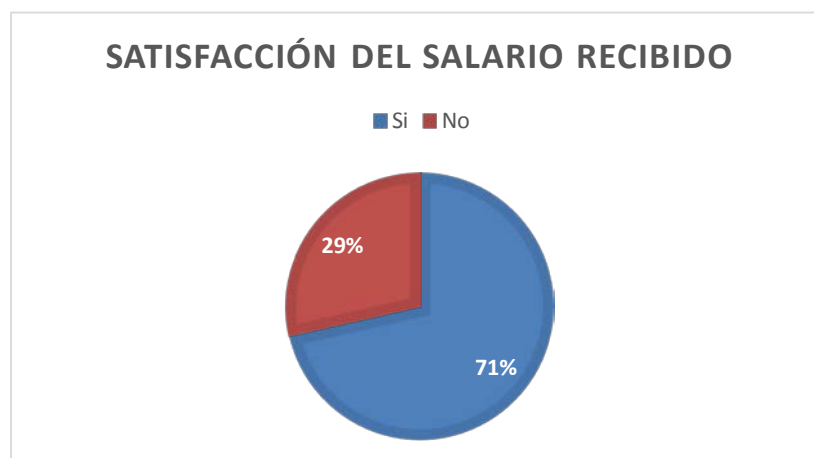
5. ¿Considera que la empresa tiene en cuenta las opiniones o sugerencias del empleado, teniendo las mismas cierta influencia en la toma de decisiones?

Respuesta	N° personas	%
Si	14	100%
No	0	0%
TOTAL	14	100%



6. ¿Considera que el salario neto recibido es justo en relación a su trabajo y esfuerzo?

Respuesta	N° personas	%
Si	10	71%
No	4	29%
TOTAL	14	100%



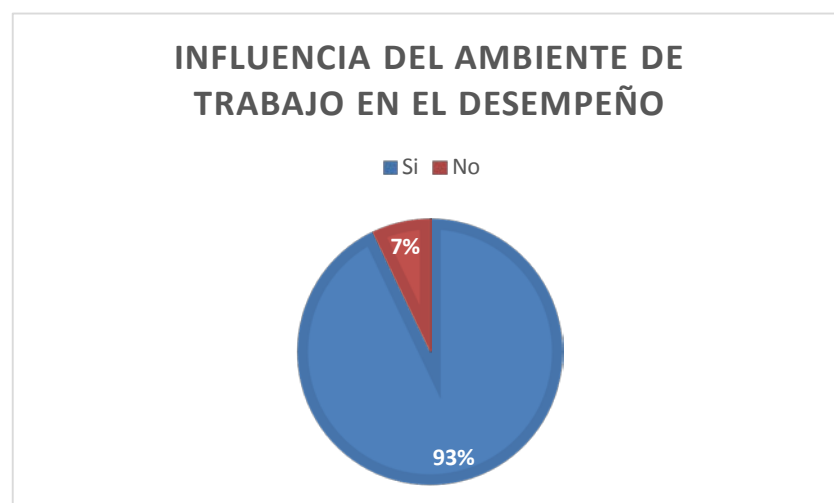
7. ¿Recibe algún tipo de incentivo cuando realiza satisfactoriamente sus tareas respecto a su puesto de trabajo?

Respuesta	N° personas	%
Si	5	36%
No	9	64%
TOTAL	14	100%



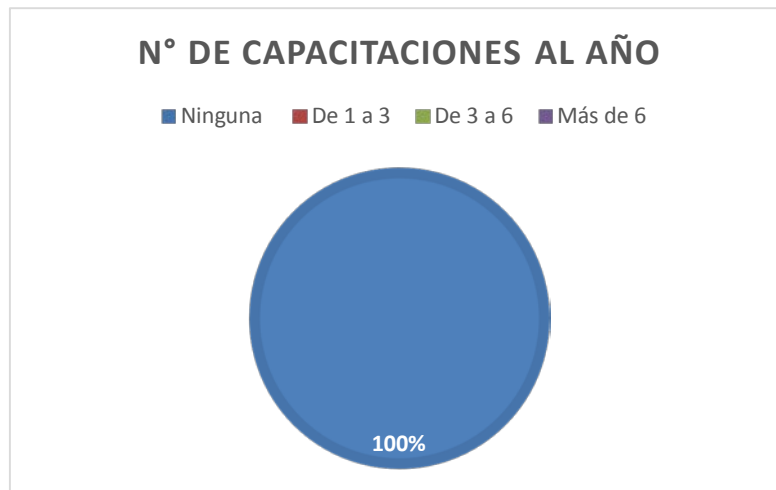
8. ¿Cree usted que las condiciones del ambiente físico de su trabajo influyen en la forma que desempeña su trabajo?

Respuesta	Nº personas	%
Si	13	93%
No	1	7%
TOTAL	14	100%



9. ¿Cuántas capacitaciones ha percibido en los dos últimos años?

Respuesta	Nº personas	%
Ninguna	14	100%
De 1 a 3	0	0%
De 3 a 6	0	0%
Más de 6	0	0%
TOTAL	14	100%



10. ¿En su opinión, que tendría que mejorarse en la organización?

Respuesta	N° personas	%
Relaciones interpersonales	4	29%
Reconocimiento	1	7%
Remuneraciones	5	36%
Ambiente físico	2	14%



Fuente: (Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C.; 2016)

Anexo 10: Búsqueda del código de inscripción de la empresa Inversiones industriales del amazonas S.A.C.



Zona Registral N° V
Sede Trujillo

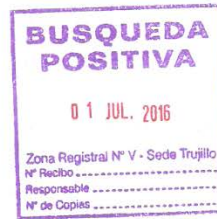
Pág. 1 de 1

PERSONAS JURIDICAS

REPORTE DE BUSQUEDA POR RAZON SOCIAL

Razon Social [INVERSIONES INDUSTRIALES DEL AMAZONAS]

OFICINA PARTIDA	FICHA/TOMCAPELLIDOS Y NOMBRES / RAZON SOCIAL	ESTADO
TRUJILLC 11045913	INVERSIONES INDUSTRIALES DEL AMAZONAS S.A.C.	Activo



HOJA INFORMATIVA, NO VALIDO PARA TRAMITE JUDICIAL NI ADMINISTRATIVO.

Impresion Fecha : 01/07/2016 10:13

Atención : 2938499 Recibo : 2016-250-00006826

HPORRAS/or0801/TRUJILLO

Fuente: (SUNARP.; 2016)

Anexo N° 11: Desorden en operación de costura 2



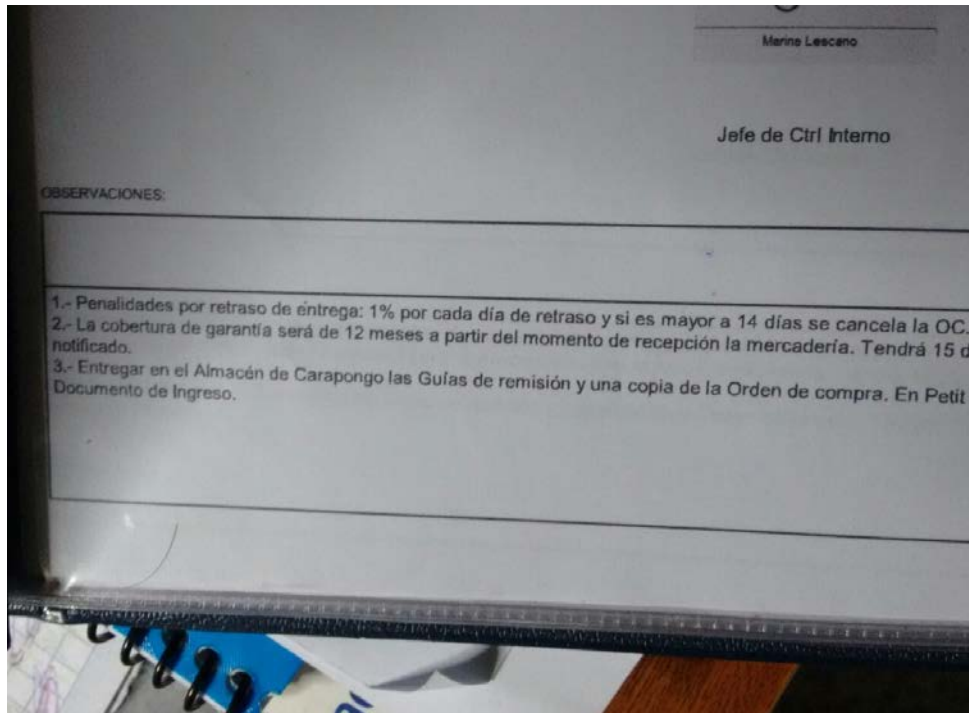
Fuente: (Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C.; 2016)

Anexo N° 12: Mal estado de congelador



Fuente: (Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C.; 2016)

Anexo N° 13: Monto de penalidad diaria



Fuente: (Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C.; 2016)

Anexo N° 21: Encuesta a supervisora de producción

ENCUESTA A SUPERVISORA DE PRODUCCIÓN

1. De los siguientes problemas identificados. Valorar del 1 al 4, según el grado de importancia para la mejora de la calidad del calzado.

a. Falta de capacitación	3
b. Ausencias continuas	1
c. Baja Calidad de materia prima	4
d. Falta de un mantenimiento preventivo – predictivo	2
e. Falta de estándares de procesos	3
f. Ausencia de un registro de proveedores	2
g. Falta de indicadores de calidad	4
h. Falta de orden y limpieza	2

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 22: Encuesta a encargada logística

ENCUESTA A ENCARGADA LOGÍSTICA

1 De los siguientes problemas identificados. Valorar del 1 al 4, según el grado de importancia para la mejora de la calidad del calzado.

a. Falta de capacitación	3
b. Ausencias continuas	1
c. Baja Calidad de materia prima	3
d. Falta de un mantenimiento preventivo – predictivo	1
e. Falta de estándares de procesos	2
f. Ausencia de un registro de proveedores	4
g. Falta de indicadores de calidad	3
h. Falta de orden y limpieza	1

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 23: Encuesta a supervisora de calidad

ENCUESTA A SUPERVISORA DE CALIDAD

1. De los siguientes problemas identificados. Valorar del 1 al 4, según el grado de importancia para la mejora de la calidad del calzado.

a. Falta de capacitación	3
b. Ausencias continuas	1
c. Baja Calidad de materia prima	4
d. Falta de un mantenimiento preventivo – predictivo	2
e. Falta de estándares de procesos	3
f. Ausencia de un registro de proveedores	3
g. Falta de indicadores de calidad	4
h. Falta de orden y limpieza	1

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 24: Encuesta a gerente comercial

ENCUESTA A LA GERENTE COMERCIAL

1. De los siguientes problemas identificados. Valorar del 1 al 4, según el grado de importancia para la mejora de la calidad del calzado.

a. Falta de capacitación	3
b. Ausencias continuas	2
c. Baja Calidad de materia prima	4
d. Falta de un mantenimiento preventivo – predictivo	2
e. Falta de estándares de procesos	2
f. Ausencia de un registro de proveedores	2
g. Falta de indicadores de calidad	4
h. Falta de orden y limpieza	2

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 25: Hojas de comprobación de la toma de muestras preliminar

HOJA DE COMPROBACIÓN N° <u>01</u>		
Lote: CAMEL	VR 037-	Hora: 9:00 a.m
Tamaño de la muestra:	8	
Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		0

HOJA DE COMPROBACIÓN N° <u>02</u>		
Lote: CAMEL	VR 037-	Hora: : 10:00 a.m
Tamaño de la muestra:	8	
Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta	I II	1 2
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		3

HOJA DE COMPROBACIÓN N° <u>03</u>		
Lote: CAMEL	VR 037-	Hora : 11:00 a.m
Tamaño de la muestra:	6	
Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales		1
Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		1
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		2

HOJA DE COMPROBACIÓN N° <u>04</u>		
Lote: CAMEL	VR 037-	Hora : 12:00 p.m
Tamaño de la muestra:	6	
Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales		
Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		0

HOJA DE COMPROBACIÓN N° <u>05</u>		
Lote: CAMEL	VR 037-	Hora : 1:00 p.m
Tamaño de la muestra:	8	
Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		0

HOJA DE COMPROBACIÓN N° <u>08</u>		
Lote:	VR 037- CAMEL	Hora: 5:00 p.m
Tamaño de la muestra:	8	
Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre		
Pérdida de color de planta o plantas teñidas		1
Doble punto de cocido en laterales		1
Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		2

HOJA DE COMPROBACIÓN N° <u>09</u>		
Lote:	VR 037- CAMEL	Hora: 6:00 p.m
Tamaño de la muestra:	6	
Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre		
Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales		
Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		0

HOJA DE COMPROBACIÓN N° <u>10</u>		
Lote:	VR 037- CAMEL	Hora: 9:00 a.m
Tamaño de la muestra:	8	
Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre	IIII	4
Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales	II	2
Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		6

HOJA DE COMPROBACIÓN N° <u>11</u>		
Lote:	VR 037- CAMEL	Hora: 10:00 a.m
Tamaño de la muestra:	8	
Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		0

HOJA DE COMPROBACIÓN N° <u>12</u>		
Lote:	VR 037- CAMEL	Hora: 11:00 a.m
Tamaño de la muestra:	8	
Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		0

--	--

HOJA DE COMPROBACIÓN N° <u>13</u>		
Lote:	VR 037- CAMEL	Hora: 12:00 p.m
Tamaño de la muestra:	6	
Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre		
Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales		
Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		0

HOJA DE COMPROBACIÓN N° <u>14</u>		
Lote:	VR 037- CAMEL	Hora: 1:00 p.m
Tamaño de la muestra:	8	
Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña	I	1
Mal pegado de cierre	IIII	4
Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales	I	1
Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		6

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 15

Lote: VR 037- CAMEL **Hora:** 3:00 p.m
Tamaño de la muestra:
6

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta	 	 1 1
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		2

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 16

Lote: VR 037- CAMEL **Hora:** 4:00 p.m
Tamaño de la muestra:
6

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta	 	
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		0

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 17

Lote: VR 037- CAMEL **Hora:** 5:00 p.m
Tamaño de la muestra:
6

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre	I	1
Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales	II	2
Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		3

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 18

Lote: VR 037- CAMEL **Hora:** 6:00 p.m
Tamaño de la muestra:
6

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre	I	1
Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales	I	1
Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		2

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 19**Lote:** VR 037- CAMEL**Hora:** 9:00 a.m**Tamaño de la muestra:**

8

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña		1
Mal pegado de cierre		
Pérdida de color de planta o plantas teñidas		1
Doble punto de cocido en laterales		1
Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		3

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 20**Lote:** VR 037- CAMEL**Hora:** 10:00 a.m**Tamaño de la muestra:**

6

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña		1
Mal pegado de cierre		
Pérdida de color de planta o plantas teñidas		
Doble punto de cocido en laterales		
Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		1

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 21**Lote:** VR 037- CAMEL**Hora:** 11:00 a.m**Tamaño de la muestra:**

6

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		0

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 22**Lote:** VR 037- CAMEL**Hora:** 12:00 p.m**Tamaño de la muestra:** 8

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta	 	1 1
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		2

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 23

Lote: VR 037- CAMEL **Hora:** 1:00 p.m
Tamaño de la muestra: 8

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		0

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 24

Lote: VR 037- CAMEL **Hora:** 3:00 p.m
Tamaño de la muestra: 6

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		0

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 25

Lote: VR 037- CAMEL **Hora:** 4:00 p.m
Tamaño de la muestra: 6

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña		
Mal pegado de cierre	I	1
Pérdida de color de planta o plantas teñidas	II	2
Doble punto de cocido en laterales	I	1
Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		4

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 26

Lote: VR 037- CAMEL **Hora:** 5:00 p.m
Tamaño de la muestra: 8

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña		
Mal pegado de cierre		
Pérdida de color de planta o plantas teñidas		
Doble punto de cocido en laterales		
Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		0

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 27

Lote: VR 037- CAMEL **Hora:** 6:00 p.m
Tamaño de la muestra: 8

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales	 	1 1
Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		2

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 28

Lote: VR 037- CAMEL **Hora:** 9:00 a.m
Tamaño de la muestra: 8

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales		
Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		0

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 29

Lote: VR 037-
CAMEL

Hora: 10:00 a.m

Tamaño de la muestra:
8

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		0

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 30

Lote: VR 037-
CAMEL

Hora: 11:00 a.m

Tamaño de la muestra:
6

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta	IIII	4
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		4

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 31**Lote:** VR 037-**CAMEL****Hora:** 12:00 p.m**Tamaño de la muestra:****6**

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		0

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 32**Lote:** VR 037-**CAMEL****Hora:** 1:00 p.m**Tamaño de la muestra:****8**

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña Mal pegado de cierre Pérdida de color de planta o plantas teñidas Doble punto de cocido en laterales Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		0

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 33**Lote:** VR 037-**CAMEL****Hora:** 3:00 p.m**Tamaño de la muestra:**

6

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña		1
Mal pegado de cierre		1
Pérdida de color de planta o plantas teñidas		1
Doble punto de cocido en laterales		
Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		2

HOJA DE COMPROBACIÓN N° 34**Lote:** VR 037-**CAMEL****Hora:** 4:00 p.m**Tamaño de la muestra:**

8

Defectos encontrados	Registro	Total
Mal doblado de borde de caña		1
Mal pegado de cierre		
Pérdida de color de planta o plantas teñidas		
Doble punto de cocido en laterales		
Zapatos sucios y con salpicaduras de pegamento al costado de planta		
TOTAL DE UNIDADES DEFECTUOSAS		1

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 26: Tasas de interés promedio del sistema bancario

Tasas Activas Anuales de las Operaciones en Moneda Nacional Realizadas en los Últimos 30 Días Útiles Por Tipo de Crédito al 02/12/2016

Moneda Nacional		Moneda Extranjera															
Tasa Anual (%)	Continental	Comercio	Crédito	Financiero	BIF	Scotiabank	Citibank	Interbank	Mibanco	GNB	Falabella	Santander	Ripley	Azteca	Cencosud	ICBC	Promedio
Corporativos	5.14	-	5.75	6.40	7.17	5.17	5.75	6.50	-	7.23	-	7.78	-	-	-	6.05	5.84
Descontos	5.80	-	6.27	-	6.87	6.38	-	5.79	-	-	-	8.18	-	-	-	-	6.82
Préstamos hasta 30 días	4.70	-	6.08	6.10	6.31	5.02	6.34	4.87	-	-	-	6.75	-	-	-	-	5.34
Préstamos de 31 a 90 días	4.70	-	5.08	6.80	6.09	4.79	5.57	5.83	-	8.23	-	7.61	-	-	-	-	5.09
Préstamos de 91 a 180 días	5.69	-	5.72	7.00	5.95	6.15	7.83	-	-	6.00	-	6.14	-	-	-	6.05	5.82
Préstamos de 181 a 360 días	5.58	-	6.65	7.50	-	9.00	5.46	6.82	-	-	-	-	-	-	-	-	6.21
Préstamos a más de 360 días	6.57	-	6.40	6.80	9.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.86
Grandes Empresas	7.01	10.65	7.19	8.13	7.42	6.72	5.88	7.74	-	9.28	-	8.28	-	-	-	-	7.18
Descontos	9.26	14.54	6.71	8.13	7.78	6.23	-	7.36	-	10.54	-	8.88	-	-	-	-	7.48
Préstamos hasta 30 días	5.05	10.76	7.21	-	5.85	5.52	5.30	7.05	-	5.95	-	7.42	-	-	-	-	6.43
Préstamos de 31 a 90 días	7.36	10.85	7.64	8.08	6.81	7.03	6.09	7.12	-	9.10	-	7.95	-	-	-	-	7.35
Préstamos de 91 a 180 días	6.81	11.08	7.13	7.90	7.62	7.00	5.84	6.00	-	9.22	-	8.17	-	-	-	-	7.14
Préstamos de 181 a 360 días	7.19	8.00	6.87	-	8.07	5.86	-	8.30	-	10.24	-	9.16	-	-	-	-	7.01
Préstamos a más de 360 días	7.68	-	7.24	9.85	8.80	8.31	-	9.87	-	-	-	9.85	-	-	-	-	7.91
Medianas Empresas	11.12	13.31	9.70	11.08	9.08	11.27	7.18	10.64	16.45	11.28	-	9.48	-	-	-	-	10.28
Descontos	12.99	28.43	8.04	10.18	8.64	10.00	-	8.83	-	10.05	-	9.47	-	-	-	-	9.59
Préstamos hasta 30 días	9.67	12.72	8.91	11.59	7.72	10.38	6.30	10.72	-	-	-	-	-	-	-	-	9.03
Préstamos de 31 a 90 días	11.80	12.95	10.55	11.08	9.71	10.16	6.85	11.97	-	11.73	-	8.71	-	-	-	-	10.73
Préstamos de 91 a 180 días	11.26	12.59	9.92	9.88	8.54	10.35	-	10.98	18.35	10.38	-	9.02	-	-	-	-	10.37
Préstamos de 181 a 360 días	12.00	-	8.69	11.74	8.43	12.45	-	7.58	17.61	10.50	-	6.90	-	-	-	-	10.82
Préstamos a más de 360 días	9.16	-	11.50	13.54	9.95	14.33	7.39	12.53	15.68	12.05	-	10.89	-	-	-	-	10.67
Pequeñas Empresas	16.63	-	17.71	23.12	13.35	23.82	-	18.42	24.83	15.08	-	-	-	-	-	-	21.92
Descontos	19.22	-	8.24	11.44	13.19	13.79	-	11.53	-	11.00	-	-	-	-	-	-	12.60
Préstamos hasta 30 días	16.70	-	10.07	15.84	-	19.06	-	11.00	39.26	-	-	-	-	-	-	-	12.69
Préstamos de 31 a 90 días	17.73	-	12.58	24.03	13.55	20.01	-	18.44	30.53	15.49	-	-	-	-	-	-	17.83
Préstamos de 91 a 180 días	17.78	-	23.53	24.77	12.40	16.91	-	15.57	30.68	18.50	-	-	-	-	-	-	21.97
Préstamos de 181 a 360 días	19.88	-	11.34	27.19	15.87	24.03	-	19.38	26.91	15.42	-	-	-	-	-	-	25.22
Préstamos a más de 360 días	13.29	-	16.73	22.99	13.19	24.69	-	19.00	23.89	15.03	-	-	-	-	-	-	22.09
Microempresas	26.85	0.01	27.21	24.42	16.10	23.22	-	20.24	39.60	13.70	-	-	-	-	-	-	35.99
Tarjetas de Crédito	36.21	0.01	29.92	52.95	-	30.62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30.82
Descontos	22.20	-	3.86	14.00	16.10	12.34	-	11.17	-	-	-	-	-	-	-	-	7.48
Préstamos Revolventes	18.90	-	-	-	-	-	-	21.28	-	-	-	-	-	-	-	-	21.12
Préstamos a cuota fija hasta 30 días	16.40	-	-	-	-	14.86	-	-	61.61	-	-	-	-	-	-	-	28.49
Préstamos a cuota fija de 31 a 90 días	25.44	-	27.98	38.49	-	14.56	-	20.94	54.88	-	-	-	-	-	-	-	45.50
Préstamos a cuota fija de 91 a 180 días	19.80	-	25.86	41.02	-	20.35	-	16.51	54.38	-	-	-	-	-	-	-	46.50
Préstamos a cuota fija de 181 a 360 días	18.35	-	7.58	46.87	-	20.23	-	32.44	45.28	-	-	-	-	-	-	-	44.82
Préstamos a cuota fija a más de 360 días	10.99	-	18.37	22.26	-	22.13	-	21.54	33.85	13.70	-	-	-	-	-	-	31.21

Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP