



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE SIX SIGMA, A TRAVÉS DEL MODELO DMAIC PARA LA MEJORA DE CALIDAD DEL PRODUCTO EN LA EMPRESA POSTES DEL NORTE S.A-CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Maritza Rebaza Céspedes

Asesor:

Ing. Jimmy Frank Oblitas Cruz

Cajamarca – Perú

2016

APROBACIÓN DE LA TESIS

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por la Bachiller Maritza Rebaza Céspedes, denominada:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE SIX SIGMA, A
TRAVÉS DEL MODELO DMAIC PARA LA MEJORA DE CALIDAD DEL
PRODUCTO EN LA EMPRESA POSTES DEL NORTE S.A.- CAJAMARCA”**

Ing. Jimmy Frank Oblitas Cruz
ASESOR

Ing. Katty Vanessa Vigo Alva
**JURADO
PRESIDENTE**

Ing. Karla Rossemay Sisniegas Noriega
JURADO

Ing. Ana Rosa Mendoza Azañero
JURADO

DEDICATORIA

A Dios, por darme su bendición día a día y por ser el camino que guía mi vida
llena de constantes retos.

A mis asesores, Ing. Jimy Oblitas, Ing. Elmer Aguilar y Ing. Cristian Quezada, por
el tiempo y la ayuda brindada durante el desarrollo de la presente investigación y
su constante apoyo.

A mis padres, Genaro y María Luisa, por su amor y apoyo incondicional durante
toda mi vida, por su apoyo moral y económico en todo el transcurso de mi carrera
profesional.

A mi novio Carlos Rodríguez, que estuvo apoyándome en todo el transcurso de mi
carrera, alentándome en cada acción que he realizado.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por haber permitido lograr mi objetivo, por iluminar mi mente para la aplicación de todo lo aprendido y aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudios.

A mis padres Genaro y María Luisa por su apoyo incondicional, por ser un ejemplo de desarrollo y el pilar principal en todo yo soy, pues ellos me dieron la vida y por los valores que establecieron en mi persona.

A mis compañeros y amigos de la universidad y del trabajo, por su amistad sincera a lo largo del desarrollo de mi carrera.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	xvi
1.1. Realidad problemática:	17
1.2. Formulación del problema.....	20
1.3. Justificación.....	20
1.4. Limitaciones	20
1.5. Objetivos	21
1.5.1. <i>Objetivo General</i>	21
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i>	21
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Antecedentes	23
2.1.1. <i>Internacionales:</i>	23
2.1.2. <i>Nacionales:</i>	25
2.1.3. <i>Locales:</i>	27
2.2. Bases Teóricas	29
2.2.1. <i>Definición de SIX SIGMA:</i>	29
2.2.2. <i>Historia del Six Sigma:</i>	30
2.2.3. <i>Six Sigma y costos de calidad:</i>	31
2.2.4. <i>Estructura del Seis Sigma:</i>	32
2.2.5. <i>Metodología DMAIC:</i>	33
2.2.6. <i>Principales herramientas de control de Calidad:</i>	34
2.2.7. <i>Métricas del Six Sigma:</i>	41
2.2.8. <i>Postes:</i>	43
2.2.9. <i>Pruebas:</i>	44
2.2.10. <i>Pruebas de recepción:</i>	44
2.2.11. <i>Normas Relacionadas:</i>	44
2.2.12. <i>Ensayo de resistencia a la compresión del concreto:</i>	45
2.3. Definición de términos básicos	50
CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS.....	52
3.1. Formulación de la hipótesis	53
3.1.1. <i>Variables</i>	53
CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS	55
4.1. Tipo de diseño de investigación.....	56
4.2. Material de estudio.....	56
4.2.1. <i>Unidad de Estudio.</i>	56
4.2.2. <i>Población.</i>	56
4.2.3. <i>Muestra.</i>	56
4.3. Métodos.	56
4.3.1. <i>Técnicas de recolección de datos y análisis de datos</i>	56
4.3.2. <i>Procedimientos</i>	57

CAPÍTULO 5. DESARROLLO.....	62
5.1. Presentación de la empresa:	63
5.1.2. Prueba de normalidad	69
5.1.3. Capacidad de proceso:.....	70
5.1.4. Diagrama de procesos:	74
5.1.5. Flujograma de la empresa Postes del Norte S.A:	76
5.1.6. Diagnóstico del área de estudio:	78
5.1.7. Diagrama de Flujo de la empresa Postes del Norte S.A:.....	84
5.1.8. Aplicación de indicadores de calidad del producto y productividad	86
5.1.9. Mapa de Riesgos:.....	88
5.1.10. Análisis modal falla efecto (AMFE):.....	92
5.2. Propuesta de diseño:	94
5.2.1. Variables de la calidad Total utilizadas:	96
5.2.2. Mejora en el diagrama de procesos:	98
5.2.3. Propuesta de mejora del diagrama de flujo:.....	98
5.2.4. Propuesta de mejora del flujograma.....	100
5.2.5. Método de Poka Yoke:	102
5.2.6. Implementación de las 5´ S:.....	103
5.2.7. Modal Falla Efecto (AMFE):	106
5.2.8. Cálculo de productos en mal estado:	109
5.2.9. Propuesta de mejora de indicadores de calidad del producto y productividad: .	110
5.2.10. Reducción de la variabilidad en la resistencia del postes:	113
5.2.11. Eliminación de puntos fuera de control:	114
5.3. Implementación de la propuesta:.....	115
5.3.1. Implementación de 5s:	115
5.3.2. Mantenimiento preventivo de equipos:.....	121
5.3.3. Capacitación en liderazgo empresarial- intensidad recomendada:	135
5.3.4. Indicadores de mejora de calidad del producto y productividad después de la implementación:.....	139
5.3.5. Reducción de la variabilidad en la Resistencia del Postes:	141
5.4. Análisis costo beneficio:.....	142
5.4.1. INVERSIÓN DE ACTIVOS TANGIBLES.....	142
5.4.2. Otros gastos:	144
5.4.3. Costos proyectados – implementación.....	144
5.4.4. EVALUACIÓN C/B: VAN, TIR, IR:.....	146
5.4.5. Tasa COK:	147
CAPÍTULO 6. RESULTADOS	148
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	157

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1 Operalización de variable	54
Tabla 2 Instrumentos de recolección de datos	56
Tabla 3 Instrumentos de recolección de información	57
Tabla 4 Organigrama de la empresa Postes del Norte S.A.....	64
Tabla 5 Personal de Postes del Norte S.A. - Cajamarca.....	65
Tabla 6 Diagrama de procesos de la empresa Postes del Norte S.A.....	75
Tabla 7 Flujograma de Postes del Norte S.A.	77
Tabla 8 Listado de problemas	78
Tabla 9 Priorización de problemas	79
Tabla 10 Jerarquización de problemas	79
Tabla 11 Hoja de verificación de postes en mala calidad.....	82
Tabla 12 Diagrama de flujo de la empresa Postes del Norte S.A.-Cajamarca.	85
Tabla 13 Indicadores de calidad del producto	86
Tabla 14 Diagrama AMFE- Postes del Norte S.A.-Cajamarca	93
Tabla 15 Mejora en el diagrama de procesos	97
Tabla 16 Propuesta de mejora del flujograma de la empresa Postes del Norte S.A.-Cajamarca	101
Tabla 17 La cuantificación de insumos en la producción de concreto.....	102
Tabla 18 Inspección de postes terminados (almacén) fechas de elaboración y tamaños.....	103
Tabla 19 Registro de postes en mal estado	110
Tabla 20 Mejora de indicadores de calidad	111

Tabla 21 Elementos plan de acción.	119
Tabla 22 Informe de control.....	120
Tabla 23 Registro de maquinaria	122
Tabla24 Matriz de criticidad de equipos	124
Tabla25 Equipos elegido en la matriz de criticidad	125
Tabla 26 Ficha técnica de puente grúa	127
Tabla 27 Ficha técnica de centrífuga	130
Tabla 28 Ficha técnica de la máquina mezcladora	132
Tabla 29 Costos de mantenimiento	134
Tabla 30 Mejora de indicadores de calidad después de implementación.	139
Tabla 31 Inversión de activo intangibles	143
Tabla 32 Otros gastos	144
Tabla 33 Costos proyectados.....	145
Tabla 34 Análisis de indicadores.....	146
Tabla 35 Ingresos proyectados	146
Tabla 36 Indicadores cálculo COK.....	147
Tabla 37 Indicadores de evaluación del proyecto	147
Tabla 38 Costos de capacitación	150
Tabla 39 Costos de 5s- Poka Yoke	151
Tabla 40 Costos de mantenimiento.....	153

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cartera de clientes de la empresa Escarsa.....	18
Figura 2 Importancia de áreas.....	19
Figura 3 Interpretación del nivel sigma.....	29
Figura 4 Relación entre el nivel Six Sigma y costos de calidad.....	31
Figura 5 Etapas en la realización del proyecto Six Sigma.....	32
Figura 6 Representación de un histograma de frecuencia	35
Figura 7 Representación de un diagrama causa - efecto.....	35
Figura 8 Representación de un diagrama Pareto.....	37
Figura 9 Hojas de control	40
Figura 10 Representación de un diagrama de dispersión	40
Figura 11 Comparación de índices de capacidad	42
Figura 12 Datos técnicos garantizados- postes de concreto.....	43
Figura 13 Normas técnicas y certificación	45
Figura 14 Postes de concreto armado centrifugado.....	67
Figura 15 Postes de concreto armado centrifugado seccionado.....	67
Figura 16 Pastoral Sucre C.	68
Figura 17 Ménsulas.....	68
Figura 18 Losas.....	69
Figura 19 Prueba de normalidad.....	70
Figura 20 Histograma de la resistencia de rotura Kg/cm ²	71
Figura 21 Gráfico de control respecto a la resistencia de postes kg/cm ²	72
Figura 22 Capacidad de proceso	73
Figura 23 Ishikawa- Productos con terminados en malas condiciones	80

Figura 24 Diagrama de pareto- postes de mala calidad	83
Figura 25 Plano en planta de la empresa Postes del Norte S.A.....	88
Figura 26 Área de recepción de materiales.....	89
Figura 27 Área de ensamblado	90
Figura 28 Área de moldeo	91
Figura 29 Propuesta de diseño	95
Figura 30 Variables de la calidad total	96
Figura 31 Diagrama de flujo propuesto	99
Figura 32 Implementación de Seiri en elementos	104
Figura 33 Implementación de Seiton de los elementos.....	105
Figura 34 Parámetros de mantenimiento predictivo	108
Figura 35 Mejora de la capacidad de proceso.....	113
Figura 36 Gráfico de control propuesto	114
Figura 37 Implementación de 5s	115
Figura 38 Aplicación de Seiton.....	117
Figura 39 Área de moldeo	118
Figura 40 Implementación de Seiso	118
Figura 41 Plan de implementación de mantenimiento preventivo.	121
Figura 42 Monitoreo de puente grúa.	128
Figura 43 Lubricación de rodamientos	131
Figura 44 Inicio del plan de capacitación	136
Figura 45 Trabajadores durante la charla de capacitación.....	137
Figura 46 Finalización de la charla.....	138

Figura47 Mejora de la capacidad de proceso después de la implementación.....	141
Figura 48 Capacidad de proceso esperado	156

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1. Pruebas de resistencia de postes de la empresa Postes del Norte S.A. Cajamarca.....	163
Anexo 2. Encuesta realizada a trabajadores.....	164
Anexo 3 Tabla de madera planteada	165
Anexo 4. Verificación de capacitación.....	165
Anexo 5. Registro de asistencia	166
Anexo 6. Lubricación de rodamientos.	166
Anexo 7. Material entregado en capacitación.....	167
Anexo 8. Balance general de la empresa Postes del Norte S.A.-Cajamarca	184
Anexo 9. Estado de resultado de la empresa Postes del Norte S.A.- Cajamarca	185
Anexo 10. Criterios para estimar la posibilidad de detección de los modos de falla	186
Anexo 11. Criterios para estimar la posibilidad de detección de fallo.....	187

RESUMEN

La resistencia y durabilidad de los postes en la empresa Postes del Norte S.A Cajamarca es de vital importancia, influye directamente en la demanda que la empresa tiene y a los próximos de futuros clientes, actualmente esta se ve aquejada debido a la variabilidad que presenta afectando directamente la calidad del producto en la empresa.

Con el diseño e implementación de las herramientas Six Sigma, a través del modelo DMAIC en la empresa Postes del Norte S.A- Cajamarca, se mejorará la calidad del producto.

El objetivo principal de la presente investigación, medir el impacto que tendrá la mejora en el proceso de la elaboración de postes, para lograr mejorar la calidad de su producto final de esta manera aumentar su mercado, apoyados con la aplicación de la metodología DMAIC de Six Sigma(definir, medir, analizar, mejorar y controlar).

Las causas principales identificadas a la existencia de la variabilidad de la resistencia de los postes son la utilización de métodos empíricos en la elaboración de mezclado que a su vez influyen en que los equipos se encuentren en mal, lo que infiere en el no cumplimiento a las normas técnicas estipuladas por el ministerio de energía y minas a su vez que repercute sobre el nivel de resistencia generando de esta manera que no se cumplan al 100% los estándares de calidad.

En cuanto a la metodología DMAIC, en la etapa de definir se realizó mapa de proceso actual, el flujograma de la empresa, además de un diagrama SIPOC, también se realizó un mapa de riesgo.

Se midió a través de recolección de datos, el desempeño en el área de mezclado, las pruebas de resistencia de la ruptura de los postes, el rendimiento y la capacidad del proceso y por consiguiente el desempeño del nivel sigma, para los análisis se emplearon herramientas tales como Ishikawa, Pareto, además de análisis estadísticos y de nodos de falla y sus efectos.

En la parte de mejora se generaran soluciones, con la elaboración de una matriz de priorización de problemas, la aplicación de lean Six Sigma, todo lo aplicado se llega a controlar mediante registro y siempre buscando la mejora continua.

Con la aplicación de la metodología DMAIC, se determinó que para disminuir la variabilidad de la resistencia de los postes se deberá crear un programa de capacitación a los empleados a su vez generar un mantenimiento a equipos tanto preventivo como correctivo y de esta manera hacer que la capacidad del proceso sea calificada como capaz y de esta manera lograr la satisfacción del cliente en su totalidad.

ABSTRACT

The strength and durability of the poles in the company concrete posts of Norte SA Cajamarca is of vital importance, directly influences the demand that the company has and the coming of future customers, currently this is afflicted due to the variability that directly affect the product quality in the company.

With the design and implementation of Six Sigma tools, through the DMAIC model in the company S.A- NORTH POLE Cajamarca, product quality will be improved.

The main objective of this research, measure the impact that the improvement in the process of developing concrete posts, in order to improve the quality of their final product thus increasing its market, supported by the implementation of the DMAIC methodology of Six Sigma (Define, Measure, Analyze, Improve and Control).

The main causes identified the existence of the variability of the resistance of the Poles are the use of empirical methods in developing mixed which in turn influence the teams are in poor, which infers in non-compliance with the technical standards stipulated by the ministry of Energy and Mines to time their repercussions on the level of resistance thereby generating not 100% meet quality standards.

As for the DMAIC methodology, in the step of defining map current process was carried out, the flow chart of the company, plus a SIPOC diagram, a risk map was also performed, measured through data collection, performance in the mixing area, the stress tests of breaking the poles, performance and process capability and therefore performance Sigma level for the analysis tools were used such as Ishikawa, Pareto, in addition to statistical analysis and node failure and its effects.

In part generate improvement solutions, including development of a matrix of prioritizing problems, implementation of lean Six Sigma, all you get to control applied by registration and always seeking continuous improvement.

With the application of the DMAIC methodology, it was determined that to reduce the variability of the resistance of the Poles should create a training program for employees in turn generate a maintenance both preventive equipment such as corrective and thus make the process capability is rated as capable and thus achieve customer satisfaction in full.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática:

El concepto de la calidad tal como hoy la entendemos surge a mitad del siglo xx, aunque se observa desde las primeras civilizaciones la preocupación de los hombres por el trabajo bien hecho, por acabar bien las tareas y por la necesidad de atender algunas normas y de asumir responsabilidades respecto a las actividades necesarias para producir dichas tareas, una de las metodologías para la obtención de la misma es la de Six Sigma que básicamente es el encargado de la mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente.

En 1996, la gigantesca General Electric se propuso el desafío de lograr un nivel de calidad "Six Sigma" en todos sus procesos: desde el diseño para la fabricación hasta los servicios. Bajo el liderazgo entusiasta de Jack Welch, los resultados fueron tan rápidos como sorprendentes. La experiencia no sólo fue importante para GE, sino para el futuro de Six Sigma, que se enriqueció con los aportes interpretativos de Welch y su gente, en lo que terminó configurando un caso de estudio y un modelo a seguir por numerosas compañías. GE demostró que, además de ajustar las condiciones de entrega de los productos y servicios a los requerimientos del cliente.

Six Sigma, filosofía de gestión de la calidad: estudio teórico y su posible aplicación en el Perú, demostró que la aplicación de la herramientas Six Sigma en las organizaciones del siglo XXI, les ayudará a enfrentar las dificultades del cambio rápido, de la competencia intensa y de las demandas crecientes de los clientes; y los resultados traerá una rápida recuperación de la inversión, cambio en la cultura, posición en el mercado, personal y estratégico. Esta investigación nos incentiva a aplicar la metodología Seis Sigma (DMAIC) por que los resultados a corto plazo que obtendremos; serán significativos para la empresa.

La empresa ESCARSA también tiene una gran participación en la demanda de postes de concreto, ellos están en busca de mejorar la calidad de productos, la empresa surge desde el año de 1996 a la tecnología de postes centrifugados de concreto-CAC. Los postes de que ellos ofrecen al mercado tienen mayor resistencia, densidad y durabilidad, además de una apariencia liza y uniforme con un ritmo de producción de hasta 200 postes diarios y estos son de 3 hasta de 18 metros, uno de las empresas pioneras en la venta de postes de concreto y artículos, la cual se verá reflejada en el gráfico mostrado a continuación (ver figura nº01).

Figura 1 Cartera de clientes de la empresa Escarsa

Ministerio de Energía y Minas
Edelnor
Gym S.A
Luz del Sur
Abengoa Perú
Hidrandina S.A
Electro Norte S.A
Electro Centro S.A
Electro Ucayali S.A
Electro Oriente S.A
Oderecht Perú Ing. Y Constructores S.A.C.
Construcciones Civiles y Portuarias
Telefónica del Perú (Centro, 2009).
BB Tecnología Industrial S.A
Sociedad Minera El Brocal S.A.C
Servicios Petroleros Iquitos
Camesa
Cebasa
Selegsa
ABZ Ingenieros
Cobra Perú
I.E Contratistas Generales
VC Contratistas Generales
Consortio Carhuamayo II
Cidinsa
Electro Sur Este S.A.A
USA Contratistas Generales S.R.L
SIGMA Contratistas Generales
CIESA Contratistas Generales S.A.C.

Fuente: Empresa ESCARSA S.A

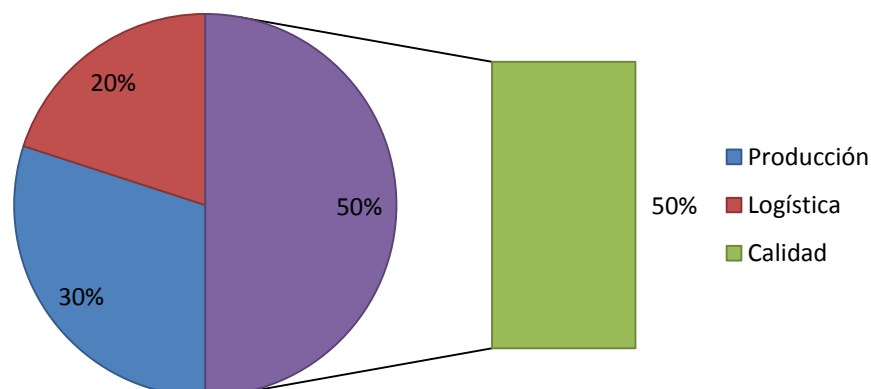
La empresa Postes del Norte S.A. es una empresa dedicada a fabricar y comercializar productos de calidad un precio competitivo, tienen una cultura de responsabilidad y seriedad en el estricto cumplimiento de Normas Técnicas para postes de concreto, usando solamente insumos de primera clase, lo cual confiere al producto final, postes y accesorios, resistencia y durabilidad garantizada. Actualmente cuenta con 5 empresas a nivel nacional, tres ubicadas en la ciudad de Trujillo, una en Piura y Cajamarca. La empresa a su vez cuenta con una cartera de clientes importantes como son: Municipalidad Distrital de baños del Inca, Gobierno Regional de Cajamarca, Minería Gold Field.

La misión de la empresa es de satisfacer la demanda de sus clientes con **productos de calidad**, elaborados por personal calificado bajo estándares de seguridad y con tecnología de punta en estricto cumplimiento de las **normas técnicas vigentes**. Lo que busca la misma en el futuro es ser líder en el rubro, siendo ejemplo de innovación, tecnología, gestión del talento humano, respeto del medio ambiente y responsabilidad social.

En la actualidad la **empresa considera a la calidad de producto como uno de los principales pilares en todos sus procesos**, además de brindar de la reducción de costos, logrando de esta manera incrementar sus utilidades.

Para identificar los posibles problemas que presenta la empresa se realizó una reunión con un jefe y supervisor encargados, quienes dieron sus puntos de vista sobre los problemas comunes que ocurren durante el proceso productivo, se mencionó al área de mezclado, como punto fundamental, ya que es esta que se llegan a consolidar cada uno de sus insumos y repercute directamente con la resistencia del poste, por consecuente la calidad del mismo, está última reflejada en el siguiente gráfico de barras(ver figura n°02), con respecto a las otras áreas de la empresa.

Figura 2 Importancia de áreas



Fuente: Elaboración Propia.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida el diseño e la implementación de las herramientas Six Sigma, a través del modelo DMAIC mejorará la calidad del producto de la empresa Postes del Norte S.A - Cajamarca?

1.3. Justificación

Dentro de la empresa no se están dando importancia a programas de capacitaciones a su personal, además de la evaluación de proveedores, la mejor distribución de la planta, el estudio nos permitirá mejorar el proceso; aplicando una nueva metodología que garantizará la calidad de los trabajos para mantener a nuestros clientes satisfechos, a su vez en un análisis y la obtención de distintas pruebas evaluando la resistencia de los postes, realizado a la empresa se ha identificado oportunidades de mejora que se pueden aplicar en las distintas áreas, ya que es de vital importancia para la obtención de calidad del producto terminado; esto determinará el juicio sobre el costo beneficio de dicho estudio, que nos permitirá mejorar el proceso total, proporcionando la calidad necesaria para el producto final, de esta manera lograr el objetivo de la empresa ser la primera en su rubro esperando que la siguiente investigación servirá como referencia para futuros trabajos de mejoras de procesos aplicando la herramienta de Six Sigma.

1.4. Limitaciones

En el desarrollo de la investigación se presentaron las siguientes limitaciones:

- Registro de antecedentes de investigación relacionados con el tema.
- Registros de pruebas de resistencia en la empresa.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Mejorar la calidad del producto en la empresa Postes del Norte S.A – Cajamarca, con el diseño e implementación de las herramientas Six Sigma, a través del modelo DMAIC.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico genérico de las distintas áreas de la empresa Postes del Norte S.A.-Cajamarca.
- Aplicar el proceso de definir, medir, analizar, mejorar y controlar las áreas de la empresa.
- Implementar las herramientas Six Sigma en la empresa.
- Determinar el beneficio económico del proyecto.
- Analizar los resultados de la implementación.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales:

En la ciudad de San Pedro, Sula en el país de Honduras, se aplicó LA METODOLOGIA DMAIC A LA MEJORA DEL TIEMPO DE ATENCIÓN EN MIGRACION EN EL AEROPUERTO (Ocampo, 2012), este modelo creado toma en consideración las cantidades y proporciones de pasajeros que viajan hacia San Pedro Sula. Esta información es introducida al modelo y así se corren diferentes escenarios para obtener la mejor asignación de oficiales que minimice el tiempo de espera de los pasajeros en migración, la cual permitió la optimización de la asignación de los oficiales de migración en esta área y la propuesta de otras soluciones para mejorar el funcionamiento de este sector del aeropuerto, logrando de esta manera la reducción en el tiempo total que le toma a los pasajeros salir del sistema producto de la mejora propuesta es del 12% del tiempo original y solo 1% del tiempo previamente mejorado. Sin embargo, la reducción en el tiempo en fila en el caso de los pasajeros nacionales es del 9% del tiempo previamente mejorado. Llegando a las siguientes recomendaciones:

- El tiempo promedio que le toma a los pasajeros abandonar el aeropuerto es de $24.58 + 1.06$ minutos (línea base del modelo de simulación).
- El tiempo promedio de estadía de los pasajeros cuando se cuenta con seis oficiales de migración, 4 atendiendo pasajeros internacionales y dos atendiendo a pasajeros nacionales es de $21.78 + 0.81$ min.
- El tiempo promedio de estadía de los pasajeros cuando se cuenta con cuatro oficiales de migración, tres atendiendo pasajeros internacionales y 1 atendiendo a pasajeros nacionales es de $22.12 + 0.97$ min.
- La diferencia entre tiempos de estadía con 6 y 4 oficiales de migración no es tan significativa debido al cuello de botella que se forma en el carrusel de recolección de equipaje y en la inspección de maleta.
- Tener seis oficiales de migración atendiendo a los pasajeros con cuatro de los oficiales atendiendo pasajeros internacionales y dos atendiendo a los pasajeros nacionales.
- Colocar una persona bilingüe en el área de migración a guiar a los pasajeros a las líneas correctas y asegurar que estos hayan llenado sus formularios de migración.

- Realizar un estudio de como disminuir el tiempo de entrega del equipaje al carrusel para capitalizar en la disminución del tiempo de espera en el área de migración.
- Realizar un estudio de como optimizar el área de inspección y revisión de equipaje para mejorar así el tiempo de espera del pasajero en el sistema.
- Obtener información en tiempo real de la cantidad de pasajeros y si son nacionales o internacionales de parte de las líneas aéreas para hacer la asignación y distribución de oficiales de migración.

Análisis de Relación: De esta investigación se puede rescatar para la aplicación en nuestro plan la manera de cualificación de datos y la priorización de los mismos además de las gráficas empleadas.

En la planta de Nestlé de Chile se llegó a realizar la APLICACIÓN DE METODOLOGÍA DMAIC PARA LA MEJORA DE PROCESOS Y REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS EN LAS ETAPAS DE FABRICACIÓN DE CHOCOLATE (ACUÑA, 2011), El chocolate es considerado uno de los productos más importantes dentro del negocio de confitería. Las pérdidas de materias primas durante el 2008 en la fábrica de chocolates alcanzaron los \$ 784 millones de pesos y el 25% se concentró en la etapa de fabricación de chocolates. Se utilizó la metodología DMAIC (Definir, medir, analizar, implementar y controlar) para reducir las pérdidas y mejorar los procesos involucrados en las etapas de fabricación de chocolate, a nivel de ingeniería, producción y calidad. Siguiendo la metodología DMAIC se creó un equipo multidisciplinario de trabajo. Se identificaron las causas potenciales de pérdidas en cada etapa del proceso de fabricación, se priorizaron y se asignaron responsables para su implementación. La capacidad del proceso se midió mediante el uso de herramientas estadísticas, obteniendo un sigma inicial de 1,83, y luego de implementar las mejoras el sigma final fue de 3,87. Se crearon planillas para mantener bajo control las mejoras implementadas. Con el uso de la metodología DMAIC implementada, las pérdidas disminuyeron en el proceso de 207,6 kg por día promedio, a 137,3 kg por día promedio, esto significará un ahorro de \$ 22 millones de pesos anuales.

Análisis de Relación: En la investigación se llegó a rescatar la aplicación de los cuadros para la detección del problema, la utilización especial del diagrama de SIPOC.

2.1.2. Nacionales:

La tesis titulada DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA EN EL SERVICIO DE MANIPULEO Y ALMACENAJE DE CARGA AÉREA DE EXPORTACIÓN, (Posadas, 2011) proponer mejoras para aumentar la calidad y velocidad del servicio de manipuleo y almacenaje de carga aérea de exportación, utilizando la metodología Esbelta Seis Sigma que combina la capacidad de eliminar variación, las propuestas de mejora se enfocan en eliminar operaciones que no generen valor agregado, son fuentes de error y consumen tiempo en la ejecución del servicio. Aplicando esta metodología, se validó simulando el proceso mejorado y el resultado fue una reducción promedio de aproximadamente 16% en los tiempos (mayor velocidad).

Por otro lado, el nivel sigma del proceso aumenta de 3.04 a 3.6 lo que reduce los defectos por millón de 1,177 a 157.

Las recomendaciones y conclusiones dadas fueron:

- El factor tiempo es lo que hace al transporte aéreo el más costo dentro de la Distribución física internacional. Ello hace que para los servicios aeroportuarios toda carga sea urgente a los ojos del cliente; por tal motivo el servicio se vuelve eficaz haciendo lo necesario dentro de sus recursos para servir una carga; sin embargo, su eficiencia disminuye conforme el servicio empieza a cargarse de actividades sin valor agregado. Una vez que empieza de perder eficacia, decide aumentar su capacidad operativa para seguirle el paso a las exportaciones que han crecido a razón de 11% anual según COMEX.
- La metodología lean seis Sigma ayuda a observar de forma integral las soluciones que permitan hacer realidad la excelencia operativa que la fusión apunta. La metodología considera que para tener calidad, hace falta la velocidad y para obtener la velocidad tenemos que luchar contra la complejidad que el día a día nos ofrece y se genera cuando sólo se piensa en lo urgente del momento.

- Los entes reguladores de los procesos y regímenes aduaneros, junto con los reguladores de las operaciones aeronáuticas civiles (DGAC), emiten normas y regulaciones con el fin de proteger a la persona y al comercio exterior de amenazas como el contrabando, el terrorismo y accidentes. Esto de por sí ya hace complicado el desarrollo de los servicios aeroportuarios, si a ello adicionamos las políticas de seguridad de las líneas aéreas, nos encontramos con la necesidad de un servicio aeroportuario ligero y estable. Es por tal motivo que la tendencia es formar centros logísticos donde se concentren todas las operaciones relacionadas con servir las cargas en el cumplimiento de las regulaciones aeronáuticas civiles.
- Detener las operaciones para hacer pruebas de mejora que necesitan ser experimentadas no es posible por el costo que implica ello; por lo tanto, es necesario que estas mejoras vayan experimentándose bajo un diseño de experimentos en forma de evoluciones operativas (EVOP) que permitan que el servicio evolucione con el tiempo y se vayan experimentando los cambios y sus efectos.
- Habilitar un espacio para personal de DIRANDRO en las horas pico para que en caso que su intervención sea absolutamente requerida, no se pierdan horas esperando su llegada al Terminal aduanero.

Análisis de Relación: Esta tesis nos dan un apoyo en la aplicación de la nuestra debido a que esta también tiene un objetivo en la mejoras para aumentar la calidad y velocidad del servicio disminuyendo la variabilidad que existe en uno de sus procesos.

La tesis titulada MEJORA DEL PROCESO DE GALVANIZADO EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE ALAMBRES DE ACERO APLICANDO LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA, (Castillo, 2013), en el trabajo se plantea reducir el consumo de zinc aplicando como herramienta de mejora la metodología Lean Six Sigma. Se desarrollan las fases de definición, medición, análisis y mejora, utilizando herramientas de Lean Manufacturing y Six Sigma. En la fase de definición se identifica el problema principal del área de galvanizado mediante una matriz de enfrentamiento que considera una serie de factores para cada uno de los problemas encontrados, dando como principal problema el alto consumo d zinc. Además, se elabora el Proyect Charter, la voz del cliente, los diagramas de proceso y el cronograma de trabajo. En la fase medición se describe la situación

actual del proceso a través del mapa de flujo de valor, se identifican las variables de entrada-salida de cada uno de los procesos del área de galvanizado para seleccionar las variables críticas del proceso que influyen en el problema principal y se evalúa el costo de la no calidad. Se emplea la prueba R&R, gráficos de control y el análisis de la capacidad del proceso para obtener la situación actual del proceso en estudio. La fase analizar se divide en dos grupos: análisis del proceso y análisis de datos. En el primer grupo se identifican los desperdicios en base al mapa de flujo de valor y las oportunidades de mejora a través del uso de las herramientas de lean manufacturing, donde se hace un planteamiento de la situación actual. En el segundo grupo se efectúa el análisis de varianza (ANOVA) para cada una de las variables correspondientes a este grupo, donde se obtienen que la longitud de inmersión en la tina de zinc (m) y la velocidad de recogido (m/min) son variables causa raíz que influyen en el problema principal. La fase mejorar es la última que se desarrolla y se divide en dos grupos: mejoras utilizando herramientas de Lean Manufacturing y Six Sigma. En el primer grupo se desarrolla el planteamiento de la mejora propuesta por cada herramienta analizada en la fase anterior y su beneficio. En el segundo grupo se desarrolla el diseño de experimentos para las dos variables que influyen en el problema principal, analizadas en la fase anterior. De esta manera se obtienen los valores de las variables que optimizan el valor de la capa de zinc a 274.7 g/m².

Análisis de Relación: Se llegó a rescatar de la investigación fue la elaboración de una matriz de priorización de problemas, además de diagramas que influyen en la evaluación de calidad del producto.

2.1.3. Locales:

La tesis titulada impacto de la mejora del proceso de mantenimiento de neumáticos de equipos livianos de minera Yanacocha S.R.L, para incrementar su vida útil, de (Uceda, 2014), que tuvo como objetivo identificar e implementar mejoras para incrementar la vida útil de los neumáticos de equipo liviano, y reducir costos por el alto consumo de los mismos, apoyados con la aplicación de la metodología DMAIC de Six Sigma.

Con la aplicación de la metodología DMAIC, se determinó que para incrementar la vida útil de los neumáticos se debería utilizar los de tipo M/T con características de un 80% para uso en terrenos bastante abrasivos y de impacto.

Los resultados obtenidos, luego del cambio antes mencionado se muestran como sigue:

- ✓ Aplicación del nuevo mapa de procesos en el mantenimiento de neumáticos de equipo liviano.
- ✓ Reducción de costos en un 28.5% por consumo de neumáticos.

Las conclusiones obtenidas son:

Al finalizar el análisis de los datos de la investigación podemos concluir que la principal causa del bajo rendimiento de los neumáticos radica en un mal mantenimiento y que con la aplicación de la metodología DMAIC de Six Sigma se logró lo siguientes:

- ✓ Incrementar la vida útil con el uso de los neumáticos de tipo M/T en un 41.3%, respecto a la vida útil de los neumáticos de tipo A/T.
- ✓ Se identificó un nivel sigma inicial de 0.98, y con la mejora implementada se logró incrementar el nivel sigma a 4.70.
- ✓ Incrementar el rendimiento de kilómetros por milímetro (Km/Mm) con el uso de los neumáticos de tipo M/T a 1,400km/mm, respecto al rendimiento de los neumáticos de tipo A/T 1,233 km/mm.
- ✓ Pasar de un nivel sigma de 1.14 de los neumáticos de tipo A/T a 3.37 con el uso de los neumáticos de tipo M/T, en el rendimiento kilómetros por milímetro.
- ✓ Realizar proyecciones de la vida útil de los neumáticos, que permita tener una línea base y una visión a futuro de la vida útil final de los mismos.
- ✓ Realizar el control de presiones de los neumáticos en servicio, logrando un 95% dentro del rango especificado.

Análisis de Relación: Esta tesis nos dan un apoyo en los métodos de medición que obtuvieron, la evaluación de la capacidad de proceso como parte fundamental de la investigación.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Definición de SIX SIGMA:

(Pulido, 2009), Sigma es la letra griega que se usa para denotar la desviación estándar poblacional (proceso) σ , la cual proporciona una forma de cuantificar la variación que tiene una variable de dicha población o proceso. El nivel sigma que tiene un proceso es una forma de describir que tan bien la variación del proceso cumple las especificaciones o requerimientos del cliente. Es a su vez una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación del proceso, con ello, es posible encontrar y eliminar causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio. En todo momento se tomó como punto de referencia a los clientes y sus necesidades. La estrategia 6σ se apoya en una metodología fundamentada en herramientas y en el pensamiento estadístico.

La meta 6σ , que le da el nombre, es lograr procesos de calidad Seis Sigma, es decir, que como máximo se generen 3.4 defectos por millón de oportunidades. Esta meta se pretende alcanzar mediante un programa vigoroso de mejora, impulsado por la alta dirección de una organización, en la que se desarrollan proyectos de 6σ a lo largo y ancho de la organización con el objetivo de lograr mejoras, así como eliminar defectos y retrasos de productos, procesos y transacciones.

Figura 3 Interpretación del nivel sigma

Sigma	PPM	Costos de Calidad	Nº de Palabras equivocadas
6	3,4	< 10 % Ventas	1 en una pequeña librería
5	233	10 - 15 % Ventas	1 en varios libros
4	6210	15 - 20 % Ventas	1 en 31 páginas
3	66807	20 - 30 % Ventas	1,35 por página
2	308537	30 - 40 % Ventas	23 por página
1	690000		159 por página

Fuente: Alonso, 2006

2.2.2. Historia del Six Sigma:

El método de Seis Sigma es una filosofía que inicia en los años ochenta como estrategia de mercado y de mejoramiento de la calidad en la empresa Motorola, cuando el ingeniero Mikel Harry, promovió como meta estimable en la organización; la evaluación y el análisis de la variación de los procesos de Motorola, como una manera de ajustarse más a la realidad. Es en esta época, con el auge de la globalización las empresas del sector industrial y comercial, que se empezaron a desarrollar técnicas más eficientes que le permitieran optimizar los procesos para mejorar su competitividad y productividad, lo que involucró como objetivo principal reducir la variabilidad de los factores o variables críticas que de una u otra forma alteraban el normal desempeño de los procesos. Por lo que se tomó como medida estadística confiable la evaluación de la desviación estándar del proceso, representada por el símbolo, como indicador de desempeño y a su vez permita determinar la eficiencia y eficacia de la organización. Esta iniciativa se convirtió en el punto central del esfuerzo para mejorar la calidad en Motorola, llamando la atención al director ejecutivo Bob Galvin; con su apoyo, se hizo énfasis no sólo en el análisis de la variación sino también en la mejora continua, observó que cuando se realiza el control estadístico a un proceso se toma como variabilidad natural cuando este valor de sigma oscila a tres desviaciones del promedio. Criterio que se modifica con el Método Seis Sigma en donde se exige que el proceso se encuentre a cuatro punto cinco desviaciones de la media. Esto implica que una considerable información del proceso debe estar dentro de este intervalo, lo que estadísticamente implica que se considera normal que 34 elementos del proceso no cumplan los criterios de calidad exigidos por el cliente, de cada millón de oportunidades (1.000.000).

Esta es la causa del origen filosófico del Método Seis Sigma como medida de desempeño de toda una organización. Fue así como con el transcurrir del tiempo ha surgido esta nueva filosofía de calidad como evolución de las normas de calidad que actualmente muchas empresas aplican.

Esta nueva iniciativa de mejoramiento motivó a Lawrence Bossidy, quien en 1991 después de su retiro de General Electric, toma la dirección del conglomerado Allied Signal para transformarla de una empresa con dificultades económicas, a una organización exitosa. Durante los años noventa, Allied Signal amplió sus ventas de manera sorprendente.

Este modelo de calidad fue imitado por Texas Instruments, alcanzando éxitos similares. Durante 1995 el director ejecutivo de General Electric, Jack Welch, se entera del éxito de esta nueva estrategia de mejoramiento gracias a la información suministrada por Lawrence Bossidy, facilitando así a la más grande transformación en esta organización.

Esta forma novedosa de orientar las políticas de calidad establecidas en la organización, se afianza de los criterios establecidos en las normas de calidad ISO y lo complementa con un mayor compromiso con las técnicas avanzadas de control estadístico de la calidad, lo que indica que el Seis Sigma no es una metodología de calidad que se aleje de los criterios de mejoramiento que actualmente se desarrollan, por el contrario la integración de estos métodos de mejoramiento continuo inducen a una mejor eficiencia y eficacia dentro de la organización.

2.2.3. Six Sigma y costos de calidad:

Un aspecto que caracteriza a los programas Seis Sigma exitosos es que los proyectos DMAIC realmente logran ahorros y/o incremento en las ventas. Esto implica varias cosas: se seleccionen de fondo y duraderas , y se tiene un buen sistema para evaluar los logros de los proyectos. Esto tiene que ser así, porque es sabido que la mala calidad y bajo desempeño de los procesos generan altos costos de calidad. Seis Sigma se sostiene a lo largo del tiempo reforzado y reconocimiento a los líderes en los que se apoya el programa , así como a los equipos que logran proyectos DMAIC exitosos.

Figura 4 Relación entre el nivel Six Sigma y costos de calidad.

NIVEL DE SIGMAS (CORTO PLAZO)	RENDIMIENTO DEL PROCESO (LARGO PLAZO)	PPM	COSTOS DE CALIDAD COMO % DE LAS VENTAS
1	30.90%	690 000	NA
2	69.20%	308 000	NA
3	93.30%	66 800	25-40 %
4	99.40%	6 210	15-25 %
5	99.98%	320	5-15 %
6	99.9997	3.4	< 5 %

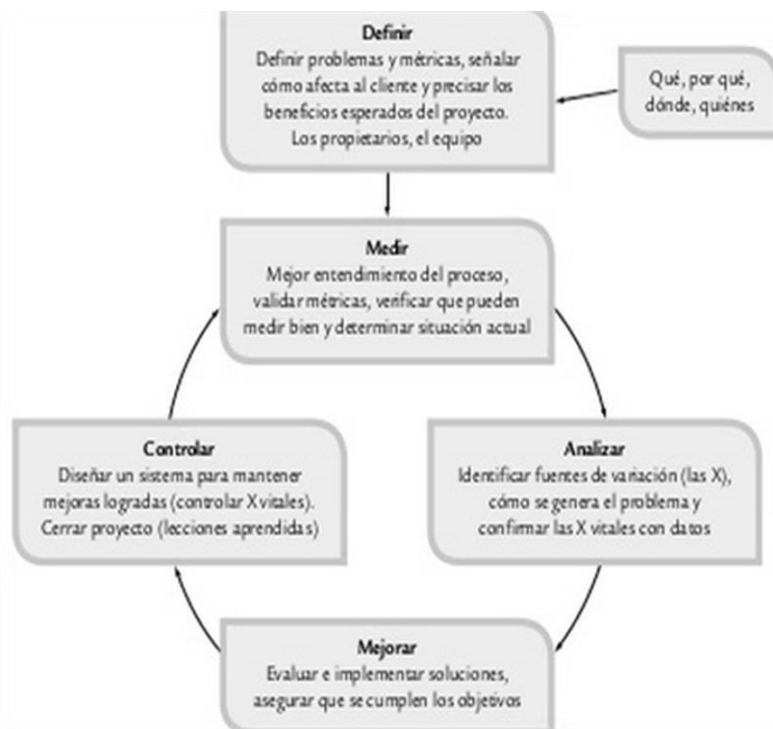
Fuente: Alonso, 2006

2.2.4. Estructura del Seis Sigma:

Para (Herrera, 2011) el concepto de Seis Sigma está referido como una herramienta de mejoramiento que permite obtener organizaciones eficaces y eficientes, continuamente alineadas con las necesidades de los clientes. Se fundamenta en el trabajo en equipo como estrategia para generar las capacidades competitivas de la organización y de las personas involucradas. Para lograr estos objetivos el Seis Sigma está basado en cinco etapas que en su orden son:

- Definir el problema de calidad.
- Obtener la información adecuada de cada una de las variables críticas del proceso evaluando de igual forma sus sistemas de medición.
- Utilizar herramientas estadísticas que permitan analizar en forma adecuada cada una las variables críticas identificadas en el proceso.
- Optimizar el proceso para su mejora.
- Controlar de manera efectiva que nos permita realizar el seguimiento a estas mejoras. Según (Centro, 2009) Las etapas en la realización del proyecto SIX SIGMA son 5 como se puede observar en la (ver figura 5).

Figura 5 Etapas en la realización del proyecto Six Sigma



Fuente: Alonso, 2006

2.2.5. Metodología DMAIC:

Según el autor (Herrera, 2011) describe a las fases de la metodología DMAIC como:

2.2.5.1. Definir (Define):

En esta etapa los responsables de la aplicación del método SEIS SIGMA definen el problema de calidad mediante una planeación que involucre las expectativas y necesidades de los clientes, la identificación del proceso y de sus interrelaciones, así como también las variables críticas.

2.2.5.2. Medir (Measure):

Es importante destacar que las mediciones cobran su importancia cuando las decisiones se basan en hechos objetivos. Por lo tanto, en esta instancia resulta fundamental el conocimiento que la organización tenga acerca de la aplicación de los métodos estadísticos. Si una empresa fundamenta el tratamiento de la información recolectada únicamente en técnicas estadísticas descriptivas, el análisis que se realice del proceso será superficial e implicaría toma de decisiones erradas, generando de esta manera elevados costos atribuibles a la falta de calidad.

2.2.5.3. Analiza (Analyse):

Es la etapa más importante de la filosofía Seis Sigma, ya que se deben aplicar todas las herramientas estadísticas que se ajusten a la información suministrada por el proceso. Una selección adecuada del método estadístico permitirá sin lugar a dudas obtener mejores beneficios y con ello acceder a un análisis muy cercano a la realidad.

Entre estos métodos de análisis, encontramos los más sencillos como el diagrama de Pareto, diagrama de causa y efecto como paso previo al análisis inicial. También encontramos herramientas igualmente válidas como son: el diagrama de dispersión, el modelo lineal con su coeficiente de correlación y determinación.

Existen herramientas especializadas que necesariamente el responsable en la organización, de implementar el método Seis Sigma debe conocer o en su defecto contratar personal experto, como es el caso de herramientas estadísticas como el control estadístico de procesos y el diseño experimental.

2.2.5.4. Mejorar (Improve):

En esta etapa la organización debe mejorar continuamente en términos de la eficacia de sus procesos, de tal manera que permita llevar a cabo nuevas técnicas o formas más efectivas de optimización. Para lograr este mejoramiento la organización debe comprometerse a determinar las tendencias del producto y a establecer el nivel de satisfacción del cliente, a la vez que debe realizar estudios comparativos de su desempeño y nivel de competitividad con respecto a otras organizaciones. Técnicas de mejoramiento como el AMEF, el diseño experimental ayudan a la toma de decisiones adecuadas en la organización.

2.2.5.5. Controlar (Control):

Esta etapa permite verificar la efectividad y la eficacia de los diversos cambios que sufre el proceso no a través de las diversas etapas de mejora. Es indispensable entonces definir unos indicadores que nos muestre el nivel de desempeño de la organización. Las ciencias estadísticas permiten utilizar un sinnúmero de aplicaciones para conocer el estado de un proceso bajo los eventos que ofrece la información recolectada en la organización.

Entre los métodos o procedimientos aplicados para realizar el control a un proceso se encuentran herramientas tales como los gráficos de control univariada por variables y capacidad del proceso; las anteriores herramientas son aplicadas cuando las variables son cuantitativas, gráficas univariadas por atributos cuando las variables son cualitativas, las gráficas de control multivariadas y el diseño de experimentos.

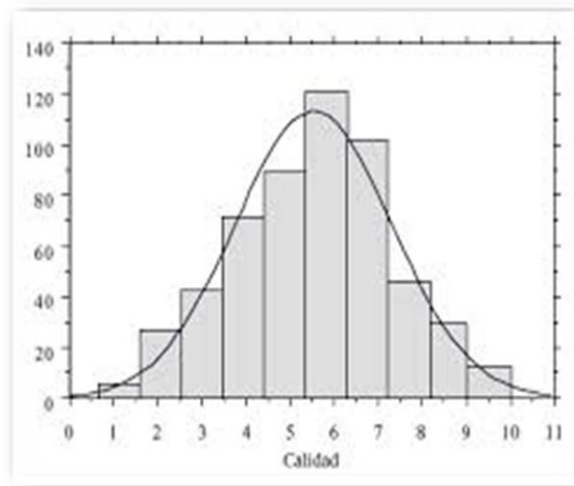
2.2.6. Principales herramientas de control de Calidad:

El autor (Alonso, 2006), menciona las principales herramientas de control de calidad:

2.2.6.1. Histogramas de frecuencia:

Es una representación gráfica de una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados, ya sea en forma diferencial o acumulada. Sirven para obtener una "primera vista" general, o panorama, de la distribución de la población, o la muestra, respecto a una característica, cuantitativa y continua, tal y como se aprecia en la figura n°6.

Figura 6 Representación de un histograma de frecuencia

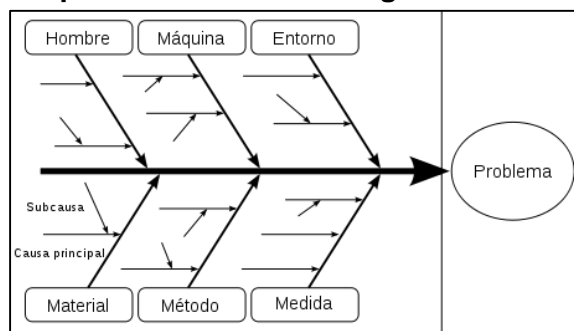


Fuente: Centro, 2009

2.2.6.2. Diagrama causa- efecto:

Consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha.

Figura 7 Representación de un diagrama causa - efecto



Fuente: Centro, 2009

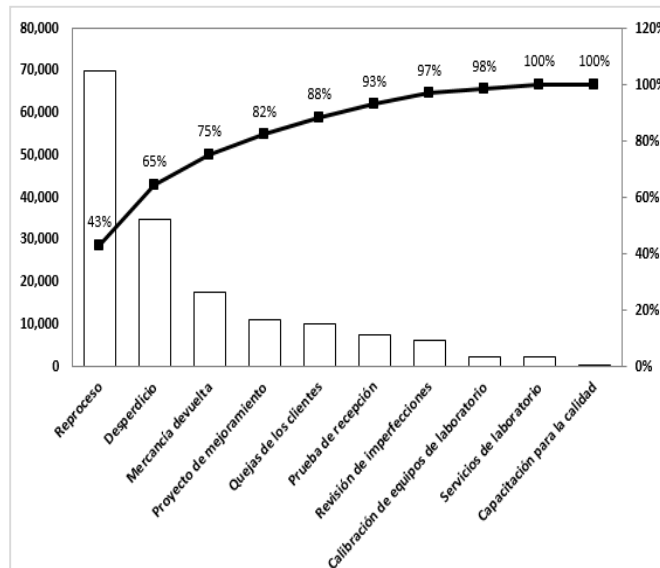
Pasos para la elaboración:

- Debemos dibujar un diagrama en blanco.
- Escribir de una manera breve y clara el problema a analizar.
- Identificar y escribir las categorías que consideremos apropiadas para nuestro problema. Podemos tomar como base las cuatro principales, y de ahí partir para la creación de nuevas categorías.
- Realizar una tormenta de ideas con el fin de proponer tantas causas principales como sea posible, esto con el fin de no omitir alguna, y que pueda ser pasada por alto. Debemos de ir anotando las causas dentro de la categoría a la cual corresponda.
- Una vez que hemos identificado las causas principales procedemos a preguntarnos, ¿Por qué ha surgido determinada causa principal? Esto con el fin de identificar cuáles han sido las causas secundarias (subcausas) que han provocado a las causas principales.
- Ya que hemos identificado tanto las causas principales como las causas secundarias procedemos a realizar un análisis detallado de cada una de ellas, para seleccionar aquellas causas que estamos en posibilidad de corregir de una manera inmediata, y asignar aquellas causas que se encuentran fuera de nuestras manos, a un responsable para su solución.

2.2.6.3. Diagrama de Pareto:

Un diagrama de Pareto es una forma de gráfica de barras con los elementos colocados en orden descendente para que usted pueda identificar los factores que más contribuyen a un problema. Un diagrama de Pareto nos muestra a cuáles puntos defectuosos debe dárseles prioridad para abordarlos - los “pocos vitales” de entre los “muchos triviales”.

Figura 8 Representación de un diagrama Pareto



Fuente: Centro, 2009

Pasos para la elaboración:

- **Paso 1:** Preparación de los datos Como en todas las herramientas de análisis de datos, el primer paso consiste en recoger los datos correctos o asegurarse de que los existentes lo son. Para la construcción de un diagrama de Pareto son necesarios:

a) Un efecto cuantificado y medible sobre el que se quiere priorizar (costes, tiempo, número de errores o defectos, porcentaje de clientes, etc.).

b) Una lista completa de elementos o factores que contribuyen a dicho efecto (tipos de fallos o errores, pasos de un proceso, tipos de problemas, productos, servicios, etc.). Es importante identificar todos los posibles elementos de contribución al efecto antes de empezar la recogida de datos. Esta condición evitará que, al final del análisis, la categoría "varios" resulte ser una de las incluidas en los "pocos vitales".

Las herramientas de calidad más útiles para obtener esta lista son: la tormenta de ideas, el diagrama de flujo, el diagrama de causa-efecto y sus similares.

c) La magnitud de la contribución de cada elemento o factor al efecto total. Estos datos, bien existan o bien haya que recogerlos, deberán ser:

- Objetivos: basados en hechos, no en opiniones.
 - Consistentes: debe utilizarse la misma medida para todos los elementos contribuyentes y los mismos supuestos y cálculos a lo largo del estudio, ya que el análisis de Pareto es un análisis de comparación.
 - Representativos: deben reflejar toda la variedad de hechos que se producen en la realidad.
-
- **Paso 2:** Cálculo de las contribuciones parciales y totales. Ordenación de los elementos o factores incluidos en el análisis para cada elemento contribuyente sobre el efecto, anotar su magnitud. Ordenar dichos elementos de mayor a menor, según la magnitud de su contribución. Calcular la magnitud total del efecto como suma de las magnitudes parciales de cada uno de los elementos contribuyentes.
 - **Paso 3:** Calcular el porcentaje y el porcentaje acumulado, para cada elemento de la lista ordenada el porcentaje de la contribución de cada elemento se calcula: $\% = (\text{magnitud de la contribución} / \text{magnitud del efecto total}) \times 100$ el porcentaje acumulado para cada elemento de la lista ordenada se calcula: - por suma de contribuciones de cada uno de los elementos anteriores en la tabla, más el elemento en cuestión como magnitud de la contribución, y r aplicando la fórmula anterior. Por suma de porcentajes de contribución de cada uno de los elementos anteriores más el porcentaje del elemento en cuestión.
 - **Paso 4:** Trazar y rotular los ejes del diagrama el eje vertical izquierdo representa la magnitud del efecto estudiado. Debe empezar en 0 e ir hasta el valor del efecto total. Rotularlo con el efecto, la unidad de medida y la escala. La escala debe ser consistente, es decir variar según intervalos constantes. Las escalas de gráficos que se compararán entre sí, deben ser idénticas (nota: prestar especial cuidado a las escalas automáticas de los gráficos por g ordenador). El eje horizontal contiene los distintos elementos o factores que contribuyen al efecto.

- Dividirlo en tantas partes como factores existan y rotular su identificación de izquierda a derecha según el orden establecido en la tabla de pareto. q efecto estudiado El eje vertical derecho representa la magnitud de los porcentajes acumulados del u n La escala de este eje va desde el 0 hasta el 100%. El cero coincidirá con el origen f y el 100% estará alineado con el punto, del eje vertical izquierdo, que representa. la magnitud total del efecto.
- **Paso 5:** Dibujar un gráfico de barras que representa el efecto de cada uno de los elementos contribuyentes La altura de cada barra es igual a la contribución de cada elemento tanto medida en magnitud por medio del eje vertical izquierdo, como en porcentaje por medio del eje vertical derecho.
- **Paso 6:** Trazar un gráfico lineal cuyos puntos representan el porcentaje acumulado de la tabla de pareto, marcar los puntos del gráfico en la intersección de la prolongación del límite w derecho de cada barra con la magnitud del porcentaje acumulado correspondiente al elemento representado en dicha barra.
- **Paso 7:** Señalar los elementos "pocos vitales" y los "muchos triviales" trazar una línea vertical que separa el diagrama en dos partes y sirve para visualizar la frontera entre los "pocos vitales" y los "muchos triviales", basándonos en el cambio de inclinación entre los segmentos lineales correspondientes a cada elemento. Rotular las dos secciones del diagrama. Rotular el porcentaje acumulado del efecto correspondiente al último elemento incluido en la sección "pocos vitales".

2.2.6.4. Hojas de control:

Son formas estructuradas que facilitan la recopilación de información, previamente diseñadas con base en las necesidades y características de los datos que se requieren para medir y evaluar uno o varios procesos definición, la cual podemos observar en la figura n°09.

Figura 9 Hojas de control

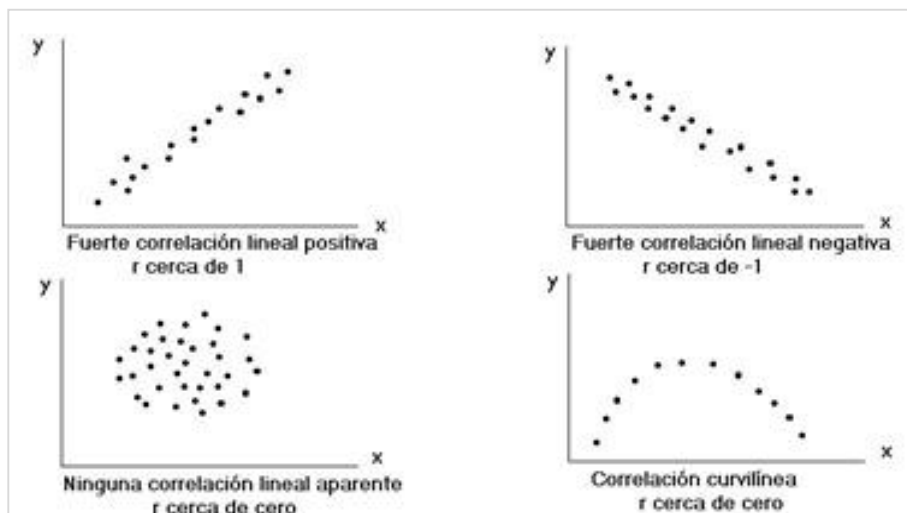
LIMITES DE CLASE	CONTEO	FREC.	LIMITES REALES DE CLASE
4.69 - 4.76		5	4.685 - 4.765
4.77 - 4.84		10	4.765 - 4.845
4.85 - 4.92		12	4.845 - 4.925
4.93 - 5.00		19	4.925 - 5.005
5.01 - 5.08		15	5.005 - 5.085
5.09 - 5.16		10	5.085 - 5.165
5.17 - 5.24		5	5.165 - 5.245
5.25 - 5.32		4	5.245 - 5.325
		$\Sigma = 90$	

Fuente: Centro, 2009

2.2.6.5. Diagrama de dispersión:

Es un tipo de diagrama matemático que utiliza las coordenadas cartesianas para mostrar los valores de dos variables para un conjunto de datos. Como se muestra en la figura n°10.

Figura 10 Representación de un diagrama de dispersión



Fuente: Centro, 2009

2.2.6.6. Estatificación:

El objetivo de la estratificación es comprender un problema o analizar sus causas observando factores o elementos posibles y comprensibles.

2.2.7. Métricas del Six Sigma:

a) Variación (σ)

La variación es un atributo de Six Sigma que mide el grado en el cual, cualquier proceso del negocio se desvía de su meta. La desviación estándar (σ) es una medición de la variación.

Según (Lefcovich, 2009), Sigma (σ) es un parámetro estadístico de dispersión que expresa la variabilidad de un conjunto de valores respecto a su valor medio, de modo que cuanto menor sea sigma, menor será el número de defectos.

b) DPMO

Son las siglas de defectos por millón de oportunidades y se calcula dividiendo el número total de defectos encontrados entre el número total de oportunidades de defectos por un millón.

$$DPMO = \frac{\# \text{ total de defectos encontrados}}{\# \text{ total de oportunidades de defectos}} \times 1000000$$

c) Capacidad del proceso

La capacidad del proceso es una comparación entre la variabilidad natural y la variabilidad especificada. Escalante (2003).

$$C_p = \frac{\text{variabilidad especificada}}{\text{variabilidad natural}} = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

La definición de capacidad de un proceso puede expresarse como:

$C_p \geq 1 \rightarrow$ Proceso Capaz

$C_p < 1 \rightarrow$ Proceso No Capaz

Sin embargo, el índice Cp no es adecuado para aquellos casos en los que el proceso no este centrado en el nominal de la especificación. Para estos casos se utiliza el índice Cpk. Que se define como el cociente entre la amplitud permitida y la amplitud natural, teniendo en cuenta la media del proceso respecto al punto medio de ambas límites de especificación.

$$LECpk = \frac{\text{menor} \left[\frac{LES - u}{3\sigma}, I - u \right]}{3\sigma}$$

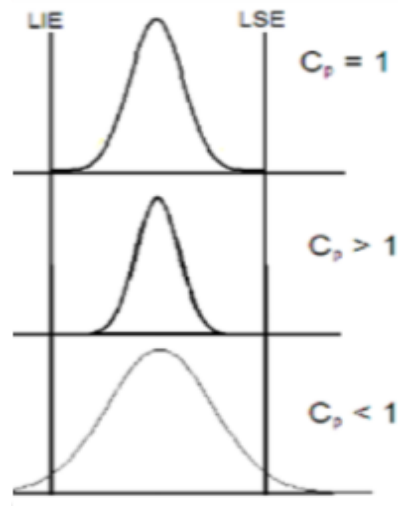
En éste caso la capacidad de un proceso se expresa de la siguiente manera:

Cpk \geq 1 \rightarrow Proceso Capaz

Cpk $<$ 1 \rightarrow Proceso No Capaz

En ambos casos, el proceso dará lugar a una característica capaz de satisfacer la especificación, encontrándose la mayor parte (más del 99.73%) del producto resultado del proceso dentro de tolerancia.

Figura 11 Comparación de índices de capacidad



Fuente: (Centro, 2009)

2.2.8. Postes:

Un Poste es uno de los elementos que se utiliza para la construcción de una alambrada, tendidos eléctricos y telefónicos, televisión por cable, para iluminar calles, plazas o estadios y en las actividades agrícolas. (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS , 2003)

2.2.8.1. Características técnicas de los postes:

Los postes de concreto armado serán centrifugados y tendrán forma troncocónica; el acabado exterior deberá ser homogéneo, libre de fisuras, cangrejas y escoriaciones; tendrán las características y dimensiones. (Ver figura n°12)

Figura 12 Datos técnicos garantizados- postes de concreto

TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS POSTES DE CONCRETO					
N°	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO		VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE				
2.0	TIPO		CENTRIFUGADO		
3.0	NORMAS DE FABRICACION		INDECOPI NTP-339-027		
4.0	LONGITUD DEL POSTE	m	12	13	12 13
5.0	DIAMETRO EN LA CIMA	mm	140	160	160 180
6.0	DIAMETRO EN LA BASE	mm	320	340	355 380
7.0	CARGA DE TRABAJO A 0,15 m DE LA CIMA	daN	200	300	300 400
8.0	COEFICIENTE DE SEGURIDAD		2		
9.0	MASA POR UNIDAD	kg			

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas, 2003)

2.2.9. Pruebas:

Las pruebas se efectuarán en las instalaciones del fabricante, en presencia de un representante del Propietario a quien se le brindará todos los medios que le permitan verificar que los postes se suministran de acuerdo con la norma indicada.

Los instrumentos y equipos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado, lo cual deberá ser verificado por el representante del propietario antes de la realización de las pruebas.

2.2.10. Pruebas de recepción:

Las pruebas de recepción de los postes serán las siguientes:

- Inspección visual
- Verificación de dimensiones
- Ensayo de carga
- Ensayo de rotura

El costo de los ensayos y la del representante del propietario estará incluido en el precio propuesto por el postor.

2.2.11. Normas Relacionadas:

Los postes deberán cumplir con las siguientes normas de fabricación y ensayos

Figura 13 Normas técnicas y certificación

NORMA		DESCRIPCIÓN
NTC	2	Ensayo de tracción para productos de acero.
NTC	30	Cemento Portland. Clasificación.
NTC	116	Alambre duro de acero para refuerzo de concreto.
NTC	121	Cemento Pórtland. Especificaciones físicas y mecánicas
NTC	159	Alambres de acero sin recubrimiento liberados de esfuerzc para concreto pretensado.
NTC	161	Barras lisas de acero al carbono para hormigón armado.
NTC	174	Especificaciones de los agregados para concreto
NTC	248	Barras y rollos corrugados de acero al carbono para hormigón armado.
NTC	321	Cemento Pórtland. Especificaciones químicas.
NTC	673	Ensayo de resistencia a la compresión, de cilindros normales de hormigón.
NTC	1097	Control estadístico de calidad. Inspección por atributos Planes de muestra única, doble y múltiple con rechazo.
NTC	1299	Aditivos químicos para hormigón.
NTC	2010	Torones de acero de siete alambres sin recubrimiento para concreto pretensado.

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas, 2003)

2.2.12. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto:

Las mezclas de concreto (Hormigón) se pueden diseñar de tal manera que tengan una amplia variedad de propiedades mecánicas y de durabilidad que cumplan con los requerimientos de diseño de la estructura. La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras. La resistencia a la compresión se mide fracturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión.

La resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en unidades de libra-fuerza por pulgada cuadrada (psi) en unidades corrientes utilizadas en EEUU o en mega pascales (MPa) en unidades SI. (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS , 2003)

2.2.12.1. Objetivos de ensayos de resistencia a la compresión:

- Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se emplean fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada, $f'c$, en la especificación del trabajo.
- Los resultados de las pruebas de resistencia a partir de cilindros fundidos se pueden utilizar para fines de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia del concreto en estructuras para programar las operaciones de construcción, tales como remoción de formaletas (cimbras) o para evaluar la conveniencia de curado y protección suministrada a la estructura. Los cilindros sometidos a ensayo de aceptación y control de calidad se elaboran y curan siguiendo los procedimientos descritos en probetas curadas de manera estándar según la norma ASTM C31 práctica estándar para elaborar y curar probetas de ensayo de concreto en campo. Para estimar la resistencia del concreto en situ, la norma ASTM C31 formula procedimientos para las pruebas de curado en campo. Las probetas cilíndricas se someten a ensayo de acuerdo a ASTM C39, método estándar de prueba de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto.
- Un resultado de prueba es el promedio de por lo menos 2 pruebas de resistencia curadas de manera estándar o convencional elaboradas con la misma muestra de concreto y sometidas a ensayo a la misma edad. En la mayoría de los casos, los requerimientos de resistencia para el concreto se realizan a la edad de 28 días.
- Al diseñar una estructura, los ingenieros se valen de la resistencia especificada, $f'c$, y especifican el concreto que cumpla con el requerimiento de resistencia estipulado en los documentos del contrato del trabajo. La mezcla de concreto se diseña para producir una resistencia promedio superior a la resistencia especificada de manera tal que se pueda minimizar el riesgo de no cumplir la especificación de resistencia.

- Para cumplir con los requerimientos de resistencia de una especificación de trabajo, se aplican los siguientes 2 criterios de aceptación:

El promedio de 3 ensayos consecutivos es igual o supera a la resistencia especificada, $f'c$.

- Ninguno de los ensayos de resistencia deberá arrojar un resultado inferior a $f'c$ en más de 500 psi (3.45 MPa); ni ser superior en más de $0.10 f'c$ cuando $f'c$ sea mayor de 5.000 psi (35 MPa).
- Resulta importante comprender que una prueba individual que caiga por debajo de $f'c$ no necesariamente constituye un fracaso en el cumplimiento de los requerimientos del trabajo. Cuando el promedio de las pruebas de resistencia de un trabajo caiga dentro de la resistencia promedio exigida, $f'cr$, la probabilidad de que las pruebas de resistencia individual sean inferiores a la resistencia especificada es de aprox. 10% y ello se tiene en cuenta en los criterios de aceptación.
- Cuando los resultados de las pruebas de resistencia indican que el concreto suministrado no cumple con los requerimientos de la especificación, es importante reconocer que la falla puede radicar en las pruebas, y no en el concreto. Ello es particularmente cierto si la fabricación, manejo, curado y pruebas de los cilindros no se realizan en conformidad con los procedimientos estándar. Véase CIP 9, baja resistencia de cilindros de concreto.
- Los registros históricos de las pruebas de resistencia se utilizan para establecer la resistencia promedio deseada de mezcla de concretos para obras futuras.
- Las probetas cilíndricas para pruebas de aceptación deben tener un tamaño de 6 x 12 pulgadas (150 x 300 mm) ó 4 x 8 pulgadas (100 x 200 mm), cuando así se especifique. Las probetas más pequeñas tienden a ser más fáciles de elaborar y manipular en campo y en laboratorio. El diámetro del cilindro utilizado debe ser como mínimo 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso que se emplee en el concreto.
- El registro de la masa de la probeta antes de colocarles tapa constituye una valiosa información en caso de desacuerdos.

- Con el fin de conseguir una distribución uniforme de la carga, generalmente los cilindros se tapan (refrenan) con mortero de azufre (ASTM C 617) o con tapas de almohadillas de neopreno (ASTM C 1231). Las cubiertas de azufre se deben aplicar como mínimo 2 horas antes y preferiblemente 1 día antes de la prueba. Las cubiertas de almohadilla de neopreno se pueden utilizar para medir las resistencias del concreto entre 1.500 y 7.000 psi (10 a 50 MPa). Para resistencias mayores de hasta 12.000 psi, se permite el uso de las tapas de almohadillas de neopreno siempre y cuando hayan sido calificadas por pruebas con cilindros compañeros con tapas de azufre. Los requerimientos de dureza en durómetro para las almohadillas de neopreno varían desde 50 a 70 dependiendo del nivel de resistencia sometido a ensayo. Las almohadillas se deben sustituir si presentan desgaste excesivo.
- No se debe permitir que los cilindros se sequen antes de la prueba.
- El diámetro del cilindro se debe medir en dos sitios en ángulos rectos entre sí a media altura de la probeta y deben promediarse para calcular el área de la sección. Si los dos diámetros medidos dieran en más del 2%, no se debe someter a prueba el cilindro.
- Los extremos de las probetas no deben presentar desviación con respecto a la perpendicularidad del eje del cilindro en más 0.5% y los extremos deben hallarse planos dentro de un margen de 0.002 pulgadas (0.05 mm).
- Los cilindros se deben centrar en la máquina de ensayo de compresión y cargados hasta completar la ruptura. El régimen de carga con máquina hidráulica se debe mantener en un rango de 20 a 50 psi/s (0.15 a 0.35 MPa/s) durante la última mitad de la fase de carga. Se debe anotar el tipo de ruptura. La fractura cónica es un patrón común de ruptura.
- La resistencia del concreto se calcula dividiendo la máxima carga soportada por la probeta para producir la fractura por (\div) el área promedio de la sección. C 39 presenta los factores de corrección en caso de que la razón longitud-diámetro del cilindro se halle entre 1.75 y 1.00, lo cual es poco común.

- Se someten a prueba por lo menos 2 cilindros de la misma edad y se reporta la resistencia promedio como el resultado de la prueba, al intervalo más próximo de 10 psi (0.1 MPa).
- El técnico que efectúe la prueba debe anotar la fecha en que se recibieron las probetas en el laboratorio, la fecha de la prueba, la identificación de la probeta, el diámetro del cilindro, la edad de los cilindros de prueba, la máxima carga aplicada, el tipo de fractura, y todo defecto que presenten los cilindros o sus tapas. Si se miden, la masa de los cilindros también deberá quedar registrada.
- La mayoría de las desviaciones con respecto a los procedimientos estándar para elaborar, curar y realizar el ensayo de las probetas de concreto resultan en una menor resistencia medida.
- El rango entre los cilindros compañeros del mismo conjunto y probado a la misma edad deberá ser en promedio de aprox. 2 a 3% de la

Resistencia promedio. Si la diferencia entre los dos cilindros compañeros sobrepasa con demasiada frecuencia el 8%, o el 9.5% para 3 cilindros compañeros, se deberán evaluar y rectificar lo Los resultados de las pruebas realizadas en diferentes laboratorios para la misma muestra de concreto no deberán diferir en más de 13% aproximadamente del promedio de los 2 resultados de las pruebas.

- Si 1 ó 2 de los conjuntos de cilindros se fracturan a una resistencia menor a $f'c$, evalúe si los cilindros presentan problemas obvios y retenga los cilindros sometidos a ensayo para examinarlos posteriormente. A menudo, la causa de una prueba malograda puede verse fácilmente en el cilindro, bien inmediatamente o mediante examen petrográfico. Si se desechan o botan estos cilindros, se puede perder una oportunidad fácil de corregir el problema. En algunos casos, se elaboran cilindros adicionales de reserva y se pueden probar si un cilindro de un conjunto se fractura a una resistencia menor.
- Una prueba a los 3 o 7 días puede ayudar a detectar problemas potenciales relacionados con la calidad del concreto o con los procedimientos de las pruebas en el laboratorio pero no constituye el criterio para rechazar el concreto.

2.3. Definición de términos básicos

En cuanto a la definición de términos básicos se elaboró una lista de acuerdo a la importancia de los mismos en el proyecto, (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS , 2003).

▶ **Aditivo**

Material diferente del cemento, agregados o agua que se mezcla con el concreto, para modificar una o varias de sus propiedades sin perjudicar su durabilidad, ni su capacidad para resistir esfuerzos, (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS , 2003)

▶ **Albura**

Parte externa del tronco de un árbol que generalmente se distingue de la parte interna por su coloración más clara. Normalmente contiene sustancias de reserva y es permeable al paso de líquidos, (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS , 2003)

▶ **Aros de armado**

Elementos circulares, en varilla lisa de diámetro variable, espaciados adecuadamente a lo largo del eje del poste, que permiten el amarre de las varillas longitudinales y que además contrarrestan el esfuerzo cortante, (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS , 2003)

▶ **Base**

Plano o sección transversal extrema en la parte inferior del poste, (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS , 2003)

▶ **Centrifugado**

Acción de someter a la fuerza centrífuga el poste recién vaciado, con el fin de producir una compactación alta del concreto y gran resistencia a la humedad y a los agentes atmosféricos, (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS , 2003)

▶ **Cima**

Plano o sección transversal extrema, en la parte superior del poste, (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS , 2003)

▶ **Concreto**

Mezcla de cemento hidráulico, agregado fino (arena), agregado grueso (gravilla) y agua, (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS , 2003)

► **Concreto reforzado**

Concreto que tiene un refuerzo constituido por varillas de acero, que trabajan principalmente a la tracción y que actúan en forma conjunta, con el fin de contrarrestar los momentos flectores producidos por las cargas actuantes, (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS , 2003)

► **Conicidad**

Relación entre la diferencia de los diámetros de cima y base y la longitud del poste, (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS , 2003)

► **Ensayo de tracción:**

Consiste en someter a una probeta normalizada a un esfuerzo axial de tracción creciente hasta que se produce la rotura de la probeta, (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS , 2003)

► **Necking:**

Por efecto de la carga (flechas verticales) la probeta se alarga, su sección transversal disminuye y se forma una garganta, (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS , 2003)

► **Proceso**

Se denomina a la consecución de determinados actos, acciones, sucesos o hechos que deben necesariamente suceder para completar un fin específico, (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS , 2003)

► **Refuerzo**

Acero en varillas o alambre, colocado para absorber esfuerzos de tensión, Compresión, cortadura o torsión, en conjunto con el concreto, (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS , 2003)

► **Sección transversal:**

Plano o sección perpendicular al eje longitudinal del poste, (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS , 2003)

► **Tensión de rotura:**

La máxima tensión que un material puede soportar al ser traccionado antes de que se produzca necking, que es cuando la sección transversal del espécimen se comienza a contraer de manera significativa, (MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS , 2003).

CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS

3.1. Formulación de la hipótesis

Con el diseño e implementación de las herramientas Six Sigma, a través del modelo DMAIC en la empresa Postes Del Norte S.A- Cajamarca, se mejorará la calidad del producto.

3.1.1. Variables

3.1.1.1. Variable Independiente:

- Diseño e implementación de las herramientas Six Sigma, a través del modelo DMAIC.

3.1.1.2. Variable Dependiente

- Calidad del producto.

Tabla1 Operalización de variable

VARIABLE	CONCEPTO	DIMENSIONES	OPERALIZACIÓN	INDICADORES
HERRAMIENTAS SIX SIGMA	Métrica Six Sigma para procesos de atributos que cuantifica los defectos, (Pulido, Control Estadístico de Calidad y Six Sigma, 2009)	Defectos por oportunidad por millón por oportunidades	DPMO=DPO x1000000 DPO: Defectos por oportunidad por unidad.	Defectos en relación aún millón de unidades producidas.
	Probabilidad de defectos, (Pulido, Control Estadístico de Calidad y Six Sigma, 2009)	Yield(Rendimiento)	Y=1-DPO DPO: Defectos por oportunidad por unidad.	El rendimiento final del proceso
	Métrica de Calidad, número de defectos encontrados con relación a piezas inspeccionadas, (Pulido, Control Estadístico de Calidad y Six Sigma, 2009)	Defectos por Unidad	DPU=$\frac{D}{U}$ D: Número de Defectos U: Número de Unidades	Los defectos de cada Unidad
	Métrica de calidad, número de defectos encontrados en relación a oportunidades de error, (Pulido, Control Estadístico de Calidad y Six Sigma, 2009)	Defectos por oportunidad por Unidad	DPO=$\frac{DPU}{O} = \frac{D}{U \times O}$ D:Número de defectos U: Número de Unidades O: Oportunidades por defecto.	Defectos en relación a una unidad Producida
	Indicador potencial del proceso que resulta de dividir el ancho de las especificaciones, (variación tolerada) (Alonso, 2006)	Capacidad del Proceso	CPK$\frac{LES-LEI}{6\sigma}$ CPK: Capacidad de Proceso. LES: Límite Superior LEI:Límite Inferior	Proceso Capaz o Incapaz
CALIDAD DEL PRODUCTO	Es la relación entre los recursos utilizados en un proyecto y los logros conseguidos con el mismo, (Lefcovich, Calidad Total, 2009)	Eficiencia	EFICIENCIA = $\frac{[Trabajo]}{[Trabajo (+) Desperdicio]} \times 100\%$	Habilidad de contar con recursos para alcanzar algo.
	Es la capacidad para lograr lo que nos proponemos, (Pulido, Control Estadístico de Calidad y Six Sigma, 2009)	Eficacia	EFICACIA= Lo que se espera/lo que se tiene	Se alcanzó el efecto deseado.

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Tipo de diseño de investigación.

Pre experimental.

4.2. Material de estudio.

4.2.1. Unidad de Estudio.

Postes de concreto de la empresa Postes del Norte S.A.- Cajamarca, desde agosto del 2014 hasta junio 2015.

4.2.2. Población.

Todos los postes fabricados en la empresa Postes del Norte S.A.- Cajamarca, desde agosto del 2014 a junio del 2015.

4.2.3. Muestra.

Las 50 probetas de postes de concreto de la empresa Postes del Norte S.A.- Cajamarca, del 03 de noviembre del 2014 al 14 de noviembre del 2014.

4.3. Métodos.

4.3.1. Técnicas de recolección de datos y análisis de datos

Tabla 2 Instrumentos de recolección de datos

Método	Fuente	Técnicas
Cuantitativo	Registro de pruebas de tensión de rotura.	- Recolección de datos
	Realización de pruebas de tensión de rotura.	- Ensayos de rotura

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2. Procedimientos

Se realizó una tabla con respecto a la recolección de datos los que tomamos en cuenta las técnicas de entrevista en los cuales son instrumentos tales como cámara, lapiceros, papeles

Tabla 3 Instrumentos de recolección de información

Técnica	Justificación	Instrumentos	Aplicado en
Entrevista	Permitirá identificar los procesos actuales dentro de la gestión de operaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de entrevista. • Cámara • Lapicero. 	Encargados de la empresa y el jefe de operación
Encuesta	Permitirá identificar los procesos y actividades actuales dentro de la gestión de operaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Encuesta • Lapicero. • Cámara 	Trabajadores de la empresa
Observación directa	Podemos observar el grado de participación de cada uno de los integrantes del proceso de operaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Guías de observación 	Todo el personal de la empresa.

Fuente: Elaboración Propia

Entrevista

- **Objetivo:**

Realizar un diagnóstico y a su vez conocer el flujo de los procesos de la empresa Postes del Norte S.A. Cajamarca.

- **Procedimiento:**

Preparación de la entrevista

El grupo investigador ha determinado entrevistar al Ing. encargado de toda la empresa en la ciudad de Cajamarca, a su vez al trabajador responsable del área de operaciones en la planta.

- Administrador de planta
- Supervisor del área de operaciones.
- La entrevista tendrá una duración de 90 minutos.
- El lugar donde se realizará la entrevista será en Postes del Norte S.A.- Cajamarca.

- **Secuela de la entrevista**

- Escribir los resultados.
- Entregar una copia al entrevistado, solicitando su conformación, correcciones o adiciones.
- Archivar los resultados de la entrevista para referencia y análisis posteriores.

- **Instrumentos**

- Cámara Fotográfica
- Papel – Guía de la entrevista
- Lapicero

Encuesta

- **Objetivo:**

Obtener información acerca del conocimiento de las normas técnicas con respecto a la calidad del producto final en la empresa Postes del Norte S.A.- Cajamarca.

- **Procedimiento:**

Se aplicara una encuesta para evaluar el grado de conocimiento de los trabajadores con respecto a las normas técnicas en el cumplimiento de calidad de postes.

- **Preparación de la encuesta**

- El grupo investigador ha decidido encuestar a los 5 trabajadores de la empresa.
- La encuesta tendrá una duración de 15 minutos.
- El lugar donde se realizará la encuesta será en Postes del Norte S.A.- Cajamarca.

- **Secuela de la encuesta**

- Escribir los resultados.
- Archivar los resultados de la encuesta para referencia y análisis posteriores

- **Instrumentos:**

- Papel.
- Lapiceros.
- Cámara fotográfica.
- Computadora.

Observación Directa

- **Objetivo:**

Permitirá identificar las fallas críticas del área de operaciones en la empresa Postes del Norte S.A.- Cajamarca.

- **Procedimiento:**

Observación directa

- Analizar el área de trabajo y cumplimiento de la norma NTP-339-027, de esta manera reconocer el área con mayor problemática.
- Participar en la realización de pruebas de carga de trabajo de los postes.
- Registrar de acuerdo a los formatos de fotografía los componentes identificados como fuera de servicio (f/s).

- **Secuela de la observación directa**

- Registro fotográfico de prácticas de acuerdo a normas técnicas.
- Registro fotográfico de cada área de trabajo.

- **Instrumentos:**

- Cámara fotográfica.
- Pruebas de ensayo: resistencia de rotura Kg/cm².

Pruebas de resistencia del concreto Kg/cm²

- **Objetivo:**

Determinar si existe variabilidad en la resistencia de rotura y como esta afecta directamente a la calidad del producto final.
- **Procedimiento:**

Se elaboró 6 probetas durante 1 semana, se las dejo 2 semanas adicionales en secado para finalmente llevarlas a laboratorio J.L.L para finalmente evaluar los resultados.
- **Secuela de la recolección de documentos:**
 - Identificación de la variabilidad existente en la resistencia de rotura.
 - Evaluación de la normalidad de los datos.
 - Evaluación de la capacidad del proceso.
- **Instrumentos:**
 - Probetas
 - Máquina ME 402
 - Hoja de cálculo (MS EXCEL).
 - Minitab
- **Programas**
 - Office 2007: Microsoft Word, Microsoft Excel
 - Minitab.

CAPÍTULO 5. DESARROLLO

5.1. Presentación de la empresa:

Con la experiencia ganada en PREMOL, se inició las operaciones el año 2003, con la primera fábrica ubicada en el Parque Industrial. Luego en febrero del año 2006 se inauguró la planta en Cajamarca, en noviembre de 2009 se apertura la planta del Milagro 1. La empresa fue ganando prestigio gracias a la dedicación y esfuerzo invertido para ofrecer productos de calidad, lo cual la condujo a abrir otra planta (Milagro 2) en el año 2010. El trabajo realizado se extendió, y ello los condujo a Piura, iniciando operaciones en noviembre de 2010.

El trabajo de calidad demostrado a lo largo de los años los respaldó, la primera obra realizada fue a la Municipalidad de Guadalupito y posteriormente se realizó trabajos con Telefónica del Perú (actualmente Movistar). Desde el primer trabajo que se realizó contando con un personal de 11 personas, el compromiso fue el mismo y ha ido mejorando en función de los nuevos retos y las nuevas oportunidades de desarrollo para la sociedad.

Actualmente con más de 80 trabajadores, guiados por fuertes pilares respaldan, el trabajo de calidad y la atención con calidez los cuales han sido siempre importantes, así como el cuidado del medio ambiente y la responsabilidad social, lo cual los pone a la vanguardia como una organización comprometida no sólo con sus clientes, sino con sus trabajadores y la comunidad.

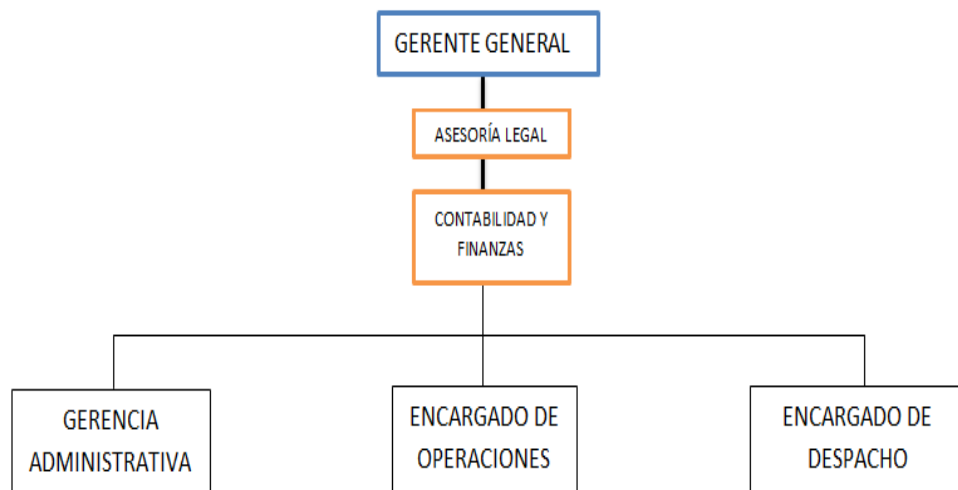
La empresa dedicada a fabricar y comercializar postes y elementos de concreto de calidad a un precio competitivo, nuestra cultura es la responsabilidad en el estricto cumplimiento de las normas técnicas (INDECOPI NTP 339.027 y DGE 015-PD-1 del MEM/DEP), utiliza insumos de primera clase para obtener resistencia y durabilidad en el producto final. Contribuyendo de esa manera al desarrollo sostenible del país.

Por otro lado, en medio de un mercado informal, su ventaja es la formalidad. Cuentan con personal calificado y cinco fábricas ubicadas en diversas ciudades del país, equipadas con moderna tecnología, laboratorios propios y servicio post venta.

5.1.1.1. Organigrama:

Se puede observar la estructura organizacional (Ver tabla n°04) de la empresa Postes del Norte S.A, la empresa cuenta actualmente con 5 fábricas ubicadas de manera estratégica en el país, la persona a cargo de las 5 empresas es el propietario de la fábrica, Raúl Pérez, además de un asesor legal también a cargo de las 5 empresas, en las plantas más grande como lo son la empresa ubicada en la ciudad de Trujillo y Piura, existen personal a cargo en el área contable, así como también una persona encargada de la gerencia administrativa, otra en área de operaciones y de despacho; no obstante en la planta que se ubica en la ciudad de Cajamarca, la parte administrativa se encarga de contabilidad y de despacho y está a cargo de la producción el jefe de toda la cuadrilla.

Tabla 4 Organigrama de la empresa Postes del Norte S.A



Elaboración: Postes del Norte S.A

5.1.1.2. Personal:

La cuadrilla de trabajo con la que cuenta la empresa Postes del Norte S.A(ver tabla n°05), el jefe de planta es el encargado de la parte administrativa de la empresa, es el encargado del realizar todo el proceso de ventas, desde la cotización hasta la entrega del pedido o requerimiento; el jefe de la cuadrilla es el encargado de todo el sistema de producción de la planta, monitoreando cada área de producción, además se cuenta con un encargado de la movilización del puente, una persona en la elaboración de la mezcla, una persona a cargo de la preparación de las parrillas, un pinero y un picado; cabe mencionar que los puestos en cada área no son manejados únicamente por estas personas, sino que también puede variar.

Tabla 5 Personal de Postes del Norte S.A. - Cajamarca

TRABAJADOR	CARGO
Alejandro Morales Cotrina	Jefe de Cuadrilla
Julio Morales Sangay	Encargado de Puente
Edwin Sangay Limai	Picador
Miguel Ramírez Pompa	Encargado del área de mezclado
Joel Sangay Limai	Pinero
Antonio Valdez Huamán	Encargado de parrillas
Florencio Alfaro Chávez	Jefe de Planta

Elaboración: Postes del Norte S.A

5.1.1.3. Máquinas, equipos y herramientas:

- 01 puente de grúa.
- 01 mescladora.
- 01 máquina centrífuga
- 01 máquina soldar.

5.1.1.4. Proveedores y clientes:

Sus principales proveedores son:

- ▶ Cementos Pacasmayo
- ▶ Aceros Arequipa
- ▶ Para los insumos distintos proveedores de la zona de Otuzco

Sus principales clientes son:

- Municipalidad Distrital de baños del Inca.
- Gobierno Regional de Cajamarca.
- Minería Gold Field.

5.1.1.5. Competencia:

Escarsa S.A.C: Empresa dedicada a la producción de postes y accesorios de concreto, en el mercado nacional ESCARSA, ha fabricado postes, crucetas, ménsulas, ductos, pastorales y afines, para la ejecución de obras de alumbrado público en red subterránea, líneas áreas de baja, media y alta tensión, redes de telefónica, etc. Producen postes centrifugados desde 3 hasta 18 metros, a un ritmo de producción de 200 postes diarios y al mismo tiempo a la fabricación y comercialización de productos estructurados de concreto armado en general (fabricación y diseños).

5.1.1.6. Offering:

La empresa Postes del Norte además de ofrecer Postes también ofrece a sus clientes accesorios:

Postes de Concreto Armado Centrifugado, (ver figura n°14) para la elaboración de postes es guiada bajo estándares de calidad y siguiendo las normas técnicas vigentes, se fabrica diferentes tipos de postes de acuerdo a las necesidades que demanden sus clientes, estos son los principales productos que el mercado demanda.

Figura 14 Postes de concreto armado centrifugado



Fuente: Postes del Norte S.A

Además la empresa Postes del Norte S.A (ver figura n° 15) **Postes de Concreto Armado Centrifugado Seccionado**, estos postes este tipo de postes se emplea desde electrificaciones en ferrocarriles, en líneas rurales en baja tensión y alta tensión incluido líneas de 220 KV, mástiles para alumbrado exterior (en el reglamento antiguo llamado alumbrado público), además en combinación con varios postes se pueden realizar configuraciones de apoyos en ángulo, derivación, anclaje, etc. No son empleados en lugares de difícil acceso precisamente porque su fabricación no puede realizarse en talleres provisionales.

Figura 15 Postes de concreto armado centrifugado seccionado.



Fuente: Postes del Norte S.A

En cuanto a la elaboración de accesorios de concreto está es guiada bajo estándares de calidad y siguiendo las normas técnicas vigentes, los Pastorales de Sucre C, toda superficie externa debe ser homogénea, sin fisuras, rebabas, escoriaciones ni cangrejeras. Los pastorales tendrán en su interior un tubo de acero de 25 mm de diámetro para permitir el paso del conductor de alimentación a la luminaria; igualmente, tendrán un orificio para el ingreso del conductor al pastoral, estas características deben tener el pastoral (ver figura n°16)

Figura 16 Pastoral Sucre C.



Fuente: Postes del Norte S.A

Las ménsulas que fabrican la empresa Postes del Norte S.A, pueden ser ménsulas cortas (ver la figura n°17), que presentan pequeños salientes que sirven de soporte para algún otro elemento como podría ser un arcó, un balcón o talvez una cubierta; además existe las ménsulas largas o también llamados voladizos que básicamente son elementos estructurales que por su longitud horizontal funcionan como vigas.

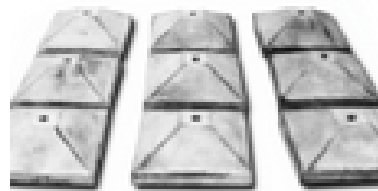
Figura 17 Ménsulas.



Fuente: Postes del Norte S.A

Las losas de concreto(ver imagen n° 18) son es un elemento estructural, tiene la intención de servir de separación entre pisos consecutivos de un edificio, por lo que a veces se llama **losa de entrepiso**, y al mismo tiempo, servir como soporte para las cargas de ocupación como son cargas vivas y cargas muertas. Físicamente se compone de concreto y acero de refuerzo. El concreto absorbe los esfuerzos de compresión y el acero los de tracción.

Figura 18 Losas.

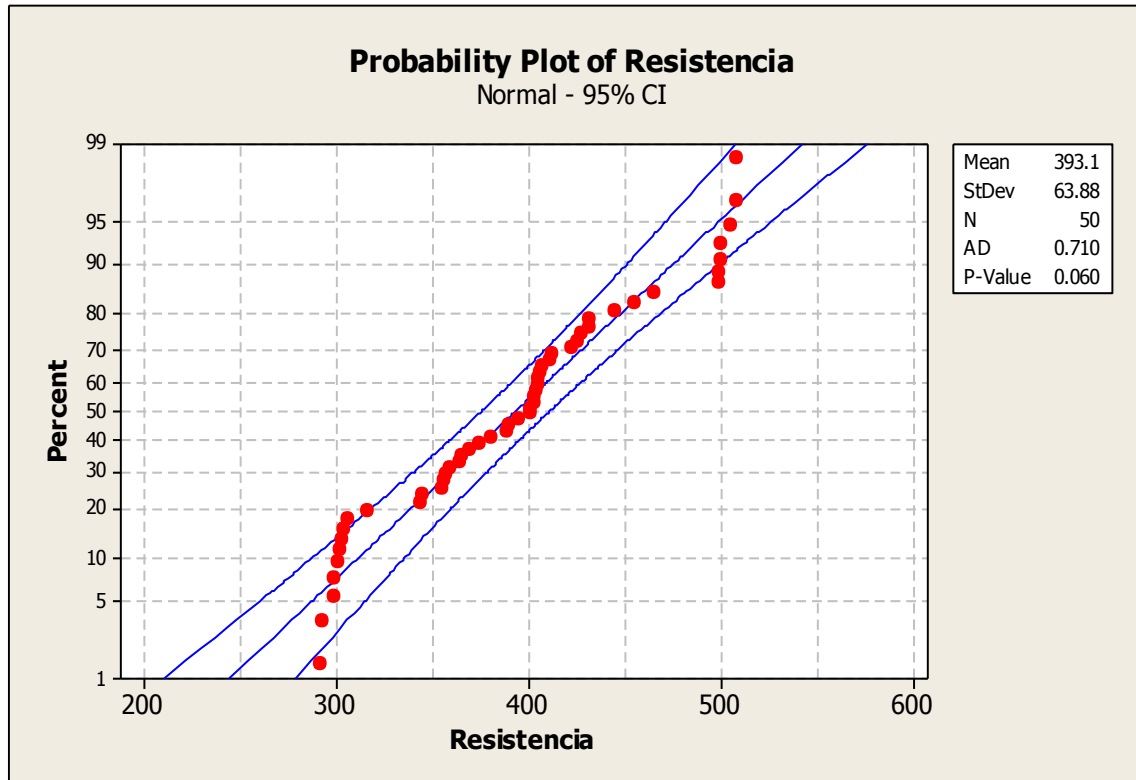


Fuente: Postes del Norte S.A

5.1.2. Prueba de normalidad

Para poder hallar la capacidad del proceso, se determinó el área con mayor participación en la obtención del producto final, se sacaron muestras del concreto en el área de mezclado, la variable de salida a estudiar fue la resistencia de las muestras obtenidas, estas variables deben cumplir con ciertas metas o especificaciones las cuales fueron delimitadas por el cliente, para considerar que el proceso funciona de manera satisfactoria, para poder comprobar la capacidad de proceso en el área de mezclado previamente se determinó la normalidad del proceso, a continuación (ver figura n°19) se puede observar que la variable se ajusta a una distribución normal ya que el p-valor arroja un valor mayor a 0,05; teniendo como desviación estándar 63.88 kg /cm² y con una media de 393.1 kg /cm².

Figura 19 Prueba de normalidad

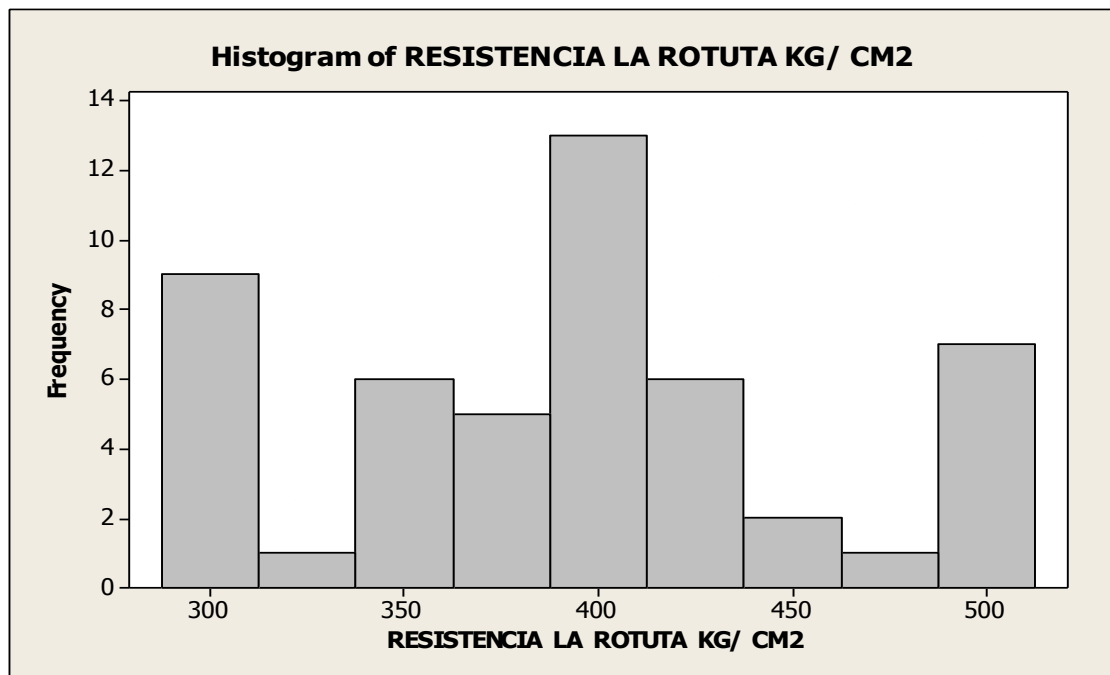


Fuente: Elaboración Propia

5.1.3. Capacidad de proceso:

En la elaboración del histograma de la resistencia a la rotura (ver figura n°20) se pudo comprobar la variabilidad existente en el proceso de mezclado, los picos altos existentes, parámetros que se manejan entre 350 Kg/cm² y 420 Kg/cm² además de valores como el de 290 y 310 Kg/cm² en los cuales existen mayor cantidad de datos repetitivos, y los picos más altos que están entre 320, 340 y 480 Kg/cm², con menor cantidad de datos repetitivos.

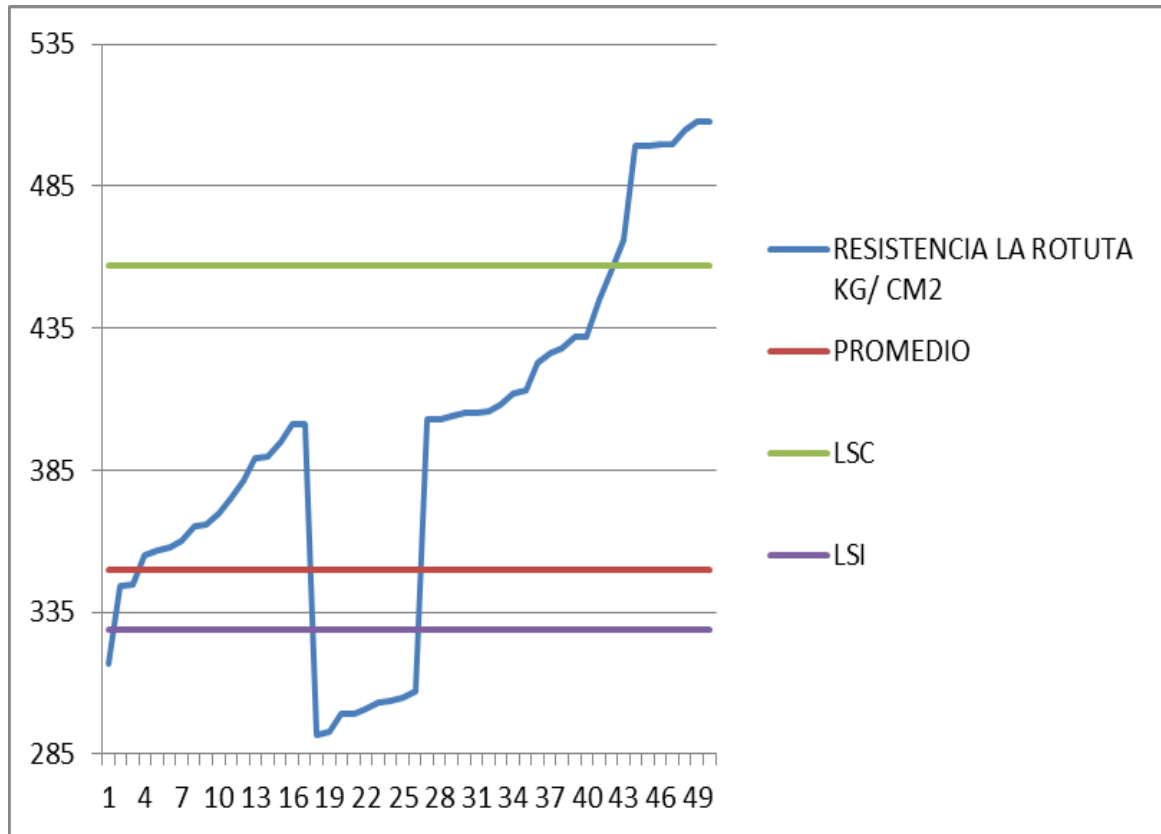
Figura 20 Histograma de la resistencia de rotura Kg/cm²



Fuente: Elaboración Propia

Se realizó el gráfico de control con respecto de la resistencia de los postes, tomando de referencia las pruebas de ensayo hechas a postes (**ver anexo1**); se calculó tanto los el límite inferior y el límite inferior de los valores de la resistencia, tomando como valor de 350 kg/cm² el valor óptimo para reconocer los demás valores, en el gráfico siguiente se muestra la variabilidad existente en la resistencia de los postes de la empresa Postes del Norte S.A.- Cajamarca (ver figura 21), como se puede observar los puntos existentes fuera de control estos puntos se trabajarán y analizarán las causas para la realización de la mejora continua.

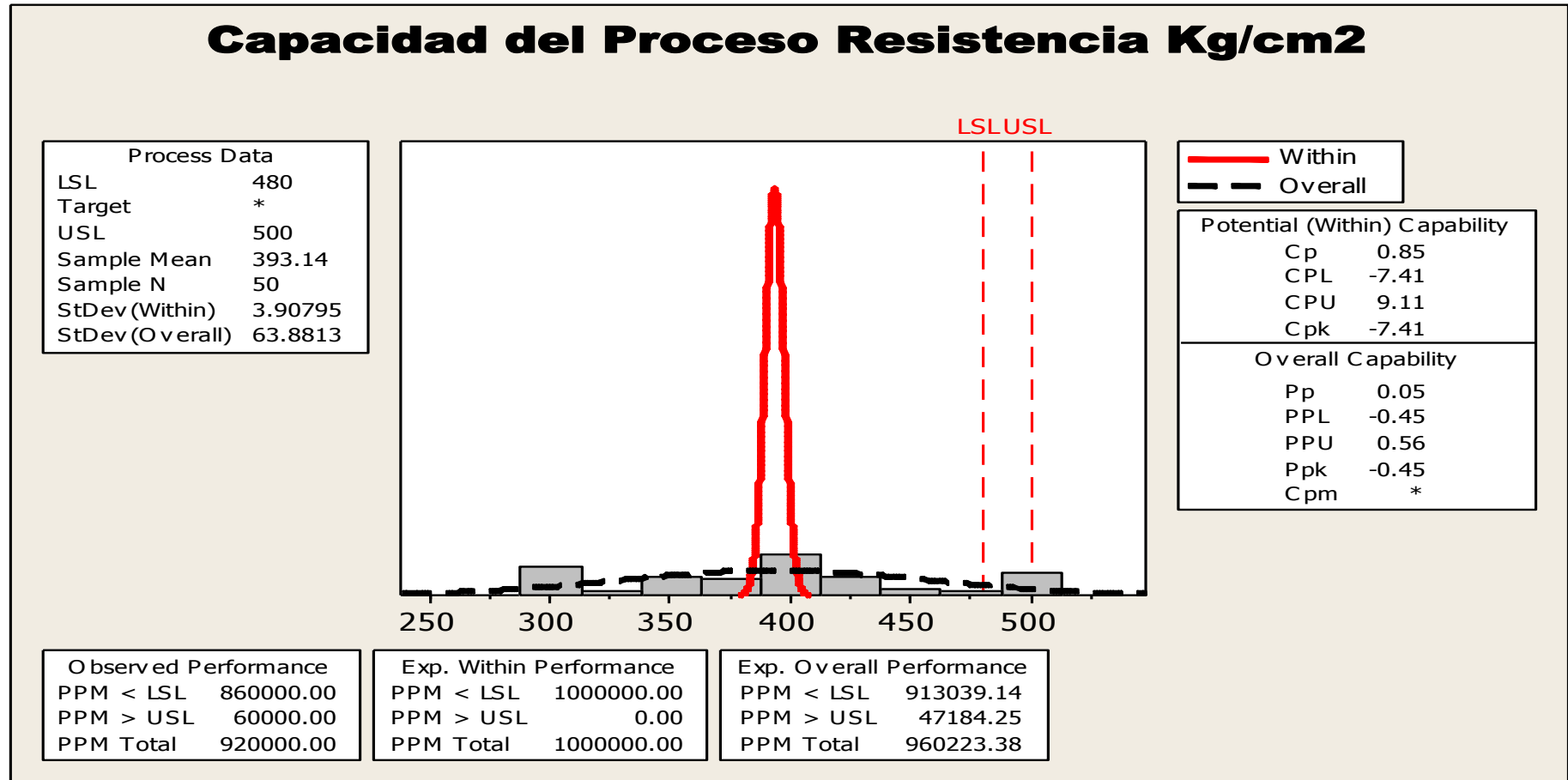
Figura 21 Gráfico de control respecto a la resistencia de postes kg/cm²



Fuente: Elaboración Propia

Al comprobar la normalidad en la que actúan los datos con respecto a la resistencia del postes, se obtuvo tal y como se puede observar en la (ver figura n°22) la capacidad del proceso, esta tarea es primordial para reconocer la habilidad que tiene la misma para cumplir con lo que el cliente requiere, al analizar la capacidad que tiene el proceso se puede afirmar que el trabajo no es el adecuado además es necesario un análisis del proceso y que requiere modificaciones para alcanzar una calidad satisfactoria, debido a que el valor obtenido es de 0.85, y para que esta se halle en un valor óptimo debería ser mayor a 1; además se calculó la capacidad a largo plazo que obtendríamos si continuamos con el ritmo de trabajo existente obteniendo como indicador de desempeño potencial un valor de 0,05; a su vez el nivel sigma que tiene el proceso es de 1 ½ sigma, teniendo en cuenta el valor de ppm es de 960223.38.

Figura 22 Capacidad de proceso



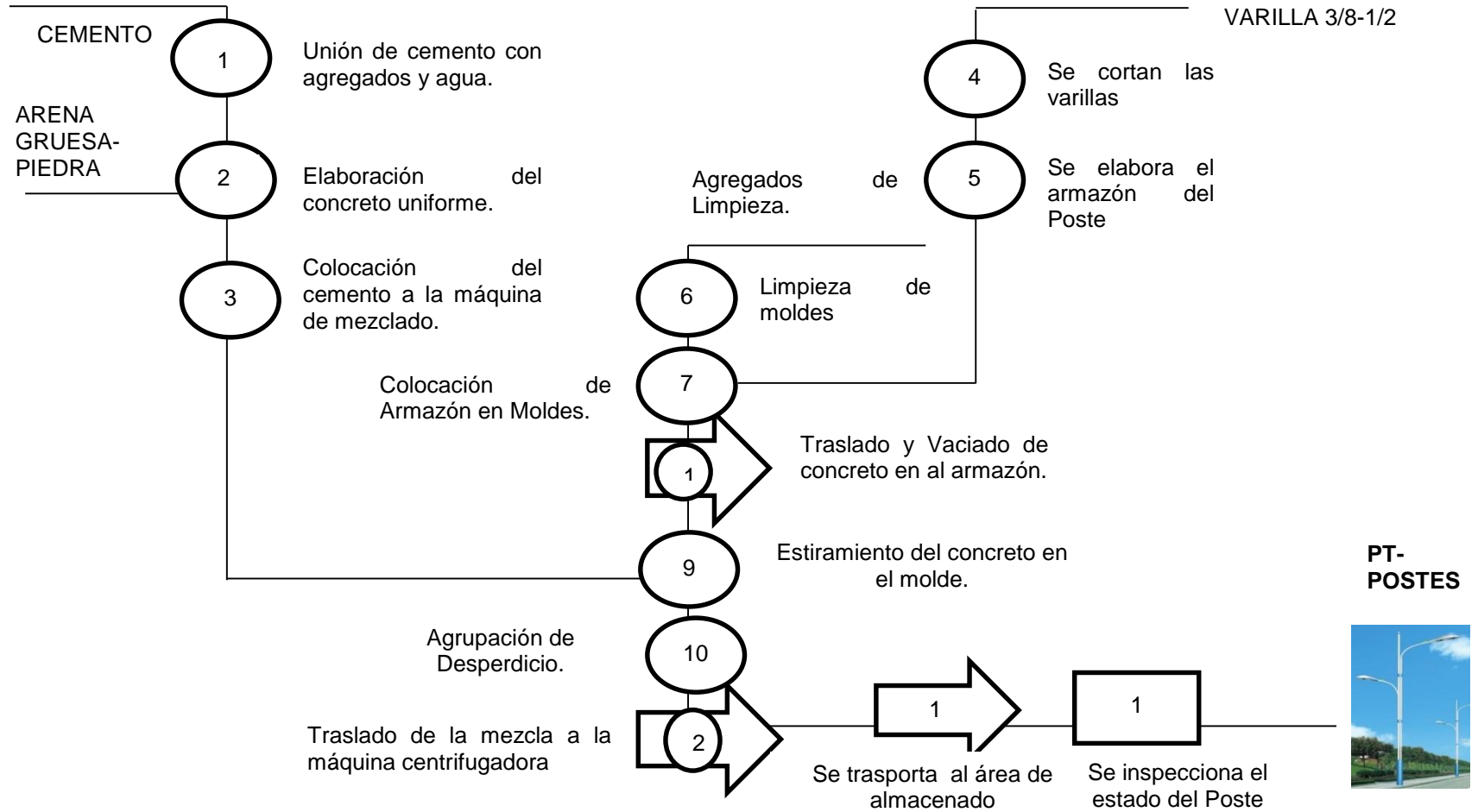
Fuente: Elaboración Propia

5.1.4. Diagrama de procesos:

En cuanto al diagrama de procesos de la empresa Postes del Norte S.A- Cajamarca, empieza con el acopia de la materia prima que vendría hacer la arena tanto fino como gruesa, el cemento, la piedra chancada y el agua; cabe mencionar que la empresa cuenta con un manantial es de este lugar en donde se extrae el agua, estos insumos son ubicados en el área de mezclado para la elaboración del concreto, a su vez es recepcionada las varillas, insumos que se utilizan en el área de ensamblado, estas son trabajadas para obtener las parrillas las cuales son transportadas al área de moldeo junto con el concreto el cual es depositado en estas, ya obteniendo este producto es trasportada al área de centrifugación al finalizar y obtener el producto final ser trasladada al área de almacén, como se puede visualizar en (ver tabla n°06).

Cabe mencionar que existen procesos que generan pérdidas de tiempo, debido a que existen trabajos que son consecuentes de implementos en este caso el de una tabla en mal estado que hace que se desperdicie material debido a que esta no es capaz de cubrir zonas para la uniformización del concreto en el momento de colocar el mismo en la parrilla, además otro punto importante del diagrama de flujo es la que solo una persona trabaja en el e área de armado generando que este demore más al producir la parrilla y aumentando al trabajador un recarga laboral debido a que es el único que realiza el trabajo desde cargar los fierros al área hasta terminar de producir.

Tabla 6 Diagrama de procesos de la empresa Postes del Norte S.A



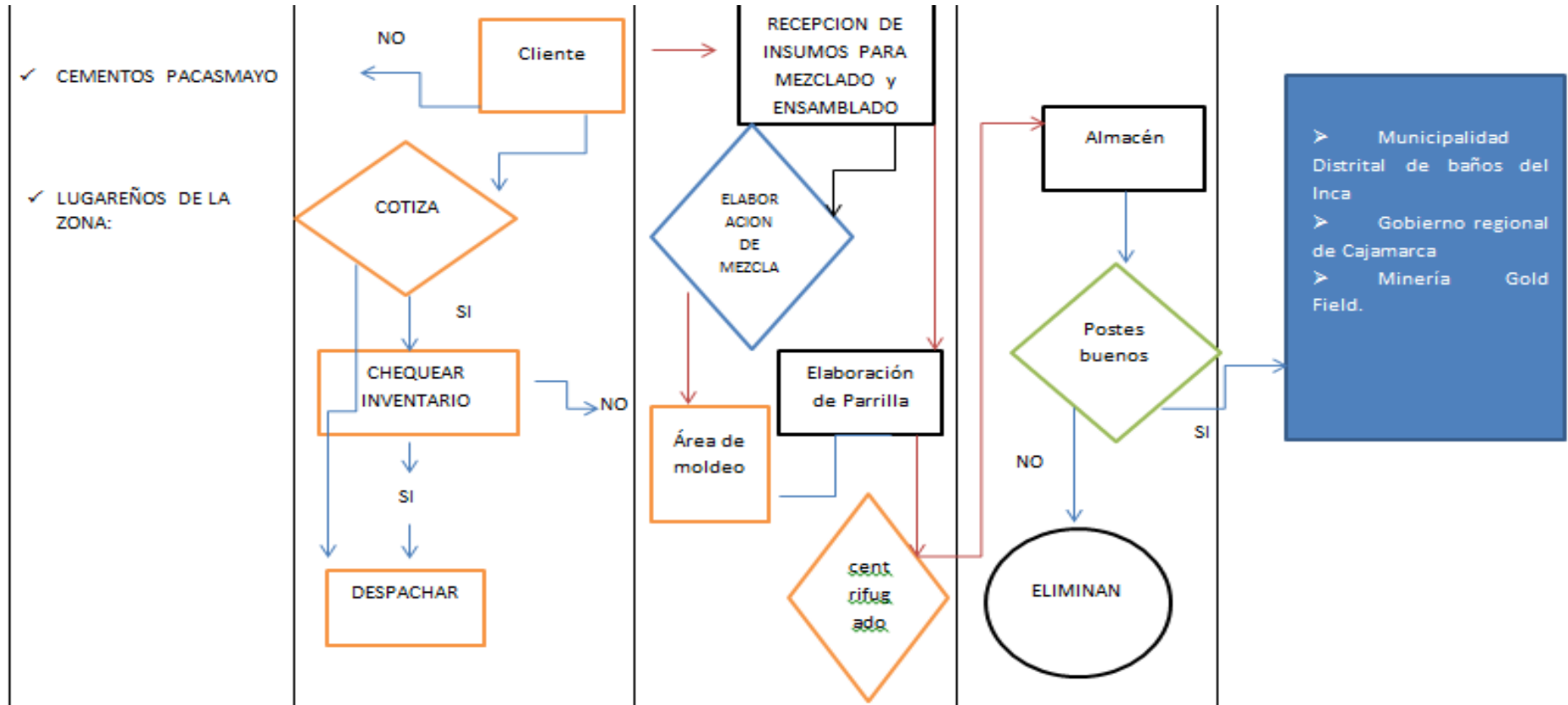
Fuente: Elaboración Propia

5.1.5. Flujograma de la empresa Postes del Norte S.A:

En la siguiente tabla, se puede observar claramente el flujograma de la empresa Postes del Norte S.A.- Cajamarca,(ver tabla n°07) evaluando de manera primordial los proveedores, por consiguiente la producción a partir del requerimiento del producto, dependiendo si el cliente acepta la cotización para continuar con el procedimiento dependiendo del requerimiento de producto por parte del cliente, si este no cubre se pasará a la elaboración de los que faltarían, este empezará en el área de recepción de insumos, siguiendo con la elaboración de la mezcla y luego la elaboración de parrilla, para luego pasar al área de centrifugado, para finalmente pasar al área de almacén; donde será evaluada la condición en la que se encuentra y de esta manera cumplir con sus clientes

- **Proveedores:** El principal proveedor es Cementos Pacasmayo, ellos suministran el cemento; los insumos tales como la piedra chancada, la varilla, arena es suministrada por empresas pequeñas de la zona cabe mencionar que no es solo una empresa esta varía según la disponibilidad de la misma.
- **Venta:** Estas actúan de acuerdo de cotizaciones, la persona encargada de la parte administrativa cotiza la cantidad de Postes que se está requiriendo, si esta es aprobada se comunica al gerente de la empresa y este da la autorización para la producción
- **Producción:** En cuanto a la producción se resalta las áreas de mezclado, moldeo, armado, centrifugado y almacén; ya explicadas anteriormente.
- **Clientes:** Los principales clientes de Municipalidad de Baños del Inca, el Gobierno Regional y Minera Gold Fields.

Tabla 7 Flujoograma de Postes del Norte S.A.



Fuente: Elaboración Propia

5.1.6. Diagnóstico del área de estudio:

5.1.6.1. Priorización de problemas en la empresa Postes del Norte S.A.

Se elaboró un listado de todos los posibles problemas de la empresa Postes del Norte S.A - Cajamarca, (ver tabla n°08) estos problemas se pudieron detectar a través de las herramientas mencionadas en el capítulo 4, concretamente a través de entrevistas tomadas, encuestas realizadas a trabajadores (**ver Anexo 2**), y a través de la observación directa que se dio mediante las visitas a la empresa, la observación directa se realizó en todas las áreas de la empresa, el problemas de la falta de capacitación se registró mediante la entrevista que se tuvo con el encargado de la planta, quien menciona que si existía las capacitaciones en otras planta tales como las de Trujillo y Piura, pero no existía un plan en la ciudad de Cajamarca.

Tabla 8 Listado de problemas

LISTADO DE PROBLEMAS	
Código	Listado de problemas
A	Desperdicio de materiales en área de mezclado
B	Productos terminados en malas condiciones
C	Falta de estandarización en procesos
D	Falta de orden en ambiente de trabajo
E	Falta de control de calidad
F	Falta de capacitaciones

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó la priorización de los problemas suscitados, (ver tabla n°09), se elaboró un matriz de relación entre los problemas para lograr obtener la jerarquización de los problemas obteniendo como el problema más importante obtenido es productos terminados en malas condiciones, siguiendo como segundo problema más importante el de la falta de estandarización en los procesos de producción, seguidamente del desperdicio de materiales que se pudo observar en el área de mezclado, la falta de orden en todo los ambientes de trabajo, registrado por la acumulación de materiales fuera del lugar de utilización, además de la falta de control de calidad que debería ser el pilar de la empresa ya que se mencionó como factor importante debido a actúa directamente con generar más demanda reflejada en las ganancias que obtendría la empresa y por último la falta de capacitaciones, (ver tabla n°10).

Tabla 9 Priorización de problemas

Priorización de Problemas							
Código	A	B	C	D	E	F	Total
	Prioridad						
A	B	C	A	E	A	2	3
B		B	B	B	B	4	1
C			C	C	C	3	2
D				E	D	1	4
E					E	1	5
F						1	6

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10 Jerarquización de problemas

Código	Listado de problemas
B	Productos terminados en malas condiciones
C	Falta de estandarización en procesos
A	Desperdicio de materiales en área de mezclado
D	Falta de orden en ambiente de trabajo
E	Falta de control de calidad
F	Falta de capacitaciones

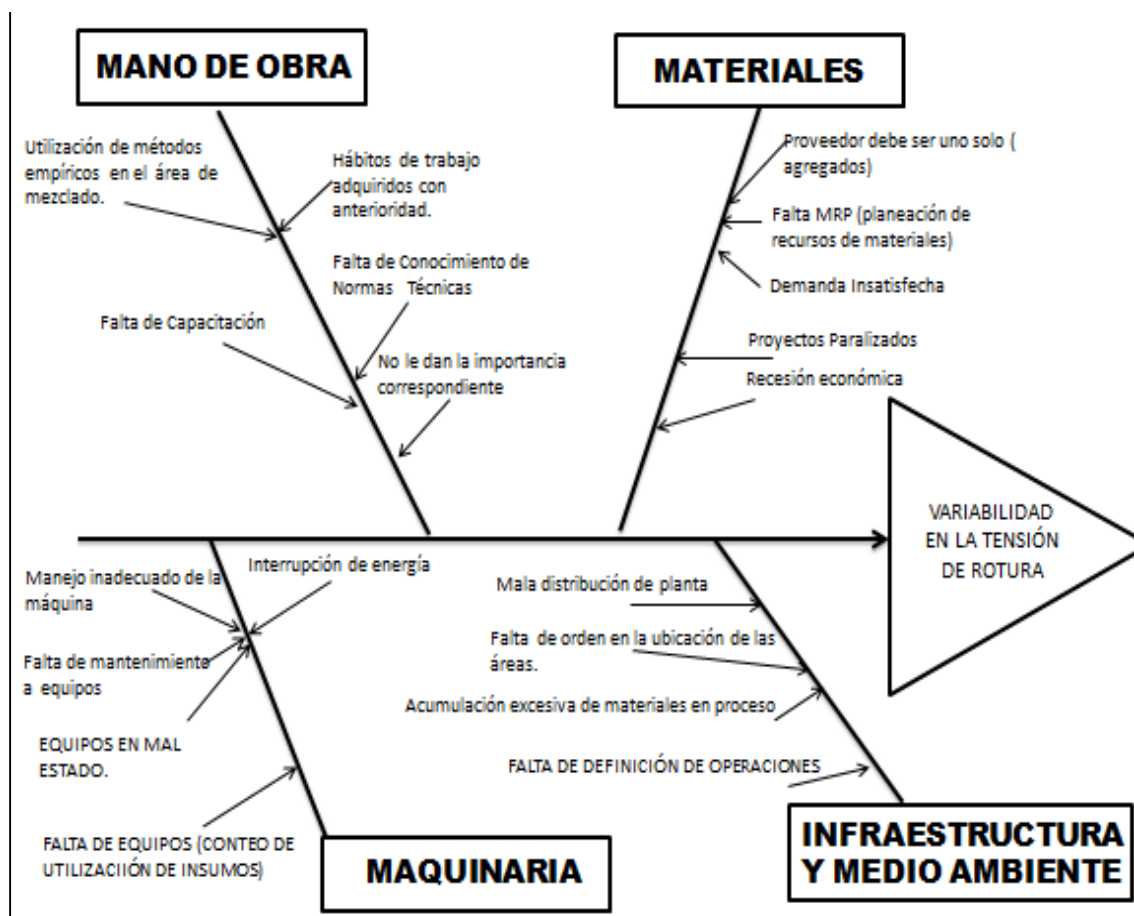
Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.2. Priorización de los principales problemas:

- **Problema de Productos con terminados en malas condiciones:**

Para saber las causas de la variabilidad en la resistencia de los Postes, a su vez generando la incapacidad del proceso se elaboró un diagrama de Ishikawa (ver figura n° 23), en el cual se observaran las principales causas del problema mencionado que fue medido mediante un diagrama de Ishikawa, teniendo como puntos clave: maquinaria, mano de obra, materiales, infraestructura y medio ambiente; tomando como problemas claves la utilización de métodos empíricos, la acumulación de manera desordenada de insumos que se están utilizando, como también que no existe un plan de capacitaciones; falta del conocimiento de las normas técnicas, situaciones que no son las mismas en otras plantas de la empresa ubicadas en otros lugares del país, estos datos se obtuvieron con la visita e entrevista del jefe de planta.

Figura 23 Ishikawa- productos con terminados en malas condiciones



Fuente: Elaboración Propia

- **Mano de obra:** Se llegó a observar cuando se realizó la visita que la utilización de los métodos a la hora de la fabricación del concreto fue empírico, los trabajadores no contabilizaban adecuadamente los insumos, colocando los mismos a su criterio, además de desconocer las normas técnicas para la elaboración de los postes, y sumado a esto no se le daba la importancia correspondiente.
- **Materiales:** Se averiguo la procedencia de los proveedores, obteniendo como respuesta que los proveedores de agregados tales como área y piedra son indistintos, según la disponibilidad de sus proveedores, además no existe una planeación de los recursos en la empresa, añadiendo a esto los materiales se encuentran ubicados de manera desordenada.
- **Maquinaria:** La falta de mantenimiento de equipos, es la principal causa para este problema, debido a que si existe una falla o avería atrasaría la producción, esto genera que la empresa termine con lo que le requiere sus clientes, dirigiéndose a la empresa ubicada en Trujillo, generando de esta manera un sobre costo.
- **Infraestructura y medio ambiente:** En cuanto hablamos de infraestructura y medio ambiente la falta de orden en todas las área especialmente en el área de mezclado y almacén, generando de esta manera una acumulación excesiva de materiales tales como piedras, cemento, arena.

5.1.6.3. Análisis de la causas con respecto a problemas de productos terminados:

Se elaboró un histograma de los postes que se encontraron en mala calidad en el área de almacenaje, estos datos se agruparon y contabilizaron según las características que presentaban con respecto a la mala calidad presentada de los mismos, tales como que la superficie del poste terminado no es compacta, además se encontraron postes con pequeñas fisuras, otro problema de calidad encontrado fueron las escoriaciones encontradas en las puntas tanto superiores como inferiores en los postes, además se encontró postes con fechas de hasta 2009 de haber sido producidos, se tomó las demoras en las entregas de pedidos ya que es un factor importante de calidad en el servicio,(ver tabla n°11).

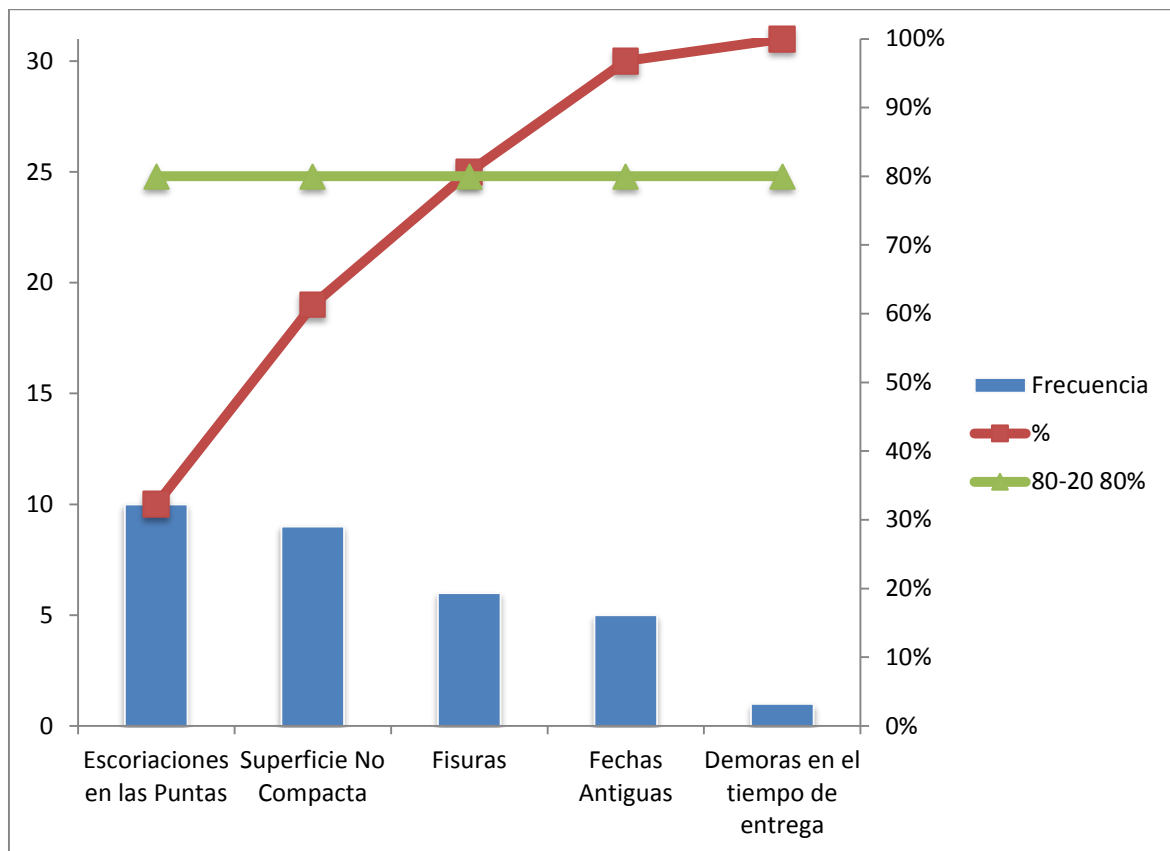
Tabla 11 Hoja de verificación de postes en mala calidad

Empresa: Postes del Norte S.A		Ubicación: Cajamarca		
Semana del: 13/04/2015-27/04/2015		Área: Almacén final		
Fallas	1	2	3	TOTAL
Superficie no compacta	IIII	IIIIII	IIII	9
Fisuras	II	III	IIIIII	6
Escoriaciones en las puntas	IIII	IIIIIIIIII	IIIIIIII	10
Fechas antiguas	III	II	IIII	5
Demoras en el tiempo de entrega		I		1

Fuente: Elaboración Propia

Estas fallas analizaron mejor en la realización de un diagrama de pareto (ver figura n°24), se utilizó la hoja de verificación de los postes de mala calidad, estos datos se registraron en el mes de abril durante los últimos días de tres semanas, los datos según el total de postes se ordenó de mayor a menor, y consecuentemente el porcentaje acumulado, de este modo se realizó la gráfica y se delimito los las fallas con más frecuencia obteniendo que debe dar más importancia a las escoriaciones e las puntas que presentan los postes con un porcentaje de 40% y a que las superficies no están compactas con un porcentaje de 60 % se toman estos puntos como base debido a que es en este punto en donde se intersecan la curva y la línea de la gráfica, además de no dejar de lado la falla de fisura .

Figura 24 Diagrama de pareto- postes de mala calidad



Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.4. Planteamiento de objetivos:

Problema: Productos con terminados en malas condiciones

Causa 1:

- Utilización de métodos empíricos.

Objetivos específicos:

Realizar un plan de capacitaciones al personal, para que el rendimiento de su trabajo mejore y este a su vez sea valorado.

Causa 2:

- Inadecuada ubicación de materiales

Objetivos específicos:

Aplicar el proceso de lean manufacturing, para la organización de insumos y materiales para el mejor provecho de los mismos generando de esta manera el desperdicio de estos y la mayor ganancia a la empresa.

5.1.7. Diagrama de Flujo de la empresa Postes del Norte S.A:

En la tabla n°12 se podrá apreciar, la realización del diagrama de flujo de la empresa Postes del Norte S.A.- Cajamarca la cual se realizó para identificar las operaciones que se llevan a cabo, el transporte tanto de los maquinarias como es el caso de grúa y parrillas, así también como de insumos tales como el concreto al momento de llevar a la zona de moldeo, también se evaluaron los retrasos que se dieron en el proceso de producción, como también las inspecciones captando de esta manera que las inspecciones que se realizan son pocas, aportando que se podría realizar una inspección también en el área de moldeo, y su vez los almacenamientos que se realiza en todo el proceso de producción.

En el proceso productivo se puede observar se realizan 9 operaciones, en las cuales se tenemos como es el proceso de mezclado, el ensamblado, centrifugado y el almacenaje del producto final; además se cuenta con 7 transportes; que se basan en movilizar tanto al personal como a la grúa que interactúa constantemente en todo el proceso; a su vez existen 3 retrasos en la producción; los cuales son dados por demoras como lo son la búsqueda de materiales, el ir y regresar a la máquina centrífuga además de situar el material de que se encuentra en el piso y cargarlo a la carretilla; también se realiza 2 almacenamientos tanto en la recepción de los insumos y en almacenamiento de producto terminado; alguna de las recomendaciones que se dieron se relacionan a los operarios y el ambiente de trabajo.(ver tabla n°12)

Tabla 12 Diagrama de flujo de la empresa Postes del Norte S.A.-Cajamarca.

UBICACIÓN: Postes del Norte S.A.					Resumen			
Actividad: Inspección en campo					Operación	9		
Fecha: 14/04/2015					Transporte	7		
Analista: Maritza Rebaza Céspedes					Retrasos	3		
Encierre en un círculo el método y el tipo apropiado:					Inspección	2		
Presente	Propuesto			Almacenamiento	2			
Material	Máquina	Producción: 1 Poste.		Tiempo	238			
				Tipo: Trabajador	104			
Descripción de Eventos		SÍMBOLO			Tiempo en minuto	Distancia en pies	Recomendaciones	
Recepción de materia prima, descargo de piedra, arena	○	⇒	D	□	▽	30	La recepción de materiales debe realizarse en un lugar limpio.	
Firmar guías de conformidad	○	⇒	D	□	▽	2		
Caminar para prender la máquina mezcladora	○	⇒	D	□	▽	3		
Vaciar la piedra	○	⇒	D	□	▽	8		
Vaciar la arena	○	⇒	D	□	▽	7		
Vaciar cemento	○	⇒	D	□	▽	6		
Monitoriar la máquina de mezclado	○	⇒	D	□	▽	7		
Trasladar el concreto en carretilla al área de moldeo	○	⇒	D	□	▽	3		9
Caminar al área de ensamblado	○	⇒	D	□	▽	3		15
Cortar tubos y bases	○	⇒	D	□	▽	20		7
Caminar en busca de otras Herramientas	○	⇒	D	□	▽	6		
Armar la parrilla	○	⇒	D	□	▽	40		
Trasladar la parrilla al área de moldeo	○	⇒	D	□	▽	8		
Colocar el concreto en la parrilla	○	⇒	D	□	▽	20		20
Situar el concreto que se desperdicio	○	⇒	D	□	▽	8		
Caminar hacia la grúa	○	⇒	D	□	▽	4	9	
Dirigir la grúa hacia el área de moldeo	○	⇒	D	□	▽	6		
Colocar en la grúa la parrilla con el concreto	○	⇒	D	□	▽	10		
Trasladar la grúa con la parrilla a la máquina centrífuga	○	⇒	D	□	▽	6	12	
Caminar al monitor para programar	○	⇒	D	□	▽	3	10	
Regresar a Apagar la Máquina Centrífuga	○	⇒	D	□	▽	5		
Esperar que el poste se uniformice y este consistente	○	⇒	D	□	▽	8		
Trasladar al área de almacen con la grúa	○	⇒	D	□	▽	5	22	
Realizar la Inspección	○	⇒	D	□	▽	20	Se debería realizar una inspección cuando se termina de uniformizar	

Fuente: Elaboración Propia

5.1.8. Aplicación de indicadores de calidad del producto y productividad

Tabla 13 Indicadores de calidad del producto

Número de postes procesados/mes	110
Porcentaje de posibilidades de encontrar el defecto	50%
Número de defectos detectados	48
Porcentaje de defectos	87%
Productividad(Rto del proceso)	13%

Fuente: Elaboración Propia

Para hallar los indicadores de calidad del producto final de la empresa Postes del Norte S.A.- Cajamarca, se sabe que se produce 110 postes en un mes además se tomó los postes defectuosos según la hoja de verificación aplicada en el mes de abril se tiene 48 postes defectuosos; el porcentaje de que sean defectuosos no defectuosos, pueda que sea y no sea por lo mencionado se empleó un porcentaje de 50%, con estos datos se logró calcular el porcentaje de defectos que se presenta en 1 mes de fabricación además de hallar la productividad que tiene que ver con el rendimiento del proceso en relación al porcentaje de defectos encontrados en un mes de estudio,(ver tabla n°13).

$$DPU=D/U$$

$$DPU=48/110$$

$$DPU=0.43$$

- El 43 % son los defectos por unidad registrados en la empresa Postes del Norte S.A.

$$DPO=DPU/O$$

$$DPO=0.43/0.50$$

$$DPO=0.86$$

- El 56% son los defectos por oportunidad encontrada por cada unidad producida.

$$DPMO = DPO * 1000000$$

$$DPMO = 0.86 * 1000000$$

$$DPMO = 860000$$

- Los defectos por oportunidad por millón de unidades es de 86 0000 obteniendo como nivel Sigma 2.

$$Y = 1 - DPO$$

$$Y = 0.44$$

- El rendimiento del proceso es de 44% desde la óptica del Seis Sigma, corroborando el nivel Sigma 2.

Productividad:

La productividad de la empresa Postes del Norte S.A.- Cajamarca, se midió con la utilización del flujograma anteriormente con respecto a los tiempos de producción y los retrasos existentes:

$$\text{EFICIENCIA} = [\text{Trabajo}] / [\text{Trabajo (+) Desperdicio}] \times 100\%$$

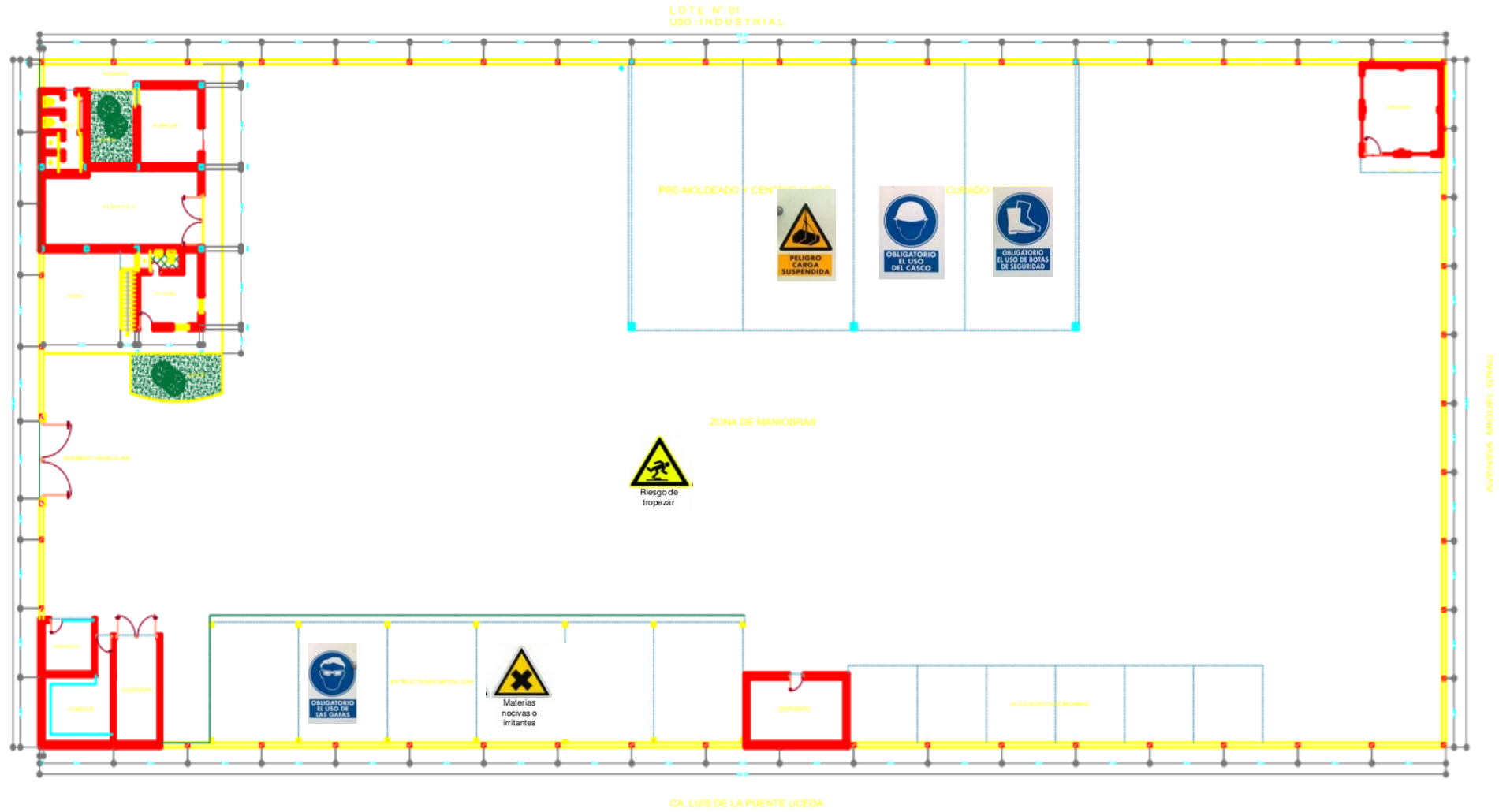
$$\text{EFICIENCIA} = [211] / [211 (+) 48] \times 100\%$$

$$\text{EFICIENCIA} = 81\%$$

La eficiencia con la que actúa el proceso de Producción de Postes es de un 81%.

5.1.9. Mapa de Riesgos:

Figura 25 Plano en planta de la empresa Postes del Norte S.A



Fuente: Elaboración Propia.

- **Descripción de área de recepción de materiales:**

En esta área como se puede observar en la figura n°26, claramente hay un problema existente en la empresa que es el desorden que aquejan a la protección de la integridad tanto física y mental de los trabajadores, y puede generar en futuro enfermedades ocupacionales como son la del estrés u alguna caída por que los materiales e insumos no se encuentran en su lugar, se puede observar también claramente que se encuentran unos cuantos accesorios en este lugar, generando así aún más desorden debido a que para su registro no están en el almacén.

Figura 26 Área de recepción de materiales



Fuente: Postes del Norte S.A.

- **Descripción en área de ensamblado:**

En el área de ensamblado, como se puede observar en la figura n°27, se trabaja con soldadura que sin protección de seguridad estaría afectando directamente a tus ojos por lo que se colocaría la señalización de que existen materias nocivas e irritantes, a su vez el uso obligatorio de equipos de protección personal especialmente lentes, además de los guantes al momento de trasportar las varillas de fierro, esta zona a su vez debe mantenerse alejado de materiales corrosivos ya que hay es en esta área en la cual se suelda la parrilla y hay presencia de electricidad.

Figura 27 Área de ensamblado



Fuente: Postes del Norte S.A.

- **Descripción del área de moldeo:**

Como se puede observar en la figura n°28, el área de moldeo presenta varios riesgos debido es que es esta área donde más se moviliza el puente para trasladar a la parrilla a la máquina centrífuga para llevar el postes al área de almacenamiento, por lo que se necesita conocer que existen elementos que están en suspensión y que estos son pesados, además las personas deben contar con casco y botas para el ingreso a esta área por los motivos ya mencionados, esta zona a su vez debe estar libre de artículos o instrumentos innecesarios en la producción debido a estos motivos el ambiente debe mantenerse limpio de y ordenado.

Figura 28 Área de moldeo



Fuente: Postes del Norte S.A.

5.1.10. Análisis modal falla efecto (AMFE):

A continuación, se desarrolla un análisis modal de fallos y efecto para identificar y prevenir los modos de fallo en el proceso. Para esto, se evaluó el número de prioridad de riesgo (NPR) que incluye los valores de severidad (n), la ocurrencia (p) y probabilidad de no detección (r).

Se observa los niveles de gravedad del fallo o defecto. Estos valores van del 1 al 10 según los criterios mostrados en la tabla n°14. Además, se muestra los valores de nivel de detección donde se asigna un puntaje del 1 al 10 según el nivel que tiene el fallo para ser detectado por el cliente. Asimismo, en los anexos (10,11) se pueden encontrar los valores de probabilidad usados y sus criterios para ser asignado. Se observa que se asigna una puntuación del 1 al 10 según el nivel de probabilidad de ocurrencia del fallo.

Finalmente, el resultado de evaluar el AMFE, esto se muestra en la tabla n°14 lo que deberíamos poner más énfasis a nodos de los equipos en mal estado y la utilización de métodos empíricos.

Los fallos encontrados en el proceso de productivo fueron la utilización de métodos empíricos obtenidos en antiguos trabajos, los equipos en mal estado, la falta de orden y limpieza en toda la empresa, y un sistema de control inadecuado en la recepción del producto final ; consecuentemente se halló el efecto de cada falla y la gravedad de lo que implica cada una, sus causas principales, como se controla cada una de ellas la probabilidad de ser detectada y respectivamente su acción correctiva para cada nodo de falla, con un periodo para realizar las acciones recomendadas, con las cuales se medirá el impacto y de esta manera reducir la ocurrencia de fallas.

Tabla 14 Diagrama AMFE- Postes del Norte S.A.-Cajamarca

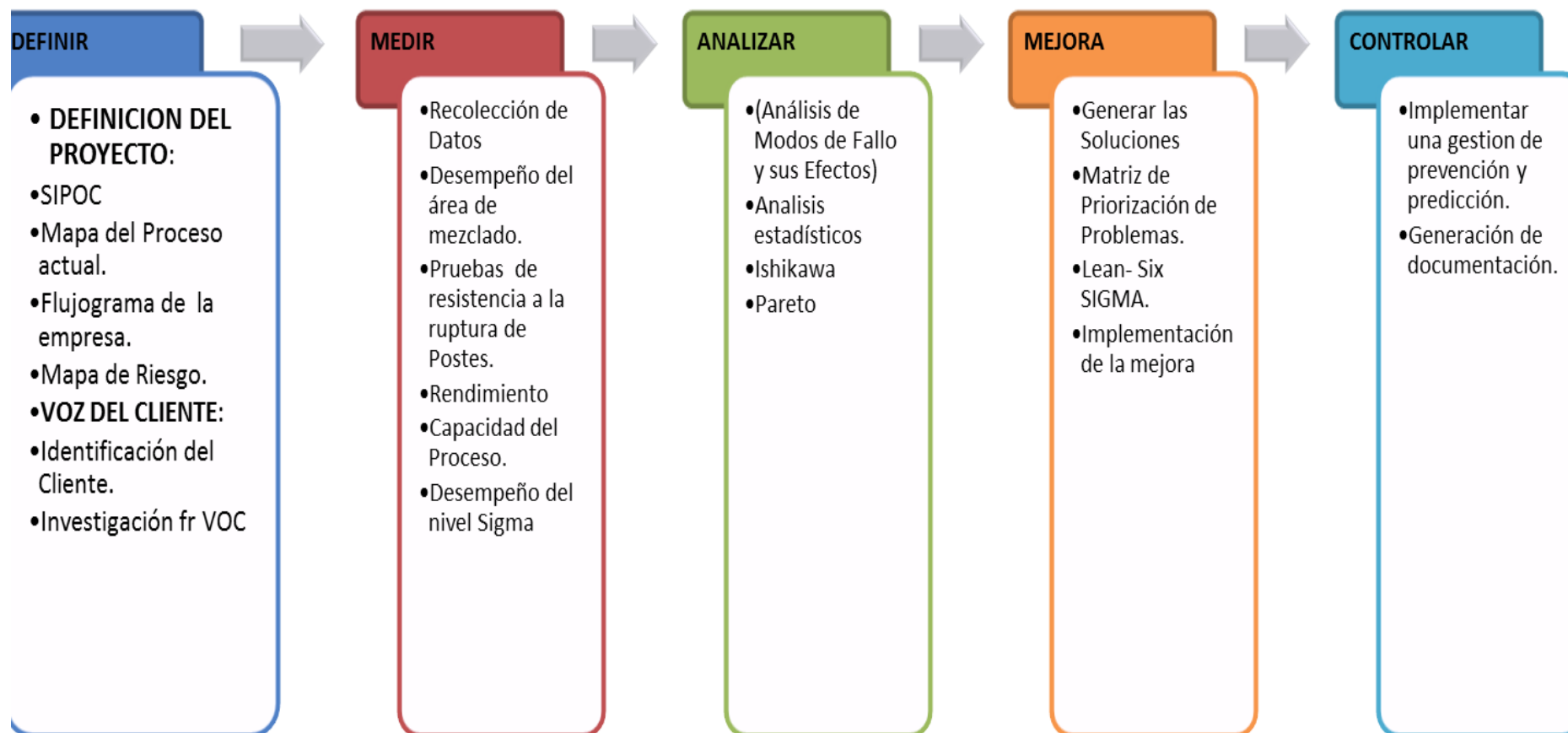
Etapa/Fun ción del proceso/ requerimie ntos	Modo potencial de la falla	Efectos potenciales de la falla(que ocasiona)	Severidad	Clasificación	Causa potenciale s de la falla(f)	Proceso Actual				Acciones Recomendadas	Responsabili dad y fecha de compromiso	Resultado de Acciones				
						Controles Preventivos	Ocurrencia	Controles de deteccione s	Detección			N P R	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
Mesclado	Utilización de Métodos empíricos	Eficiencia Final Reducida	1 0	Crítica	No contar con programas de Capacitació n.	Pruebas de Ensayo, estandarizaci ón	9		9	8 1 0	Implementación de Programas de Capacitación.	Trimestral	3	2	4	2 4
		La resistencia en el producto varia														
	Equipos Desgastado	Ruido	9	Significativa	Mantenimie nto Inadecuado Manejo Inadecuado de Equipo	Revisiones Programadas de Mantenimient o de Equipos	9	Inspeccione s periódicas, registro en hoja de control	9	7 2 9	Implementación de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Equipos	Mensual	3	2	3	1 8
Atraso en la producción Pone en peligro a operador (corte)																
Falta de orden y limpieza	Mala Apariencia Retraso en el trabajo(Búsqued a de herramientas)	4	Clave	Preparación inadecuada en el área de trabajo	Entrenamie nto del Personal	5		5	1 0 0	Implementación de Herramientas de Gestión	Supervisión Diaria	2	1	2	4	
Almacén	Sistema de Control Inadecuado	Pérdidas en la Producción	8	Significativa	Sistema de Control Inadecuado	Entrenamie nto del Personal	7		6	3 3 6	Implementación de Herramientas de Gestión	Mensual	3	2	3	1 8

Fuente: Elaboración Propia

5.2. Propuesta de diseño:

La propuesta de diseño para realizar el diseño e implementación de las herramientas de Six Sigma, a través del modelo DMAIC para la mejora de calidad del producto en la empresa Postes del Norte S.A, que constará de los pasos definir; en la cual se definirán los problemas principales que tiene la empresa que son básicamente diagrama Sipoc, diagramas de flujo, diagramas de proceso ; luego se medirán estos problemas con utilización de herramientas de calidad que son los de recolección de datos, desempeño en el área de mezclado, pruebas de resistencia de algunos postes, el rendimiento la capacidad del proceso, el desempeño del nivel sigma ; para luego analizar los datos que se obtuvieron en la utilización de las distintas herramientas tale como diagrama de Ishikawa, Pareto, análisis de nodos y fallas, siguiendo con la propuesta de mejora que se tomarán a partir del análisis de resultados obtenidos para finalizar con el control respectivo a la propuesta tomado este último como paso fundamental en la creación de una mejora continua en la empresa,(ver figura n°29)

Figura 29 Propuesta de diseño



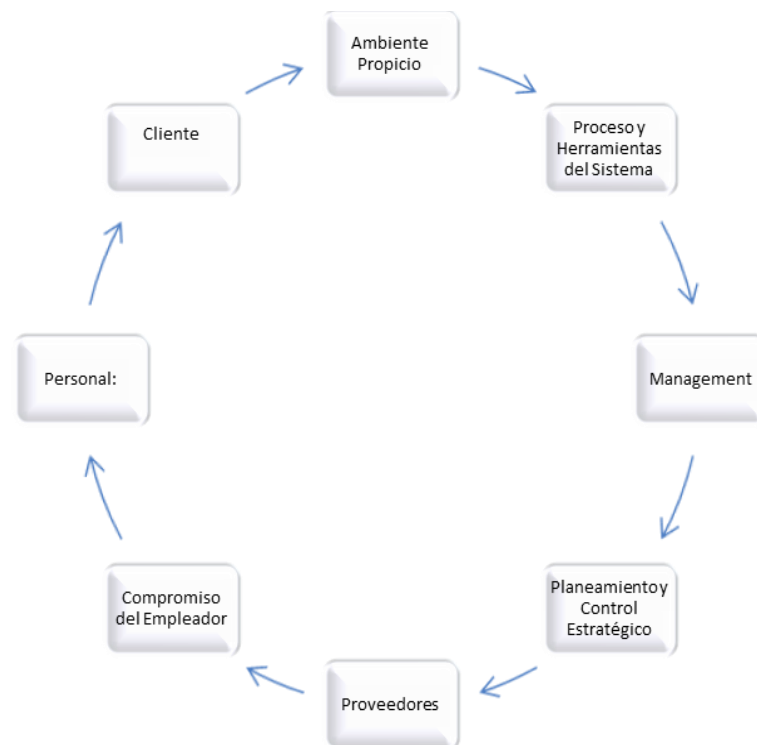
Fuente: Elaboración Propia

5.2.1. Variables de la calidad Total utilizadas:

Para lograr el objetivo principal que es el lograr el reducir la variabilidad de la resistencia de los postes tendremos que trabajar las variables que involucran la calidad total vistos en la figura n° 30 que nos muestra; un ambiente propicio en este se solucionará el problema de desorden en el área de trabajo, enfocándonos en buscar la productividad de la empresa; el empleador formaliza un compromiso sólido con el personal, motivándolo y reconociéndole sus esfuerzos a través de un plan de incentivos; el planeamiento de control estratégico mediremos la estrategia empresarial y competitiva para medir el desempeño y hacer mejoras teniendo en cuenta estos aspectos; se implementará un consistente cadena de valor a lo largo del trabajo con la diferente evaluación de proveedores; también nos enfocaremos en el personal con la capacitación de los mismos.

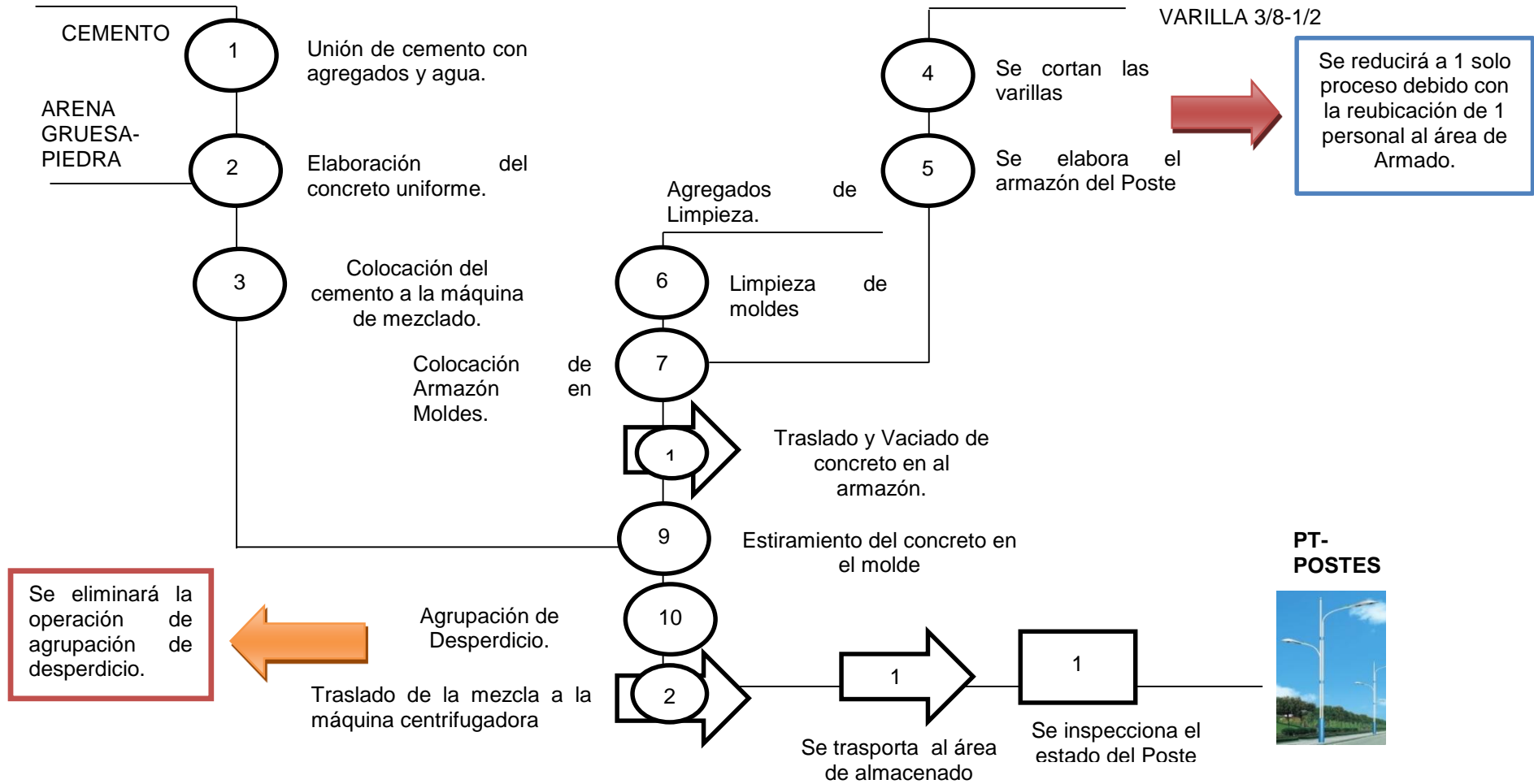
Consiguiendo con esto la fidelización de sus trabajadores; a través de la evaluación de la casa de calidad mejoraremos puntos críticos para lograr la satisfacción del cliente.

Figura 30 Variables de la calidad total



Elaboración Propia:

Tabla 15 Mejora en el diagrama de procesos



Fuente: Elaboración Propia

5.2.2. Mejora en el diagrama de procesos:

Se presentó el diagrama de procesos mejorado con respecto a la tabla n°06 presentada en la parte de la presentación de la empresa.

La mejora propuesta en el diagrama de procesos (ver tabla n°15) se mejorará las operaciones 4 y 5 debido a que esta área solo existe un trabajador, las medidas que se tomará serán la reubicación de un trabajador del área de moldeo se evaluará al que cumpla con el perfil para el área de armado, a su vez se eliminará la operación número 10 debido a que está actúa en el proceso como una demora, para la cual se emplearía una tabla con mejor condición de esta manera generar que no se produzca en derrame de material generando de este modo mejor manejo de material para la optimización de su uso además de evitar tiempo innecesario para el agrupamiento y recojo del mismo, actuando directamente con la mejoría de la calidad del producto final.

5.2.3. Propuesta de mejora del diagrama de flujo:

En cuanto al diagrama de flujo,(ver figura n°31) se mejorará básicamente eliminando todas las demoras encontradas en el diagrama de flujo actual (ver tabla n° 06) para la reducción en cuanto a tiempos de fabricación, los proceso que se pretenden eliminar es el de caminar en busca de herramientas, para esto se aplicará la implementación de las 5 s, en el la parte de limpiar previamente antes del inicio de trabajo las herramientas se situarán de manera ordenada para que su accesibilidad sea más fácil y de esta manera eliminar esta demora, a su vez se plantea la utilización de una nueva tabla para el área de moldeo, debido a que esta es mala condiciones, generando así el mal uso del material ya que este se desperdicia en grandes cantidades(**ver anexo 3**), por otro lado se establecerá los puestos de trabajo para que una solo persona esté a cargo del manejo de la máquina centrífuga en el proceso de producción .

Figura 31 Diagrama de flujo propuesto

UBICACIÓN: Postes del Norte S.A					Resumén			
Actividad: Inspección en campo					Operación	9		
Fecha: 14/04/2015					Transporte	7		
Analista: Maritza Rebaza Céspedes					Retrasos	-		
Encierre en un círculo el método y el tipo apropiado:					Inspección	2		
Presente	Propuesto			Almacenamiento	2			
	Material	Máquina	Producción: 1 Poste.	Tiempo	239			
				Distancia	104			
Descripción de Eventos		SÍMBOLO			Tiempo en minutos	Distancia en pies	Recomendaciones	
Recepción de materia prima, descargo de piedra, areana		○	⇒	D □ ▽	30	9	La recepción de materiales debe realizarse en un lugar limpio.	
Firmar guías de conformidad		○	⇒	D □ ▽	2			
Caminar para prender la máquina mezcladora		○	⇒	D □ ▽	3			
Vaciar la piedra		○	⇒	D □ ▽	8			
Vaciar la arena		○	⇒	D □ ▽	7			
Vaciar cemento		○	⇒	D □ ▽	6			
Monitoriar la máquina de mezclado		○	⇒	D □ ▽	7			
Trasladar el concreto en carretilla al área de moldeo		○	⇒	D □ ▽	3			15
Caminar al área de ensamblado		○	⇒	D □ ▽	3			7
Cortar tubos y bases		○	⇒	D □ ▽	20			
Armar la parrilla		○	⇒	D □ ▽	40			
Trasladar la parrilla al área de moldeo		○	⇒	D □ ▽	8			20
Colocar el concreto en la parrilla		○	⇒	D □ ▽	20			
Caminar hacia la grúa		○	⇒	D □ ▽	4	9		
Dirigir la grúa hacia el área de moldeo		○	⇒	D □ ▽	6			
Colocar en la grúa la parrilla con el concreto		○	⇒	D □ ▽	10			
Trasladar la grúa con la parrilla a la máquina centrífuga		○	⇒	D □ ▽	6	12		
Caminar al monitor para programar		○	⇒	D □ ▽	3	10		
Esperar que el poste se uniformice y este consistente		○	⇒	D □ ▽	8			
Trasladar al área de almacen con la grúa		○	⇒	D □ ▽	5	22		
Realizar la Inspección		○	⇒	D □ ▽	20	Se debería realizar una inspección cuando se termina de uniformizar		
Realizar inspección después de días de fabricación en almacén		○	⇒	D □ ▽	20			

Fuente: Elaboración Propia

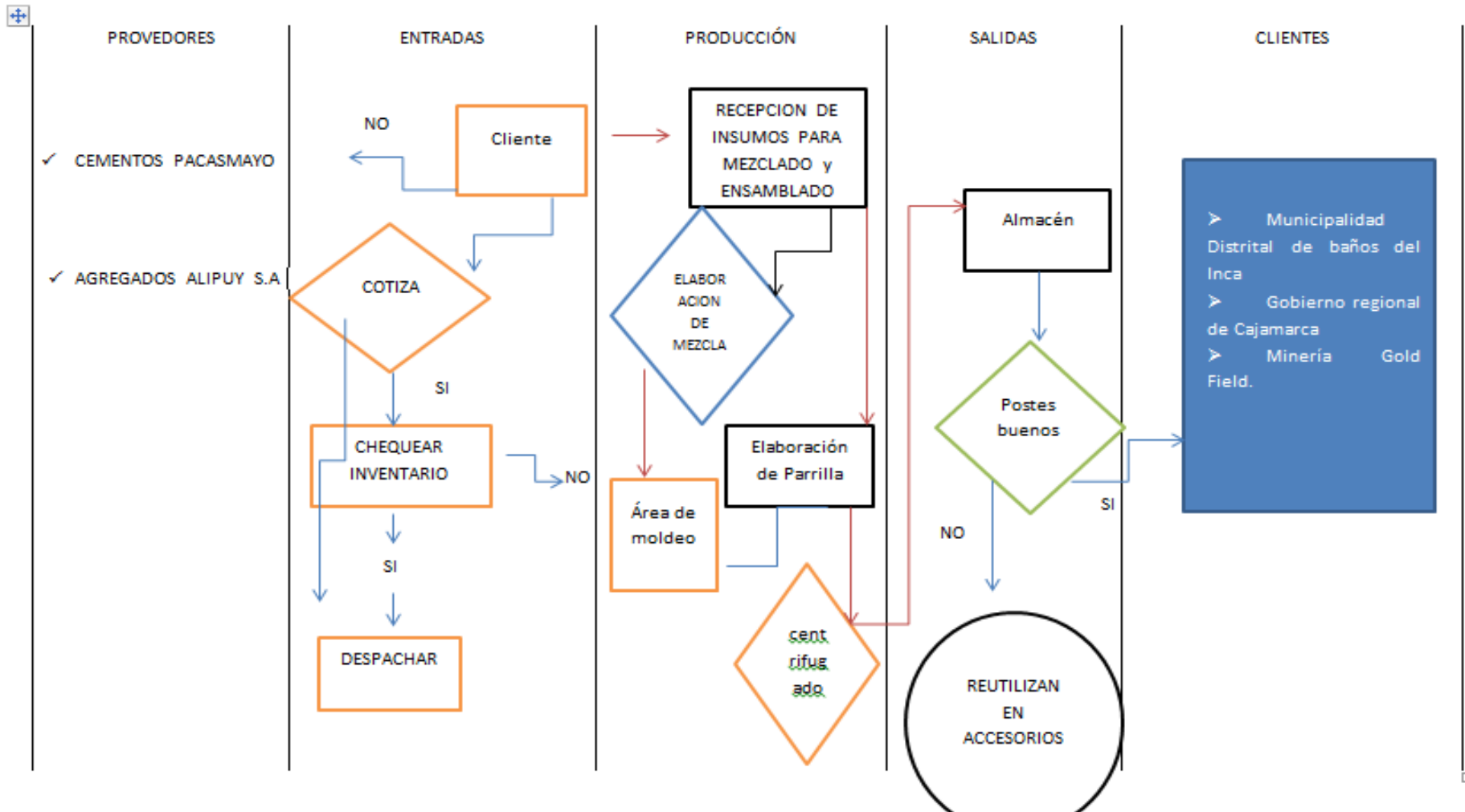
5.2.4. Propuesta de mejora del flujograma

Se realizó la mejora del flujograma anteriormente presentado (ver tabla n°07) basándonos en 2 puntos principales la evaluación de proveedores y la estrategias para ampliar la cartera de clientes de la empresa Postes del Norte S.A , lo consiguiente será lo ya planteado con respecto a la producción a partir del requerimiento del producto, dependiendo si el cliente acepta la cotización para continuar con el procedimiento dependiendo del requerimiento de producto por parte del cliente, si este no cubre se pasará a la elaboración de los que faltarían, este empezará en el área de recepción de insumos, siguiendo con la elaboración de la mezcla y luego la elaboración de parrilla, para luego pasar al área de centrifugado, para finalmente pasar al área de almacén; donde será evaluada la condición en la que se encuentra y de esta manera cumplir con sus cliente, (ver tabla 16)

- **Proveedores:** El principal proveedor seguirá siendo la empresa cementos Pacasmayo como el que nos suministrará el cemento para el proceso, se evaluó el proveedor de agregados se tomó en cuenta los siguientes aspectos:
 - Confiabilidad de la empresa.
 - Precios y calidad.
 - Contrato de entrega.

- **Clientes:** Se buscará ampliar la cartera de clientes, teniendo en cuenta:
 - Definiremos el nicho de mercado.
 - Renovar la imagen de la empresa, actualizar datos de página web por ejemplo.
 - Programar un calendario de objetivos a corto, medio y largo plazo.

Tabla 16 Propuesta de mejora del flujograma de la empresa Postes del Norte S.A.-Cajamarca



Fuente: Elaboración Propia

5.2.5. Método de Poka Yoke:

Se realizó una propuesta de Poka Yoke centrándonos en dos procesos en la producción, el primer es eliminar el problema de no contabilizar los insumos en la preparación del concreto, (ver tabla n°17) esto se debe debido a que no existe un control al momento de contabilizar los insumos para la preparación del concreto en el área de mezclado, el plan de acción propuesto es básicamente acabar con este problema organizando los insumos en primer lugar, establecer la utilización que se aplicara en cada uno de los insumos, este a su vez será registrado y observado para el cumplimiento del mismo.

Tabla 17 La cuantificación de insumos en la producción de concreto

Propuesta Poka Yoke 1	
Proceso: Contabilización de Insumos	
Problema: No contabilizar correctamente los insumos en la preparación del concreto.	
Solución: Tener establecido las cantidades para la elaboración de concreto.	
Descripción del Proceso: Se realizará un plan para contabilizar los insumos que se emplearán en el área de mezclado, este será previamente registrado, se realizarán inspecciones para el cumplimiento del mismo.	
Antes de la Mejora: Los trabajadores al momento de elaborar la mezcla de concreto emplean insumos según su criterio, ocasionando que el concreto no tenga las mismas características en los Postes producidos.	Después de la Mejora: Luego de realizar un plan para la respectiva contabilización de los insumos, los trabajadores emplearán este método generando la disminución en la variabilidad con respecto a la resistencia de los Postes.

Fuente: Elaboración Propia

En la propuesta siguiente (ver tabla n°18), se aplicara constantemente una inspección final de los postes ubicados en almacén con esto generar el orden de los mismos en su ubicación y lograr el manejo de inventarios de manera óptima para las ventas respectivas además de lograr detectar de manera más rápida los productos en mala condición y poder reutilizarlos en accesorios aumentando de esta manera la calidad de producto y a su vez la calidad de servicio pues la entrega será más rápida, logrando la satisfacción absoluta del cliente y el aumento de la cartera de clientes de la empresa.

Tabla 18 Inspección de postes terminados (almacén) fechas de elaboración y tamaños.

Propuesta Poka Yoke 2	
Proceso: Inspección de Postes Terminados	
Problema: La inspección final se da cuando termina el proceso de producción	
Solución: Realizar un plan de Inspección de los Postes en el área de almacenado	
Descripción del Proceso: Se realizará un plan de inspección de los Postes en el área de almacén, los Postes serán ubicados según fecha de fabricación, tamaño, modelo si es necesario.	
<p>Antes de la Mejora:</p> <p>La última inspección que se le da los Postes es cuando el Postes es retirado de su molde, lo cual no permite el ordenamiento que estos necesitan para su próxima venta, generando de esta manera tener Postes de varios años de antigüedad aun en stock.</p>	<p>Después de la Mejora:</p> <p>Luego de realizar un plan para la inspección los Postes estos se encontrarán en mejor estado evitando tener perdidas económicas, serán ubicados con mayor facilidad para su venta y para el cumplimiento de pedidos.</p>

Fuente: Elaboración Propia

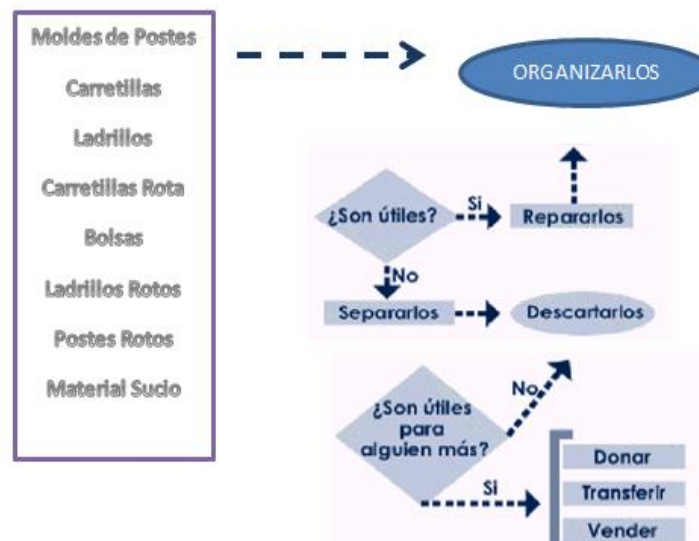
5.2.6. Implementación de las 5´ S:

A continuación se presentará la aplicación de la herramienta Poka Yoke para dos casos exactos estos centrándose en la mejora en el mapa de riesgos (ver figura 24).

Para el llegar a alcanzar el logro de lograr un ambiente de trabajo agradable, ordenado y limpio, además de mejorar la calidad de productos que realizan la empresa se aplicará la metodología 5´ S que será aplicada en toda la planta, y de este modo conseguir el funcionamiento correcto en toda la cadena productiva;

- Seiri (seleccionar):** Se retirara del área de moldeo todos aquellos elementos que no son utilizados en la realización del producto, y que a su vez que interrumpen el paso del área de moldeo al área de centrifugado. Al momento de seleccionar cada elemento se tomarán en cuenta parámetros tales como, serán organizados, se repararan, son útiles para alguien más, se venderán o si en todo caso se desecharan, si estos se utilizan en más de un área se creará un espacio adecuado, con el fin de no generar estorbos en los ambientes de trabajo, si alguno de estos artículos son innecesarios estos serán descartados, para esto se empleara el formato mostrado en la figura n°32.

Figura 32 Implementación de Seiri en elementos



Fuente: Elaboración Propia

- **Seiton (organizar):**

En esta parte se organizará cada elemento en el área que se utilice de esta manera facilitar en el momento de encontrarlas tendremos en concepto de “todo en su lugar”, con esto se tendrá una mejor visualización de cada área de trabajo y su respectiva ubicación se logrará establecer el almacén de materiales e insumos y de productos terminados; a su vez se implementarán espacio de limpieza tales como basureros en lugares estratégicos; además de principales equipos tendrán protecciones visuales, las cuales facilitarán su inspección y limpieza, incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores de producción, tal como se muestra en la figura n°33 se logró codificar cada artículo según su estado; reubicar, desechar o vender como chatarra; están serán identificadas visualmente por códigos y tarjetas de colores; rojo, azul y verde; se tendrá en cuenta su frecuencia de uso para la respectiva ubicación.

Figura 33 Implementación de Seiton de los elementos



Fuente: Elaboración Propia

- **Seiso(limpiar)**

La limpieza se deberá implementar en toda la planta, a través de este método se identificarán problemas de escape, averías, fallos, esto implica además de limpiar las áreas de trabajo y los equipos, el diseño de aplicaciones que permitan hacer seguros los ambientes de trabajo, reducir el riesgo de la producción de accidentes, mejorar el bienestar físico y mental de los trabajadores, se incrementará la vida útil de del equipo al evitar su deterioro a causa de contaminación o suciedad, se reducirán los despilfarros de materiales y energía debido a fuga.

- **Seiketsu(estandarizar)**

El principal objetivo es el de enseñar a cada operario de la empresa a realizar y cumplir con las normas conjuntamente con el apoyo de mandos superiores de la empresa y un adecuado y continuo entrenamiento con las debidas capacitaciones, estas normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo, estas deben estar registradas y documentadas en el manual de operaciones de la empresa los registros deben tener fotografías de equipos, zonas de cuidado, se preparan el personal asumir nuevas responsabilidades en la gestión de cada puesto de trabajo.

- **Shitsuke(disciplina)**

Evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos, en esta etapa solo se implanta la disciplina de cada trabajador, comprometiéndolos el cumplimiento de las normas y procedimientos ya establecidos, realizar un control personal de y el respeto por las normas, se crea una cultura organizacional poniendo respeto y cuidado a cada recurso de la empresa, de esta manera el sitio de trabajo será un lugar donde sea atractivo llegar cada día.

5.2.7. Modal Falla Efecto (AMFE):

En la presentación de la empresa se pudo se realizar un análisis AMFE (ver tabla n°14), la cual plantea en la parte de acción correctiva el programa de capacitación y además a esto una implementación de mantenimiento preventivo.

- **Programa de capacitación:**

En el presente estudio se considera que no solo se deben proponer valores óptimos para las operaciones, sino que también se debe incluir al factor humano en la mejora para que esta sea integral y efectiva. Ya que, se pueden realizar las mejores innovaciones y mejoras en un proceso, pero si estas no cuentan con la identificación e interés del operario no se podrá conseguir un nivel significativo de mejoras y disminución de productos defectuosos. Cabe indicar que también se capacitará a los líderes de rango medio y alto, ya que son estos los encargados de supervisar los procesos y capacitar al personal.

Objetivos:

- ▶ Incrementar la productividad.
- ▶ Promover un ambiente de mayor seguridad en el empleo.
- ▶ Proporcionar a la empresa recursos humanos altamente calificados en términos de conocimiento, habilidades y actitudes para el eficiente desempeño del trabajador.
- ▶ Desarrollar el sentido de responsabilidad hacia la empresa a través de una mayor competitividad y conocimientos apropiados.
- ▶ Lograr el perfeccionamiento de los trabajadores en el desempeño de sus puestos tanto actuales como futuros.
- ▶ Lograr cambios en el comportamiento del empleo con el propósito de mejorar las relaciones entre todos los miembros de la empresa.

Los temas a tratar en las capacitaciones serán:

- Concepto de la calidad y sus ventajas de aplicación.
 - Rol fundamental del trabajador para la empresa.
 - Normas técnicas para la elaboración de postes.
 - Seguridad en el trabajo.
 - Liderazgo del cambio.
 - Mantenimiento preventivo de máquinas de la fábrica.
-
- **Implementación de mantenimiento preventivo:**

Se elaborará un plan de mantenimiento preventivo para logra:

- Minimiza los costes debidos a averías.
- Minimiza los costes de mantenimiento correctivo, que es más costoso.
- Limita la degradación de los equipos.
- Contribuye a la generación de ingresos, debido a que se evitan costos.

Figura 34 Parámetros de mantenimiento predictivo



Fuente: Elaboración Propia

La implementación del mantenimiento preventivo se maneja de acuerdo a los parámetros mostrados, (ver figura 34), estos serán evaluados con la definición en primer lugar de que máquinas se aplicará con la priorización de equipos, que mediciones se realizarán siguiendo el saber cuándo se aplicará y cómo se realizará.

- **A qué se aplica el mantenimiento predictivo:**

En esta parte se elaborará una lista de los equipos además de conocer que todos los equipos cuentan con una criticidad de primer grado, debido a que si algunos de estos equipos fallarán no habrá producción.

- 01 Puente de Grúa.
- 01 mezcladora.
- 01 máquina centrífuga
- 01 máquina soldar.
- Bomba de Agua

- **Qué es lo que se aplica:**
Plan de mantenimiento para cada máquina teniendo en cuenta que se debe contar con: manuales técnicos y soporte lógico, equipos de ensayo y soporte, Aprovevisionamiento de piezas de repuesto, si fuese necesario.
- **Cuándo se aplica:**
Este mantenimiento se deberá aplicar cada mes y se deberá planificar la visita a cada planta para el mantenimiento de los equipos en conjunto.
- **Cómo se aplica:**
Se contratará una persona especializada que conozca acerca del mantenimiento de los equipos, previamente se realizará un perfil para el puesto, para luego empezar a la búsqueda del trabajador, este trabajador no solo se contratará para la sede de Cajamarca, sino también para las otras ciudades en las que se encuentran las otras plantas de fabricación, de esta manera eliminar las averías ocasionadas anteriormente, las cuales han generado la sobreproducción en otras plantas debido a que los postes se han producido en otros lugares de la empresa, generando sobrecostos.

5.2.8. Cálculo de productos en mal estado:

Este registro se obtuvo a partir de la inspección de postes que se dio en el almacén de productos terminados, los postes encontrados de en mal estado fueron de 48, de este total 22 postes fueron de 8 metros, 10 de estos fueron de 12 metros y 6 fueron de 13 metros; para cada poste tienen un valor en costo tanto máximo como mínimo, para realizar el impacto en nuestros costos se tomaron los valores máximos debido a que son estos los que más se producen por la demanda que presentan, así mismo se tomó el tamaño 12 por el mismo motivo (Ver tabla n° 19), así mismo se calculó como impacta a la empresa en cuanto a parte económica estos postes encontrados.

Tabla 19 Registro de postes en mal estado

	Medidas de postes		
	13	12	8
P.Max	1470	1100	405
P.Min	900	785	330
Postes en mal estado	6	10	22

Fuente: Elaboración Propia

Impacto en Costos:

C. de Impacto=1100*48

C. de Impacto=52800

Se buscará reducir el valor del impacto en el futuro con la aplicación de mejoras tales como: Capacitación de Personal, Implementación de la herramienta de 5 s, además del mantenimiento a los equipos en la planta Postes del Norte, de esta manera asegurar la calidad del producto reduciendo con estos planes el nivel sigma en el proceso, generando un producto de mejor calidad.

5.2.9. Propuesta de mejora de indicadores de calidad del producto y productividad:

A continuación se muestra lo que se espera mejoraren cuanto a los indicadores de calidad del producto y productividad planteados anteriormente (ver tabla n°13).

Tabla 20 Mejora de indicadores de calidad

Número de postes procesados/mes	110
Porcentaje de posibilidades de encontrar el defecto	12%
Número de defectos detectados	6
Porcentaje de defectos	11%
Productividad(Rto del proceso)	89%

Fuente: Elaboración Propia

En la mejora de la calidad de postes, lo que se planteó será la reducción de porcentajes de la posibilidad de encontrar un defecto de 50% a 12% , lo que consecuentemente reducirá el número de defectos que se podrían encontrar 6 postes con mala calidad, disminuyendo de esta manera el porcentaje de defectos y aumentando la productividad y el rendimiento en el proceso, esto se genera a través de acciones propuestas anteriormente, ocasionando el aumento del nivel Sigma que se calculará posteriormente con la evaluación de defectos y oportunidades,(ver tabla n°20).

$$DPU=D/U$$

$$DPU=6/110$$

$$DPU=0.05$$

- Se reducirá del 43 % al 5% los defectos por unidad registrados en la empresa Postes del Norte S.A.

$$DPO=DPU/O$$

$$DPO=0.05/0.12$$

$$DPO=0.41$$

- Se reducirá de 86% a 41% los defectos por oportunidad encontrada por cada unidad producida.

$$DPMO=DPO*1000000$$

$$DPMO=0.41*1000000$$

$$DPMO= 410000$$

- Los Defectos por oportunidad por millón de unidades es de 41 0000 obteniendo como Nivel Sigma de 3, la cual califica al proceso como óptimo.

$$Y=1-0.41$$

$$Y=0.59$$

Productividad:

- La productividad de la empresa Postes del Norte, se mejoró con la eliminación de demoras en el proceso observados en el diagrama de El rendimiento del Proceso variara de 44% a 59 % desde la óptica del Seis Sigma, corroborando el Nivel Sigma 3.

Flujo propuesto con respecto a los tiempos de producción, dando una tolerancia en tiempos de 10 min.

$$\text{EFICIENCIA} = [\text{Trabajo}] / [\text{Trabajo (+) Desperdicio}] \times 100\%$$

$$\text{EFICIENCIA} = [239] / [239 (+) 6] \times 100\%$$

$$\text{EFICIENCIA}=97\%$$

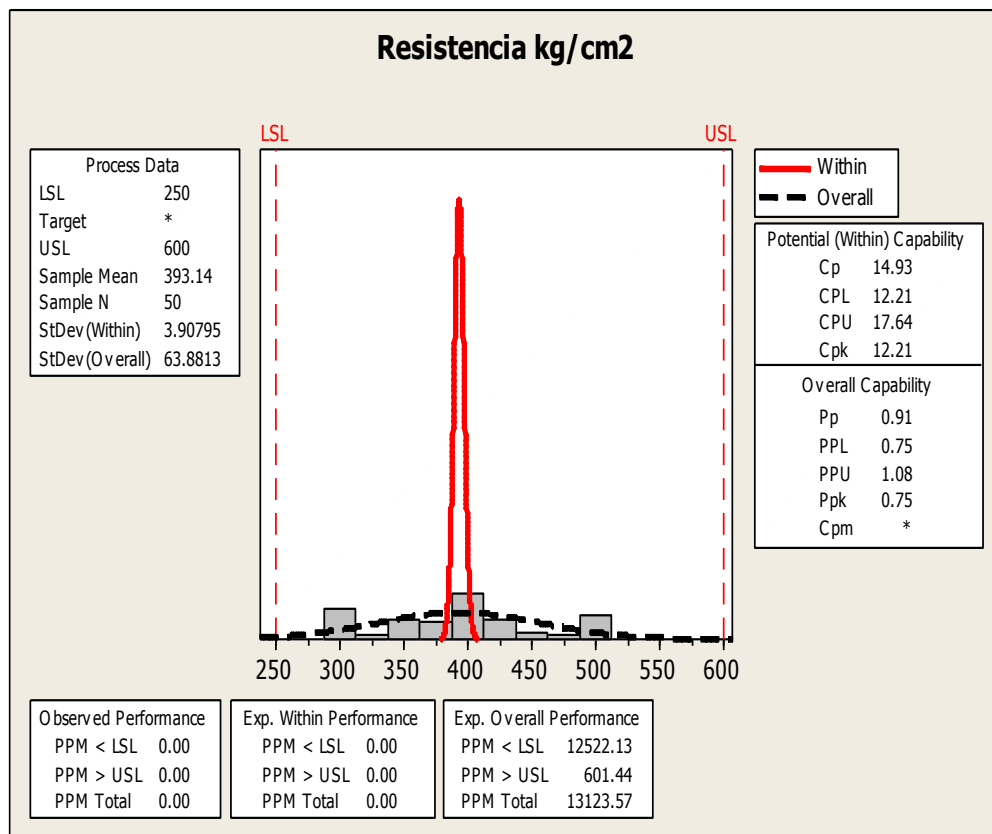
Con las eliminaciones de demora se logrará que la eficiencia de la empresa varié de 81 % y logre el 97%.

5.2.10. Reducción de la variabilidad en la resistencia del postes:

Se realizara la reducción de la variabilidad en la resistencia de los postes anteriormente presentando (ver figura n°3).

Al realizar todas las mejoras propuestas, lo que se busca es se logrará la reducción de la capacidad de proceso a partir del área de mezclado, la capacidad será mayor a 1, respondiendo a lo que el cliente necesita, seguidamente cumplir con todas las propuestas de mejora planteadas para lograr la reducción de la variabilidad de la resistencia de los postes de la empresa Postes del Norte S.A.-Cajamarca, todas las propuestas deberán ser controladas, para que el valor de la capacidad del proceso al largo plazo sea constante y con esto lograr alcanzar el aumento del nivel sigma que ; (ver figura n°35), además cabe mencionar que esto se apoyará en control continuo, y con la elaboración de registros de esta manera fomentar la mejora continua.

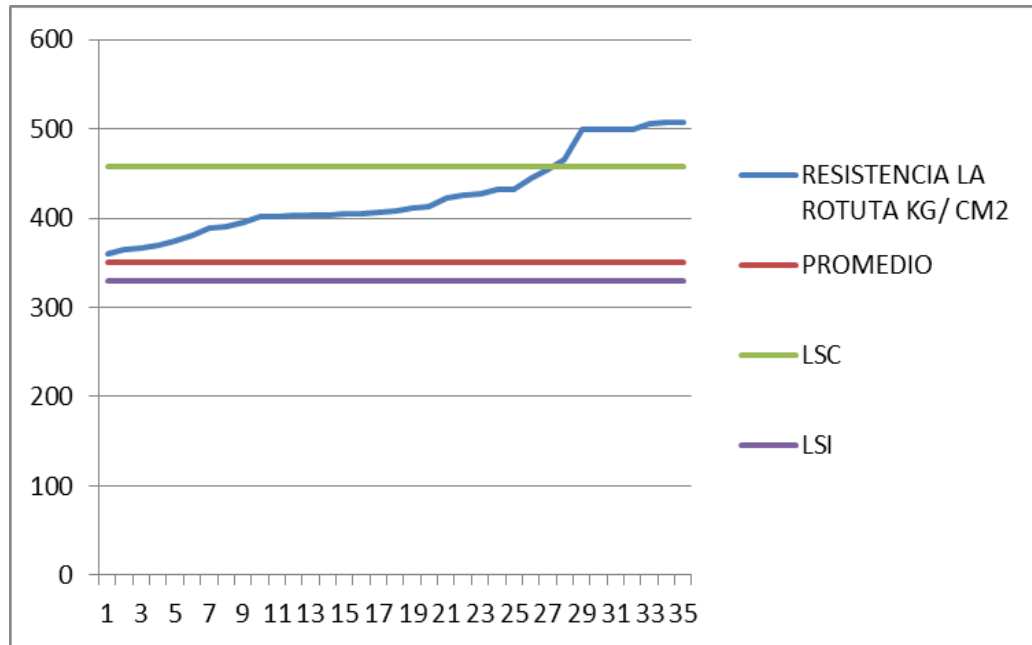
Figura 35 Mejora de la capacidad de proceso



Fuente: Elaboración Propio

5.2.11. Eliminación de puntos fuera de control:

Figura 36 Gráfico de control propuesto



Fuente: Elaboración Propia

Se eliminaron principalmente los puntos que se encuentran fuera del límite inferior (ver figura n°21), este presentado anteriormente, debido a que como se trata de resistencia no podemos realizar postes fuera del rango establecido que tiene como valor 329 kg/cm² logrando de esta manera reducir la variación, tener más claros los niveles permisibles con el mejor uso de materiales y el mejor desempeño laboral aumentando por consecuencia el nivel de calidad en el producto final, cabe mencionar que el plan de acción que se tomará para la eliminación de los puntos fuera de rango permisible será primordialmente la capacitación de los trabajadores propuesta anteriormente, (ver figura n°36).

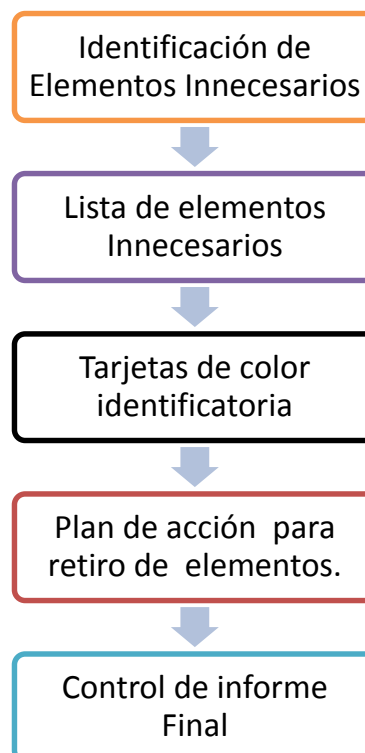
5.3. Implementación de la propuesta:

5.3.1. Implementación de 5s:

El propósito de clasificar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de mantenimiento o de oficinas cotidianas. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio o eliminar.

Se realizará una serie de pasos para la implementación de 5s en primer lugar se identificarán los elementos necesarios; para luego hacer una lista de los mismos luego se identificarán con tarjetas de color según el nivel de importancia luego se realizará el plan de acción para el retiro de elementos para finalmente realizar un informe y de esta manera generar el control del mismo con esto no llegar en el futuro al punto de inicio; sino ir avanzando hacia una mejora continua; (ver figura n° 37).

Figura 37 Implementación de 5s



Fuente: Elaboración Propia

- **Seiri (seleccionar):**

Se seleccionara todos los elementos que estén fuera de su lugar, (ver figura n° 38), tal como se observa en la siguiente figura los accesorios están fuera de lugar además de tener una mal ubicación y organización que generaría perdidas ya que se pueden romper o resquebrajar minorando la calidad del producto; a su vez cabe resaltar problemas de desorden debido a que hay elementos como tablas, arena que están fuera de lugar agregar la basura la cual debe pasar a eliminar inmediatamente pues no genera nada en la empresa a lo contrario dificultan el proceso y minoran espacios que se podría utilizar .

En la parte de la implementación se seleccionó todos los accesorios de acuerdo al modelo de los mismos, además se reubicaron los elementos tales como la arena y algunas maderas debido a que otras se encontraban en mal estado, estas se llegaron a desechar junto con la basura encontrada anteriormente; (ver figura n°39), para la organización de accesorios se tomó en cuenta aspectos tales como fecha de fabricación, modelo este se pudo llevar a cabo debido a que se retiró elementos que anteriormente se mencionaron.

Figura 38 Desorden en la empresa



Fuente: Elaboración Propia

Figura 39 Seleccionar accesorios



Fuente: Elaboración Propia

- **Seiton(organizar):**

En esta parte se organizaron postes de acuerdo al tamaño del poste (ver figura n° 40), en primer lugar se revisaron todos los postes que se encontraban en stock, se encontraron postes en malas condiciones, con fisuras, y con fecha de fabricación hasta de hace 3 años, los cuales están en un lugar estratégico de la fábrica esperando que se declaren como elementos que no sirven en el registro correspondiente de la SUNAT, cabe mencionar que luego de ser registradas estas se pasará a eliminar el concreto pero el fierro se utilizará en la elaboración de accesorios puesto a que en los postes no se podría reutilizar debido a que minoraría la resistencia y de esta manera la calidad del producto final; el concreto será totalmente desecho, de esta manera quedarán los postes de buena calidad y se ordenarán como anteriormente se mencionó.

Figura 38 Aplicación de Seiton.



Fuente: Elaboración Propia.

- **Seiso(limpiar):**

Limpiar es una de las partes fundamentales que se deben realizar en la empresa retirar elementos innecesarios, colocarlos cada uno en su lugar, deshacernos de elementos que no generan valor en la producción es la meta trazada y de este modo tal como se puede observar en la primera imagen existe herramientas como moldes que en ese día de producción no se utilizan, minorando el espacio en el área de moldeo de producción; a su vez carretillas que también dificultan el paso al área de centrifugado,(ver figura n° 41).

Tal como vemos en la imagen del costado se limpió todo el espacio en el área de moldeo se pasaron a retirar todos los moldes que no se utilizarán en ese día de producción, solo se quedaron los moldes que se emplean en el día; se retiró todos los elementos que dificultaban los espacios tales como baldes, carretillas, generando de esta manera un ambiente limpio libre de cosas que dificultan la producción del postes debido a que generan demoras y en el peor de los casos generar accidentes con los trabajadores, debido al movimiento constante de la grúa situada en el área, (ver figura n° 42)

Figura 39 Área de Moldeo



Fuente: Elaboración Propia

Figura 40 Implementación de Seiso



Fuente: Elaboración Propia

- **Seiketsu(estandarizar)**

- **Lista de elementos Innecesarios:**

- ▶ Moldes de postes que no se utilizan en el área de moldeo.
- ▶ Carretillas en el área de producción de accesorios.
- ▶ Basura, elementos sin valor que ocupan espacio y desorden.

- **Tarjetas de color identificadora:**

Se utilizarán tarjetas para la identificación de la reubicación de materiales se utilizará stickers de color verde; los elementos que se reubicaran y se emplearán tarjetas de color rojo para artículos que se tienen que desechar, y si es que llegase a existir artículos para vender se identificarán con tarjetas de color verde.

- **Plan de acción para retiro de elementos:**

Se eliminará todos los elementos ya mencionados anteriormente según la prioridad que se les da, si es que se reubican, si es que se desechan, o se venderán (Ver tabla n° 21), en las cuales agrupamos como desechos a elementos tales como: ladrillos y postes rotos; materiales como de arena y piedras mezcladas con elementos de basura; en la parte de reubicación se aplicará sobre moldes que no se utilizan en ese momento o en el día; carretillas que se encuentran en cualquier lugar y ladrillos que están en buen estado, todo aquella que nos genera desorden y demoras, y finalmente las carretillas que están rotas en mal estado así también como las bolsas de cemento serán vendidas como chatarra.

Tabla 21 Elementos plan de acción.

Desechos	Reubicación	Venta
Ladrillos Rotos	Moldes de Postes	Bolsas
Postes Rotos	Carretillas	Carretilla Rota
Material Sucio.	Ladrillos en buen estado.	

Fuente: Elaboración Propia.

- **Shitsuke(disciplina)**

Control de informe final:

Como control de un informe final para medir los resultados y compararlos de un antes y después, en el cual se medirán indicadores tales como la eficiencia, la eficacia, y con esto la efectividad en el proceso de producción el cual se realiza en la empresa; luego hallar la productividad; estos indicadores serán ponderado si este se acepta, satisface a lo que se busca , es lo máximo que se busca o simplemente es algo que se realiza para lograr cumplir, esto debe estar en continua mejora , con la respectiva comparación de los indicadores.(ver tablan°22), con respecto a los elementos de los cuales se trabajaron.

Tabla 22 Informe de control

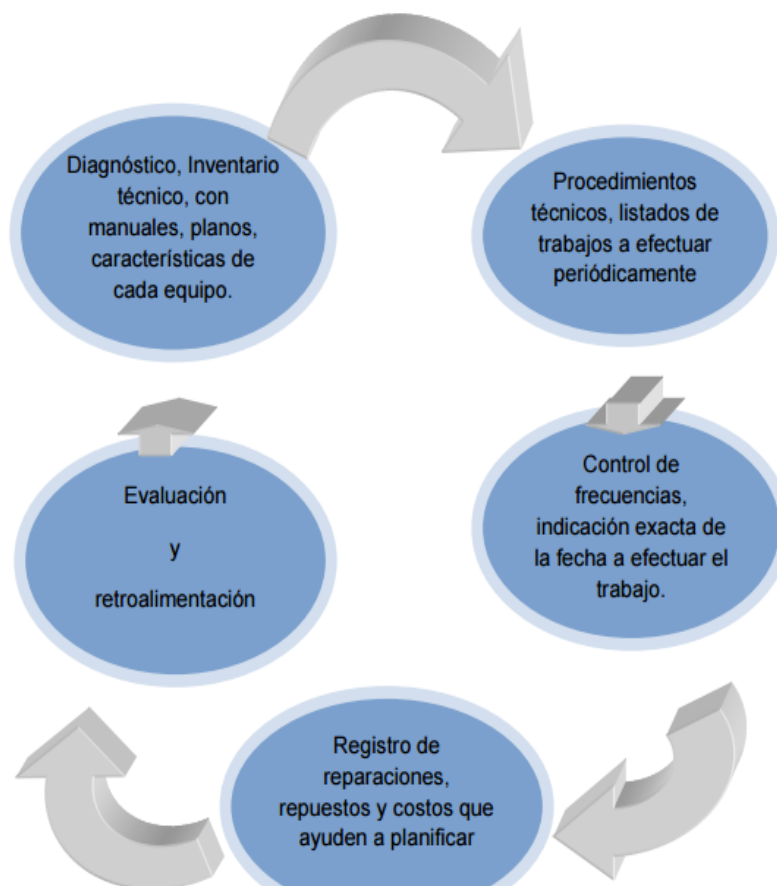
Empresa: Postes del Norte S.A. Objetivo: Verificación de Aplicación 5 S Responsable: Maritza Rebaza Céspedes. Fecha: 30/05/2015				
ELEMENTOS	Cantidad	Satisfecho	Normal	Mínimo
Carretilla Rota	3	-		
Bolsa	20	-		
Ladrillos Rotos	47		-	
Postes Rotos	31			-
Material Sucio	20%		-	
Moldes de Postes	5	-		
Carretillas	2	-		
Ladrillos en buen estado	159		-	

Fuente: Elaboración Propia

5.3.2. Mantenimiento preventivo de equipos:

Para la implementación del mantenimiento preventivo se realizará en 5 pasos (ver figura n°43), primero se realizará un diagnóstico e inventario con manuales o características principales de equipos seleccionados, luego se realizará procedimientos técnicos; realizando un listado de trabajos y de esta manera realizarlo periódicamente, luego se realizará un control de frecuencia de cada equipo, con indicación exacta de fecha a efectuar el trabajo; se llevara un registro de reparación para la provisión de repuestos para finalmente realizar una evaluación de los mismos y con esto verificar lo realizado.

Figura 41 Plan de implementación de mantenimiento preventivo.



Fuente: Elaboración Propia

5.3.2.1. Registro de equipos:

A continuación se muestra la maquinaria que emplea la empresa en su proceso de producción además de que cada uno cuenta con el modelo que tiene y la marca tal como el puente grúa de marca Iksu, la mezcladora de marca Delcrosa, máquina centrífuga modelo DL marca Weg y la máquina de soldar RX-520 de marca Cemont a su vez la implementación del mantenimiento de la maquinaria de manera predictiva se realiza a los principales componentes de las máquinas que se podrán visualizar más adelante, para la realización del mantenimiento la empresa contrato una un grupo de 2 personas especializas en el mantenimiento con conocimiento en las mismas y su reparación; para la asignación del código patrimonial de cada máquina se tomó en cuenta la descripción del equipo luego en todo los casos son los primeros equipos y aun no se han cambiado o reemplazado por nuevos para seguir con la marca del equipo.(ver tabla n°23)

Tabla 23 Registro de maquinaria

		MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS DE LA EMPRESA POSTES DEL NORTE S.A.				
UBICACIÓN DE EMPRESA:		POSTES DEL NORTE S.A.- CAJAMARCA				
N°	CÓDIGO PATRIMONIAL	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	MARCA	FICHA TÉCNICA N°	CAPACIDAD-FUERZA	UBICACIÓN
1	PT-001-IK	PUENTE GRÚA	IKUSI	1	100 TN	ALMACEN- MOLDEO- CENTRIFUGADO
2	MZ-001-INH	MEZCLADORA	DELCROSA	1	9 HP	MEZCLADO
3	MC-001-HUAZ	MÁQUINA CENTRIFUGA	WEG	1	60 HP	CENTRIFUGACIÓN
4	MS-001-CE	MÁQUINA DE SOLDAR	CEMONT	1		ARMADO
5	MS-002-SOL	MÁQUINA DE SOLDAR	SOLANDINA	1		ARMADO
6	MS-001-SOL	ELECTROBOMBA	HIDROSTAL	1	0.8 HP	ENERGÍA
7	MS-001-KIT	TECLES	KITO	1	5 TN	ARMADO
8	MS-001-KIT	TECLES	KITO	1	5 TN	ARMADO

Fuente: Postes del Norte S.A.

- Nivel de criticidad de la maquinaria:

Se calculó en nivel de criticidad de cada máquina esto ya que se necesita la priorización de los equipos para el conocimiento del periodo en la realización del mantenimiento de los equipos, esta matriz a su vez se calcularon siguiendo factor de velocidad de manifestación de la falla, que tal rápido se reconoce la falla en el equipo, también se tuvo en cuenta el factor de seguridad del personal y ambiente, que básicamente es la relación directa de la falla con la seguridad de cada trabajador y el ambiente; y finalmente se analizó el factor de parada de producción, este es el criterio para la categorización de los equipos sobre el proceso de producción. En la elaboración de la matriz de criticidad la puntuación que se dio a cada factor fue de acuerdo a la importancia en cada maquinaria esta se vio reflejada en las paradas antiguas de cada máquina, la puntuación otorgada fue el color rojo es de gran influencia con un valor de 5 puntos, el color azul es de influencia importante con un valor de 3 y el color verde es de poca influencia con un valor de 1, (ver tabla n°24).

Los equipos que se priorizaron después de la realización de la matriz de criticidad fueron: puente grúa con un valor 15 puntos; la mezcladora con un valor de 13 puntos; la máquina centrífuga con un valor de 13 puntos también y una de las máquinas de soldar por su utilización con un valor de 15 puntos.

Tabla24 Matriz de criticidad de equipos

EQUIPOS- CÓDIGO PATRIMONIAL	Factor de velocidad de manifestación de la falla			Factor de Seguridad del personal y ambiente					Factor parada de Producción		TOTAL
	muy corto	Corto	Suficiente	Sin consecuencias	Efecto Temporal sobre personas, no afecta el ambiente	Efecto Temporal sobre las personas y ambiente	Efecto Irreversible sobre las personas	Efecto Irreversible sobre las personas y ambiente	Impacto de mora a corto tiempo en la entrega	Implica demora y pérdida de clientes	
PT-001-IK											15
MZ-001-INH											13
MC-001-HUAZ											13
MS-001-CE											15
MS-002-SOL											9
MS-001-SOL											5
MS-001-KIT											7
MS-001-KIT											7

Fuente: Elaboración Propia

Se muestra la maquinaria que emplea la empresa en su proceso de producción además de que cada uno cuenta con el modelo que tiene y la marca tal como el puente grúa de marca Iksu, la mezcladora de marca Delcrosa, máquina centrífuga modelo DL marca Weg y la máquina de soldar RX-520 de marca Cemont, estas maquina se tomaron después de la elaboración de la matriz de criticidad es de gran importancia a su vez la ubicación de la maquinaria estos registro cabe mencionar debe tener un registro para los próximos mantenimientos que se realizará en el futuro.(ver tabla n°25).

Tabla25 Equipos elegido en la matriz de criticidad

		MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS DE LA EMPRESA POSTES DEL NORTE S.A.				
		INVENTARIO FISICO DE EQUIPOS				
UBICACIÓN DE EMPRESA:		POSTES DEL NORTE S.A- CAJAMARCA				
N°	CÓDIGO PATRIMONIAL	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	MARCA	FICHA TÉCNICA N°	CAPACIDAD-FUERZA	UBICACIÓN
1	PT-001-IK	PUENTE GRÚA	IKUSI	1	100 TN	ALMACEN- MOLDEO- CENTRIFUGADO
2	MZ-001-INH	MEZCLADORA	DELCROSA	1	10 HP	MEZCLADO
3	MC-001-HUAZ	MÁQUINA CENTRIFUGA	WEG	1	60 HP	CENTRIFUGACIÓN
4	MS-001-EU	MÁQUINA DE SOLDAR	CEMONT	1	5 HP	ARMADO

Fuente: Elaboración Propia.

- **Puente grúa**

En la realización del mantenimiento preventivo se realizó fichas técnicas que tiene cada equipo a los cuales se les realizó el mantenimiento, según la ficha técnica registrada del puente de grúa en el (ver tabla n° 26), en el cual se describió datos generales de las maquinarias, de gran importancia el periodo de garantía de tienen el puente grúa, la condición que se encuentra en la actualidad el equipo en cuanto al momento en el que se adquirió el mismo, esto para evaluar la vida útil del equipo, también se evaluó el estado del puente grúa en el cual de manera general equipo está en buen estado sin embargo debe realizarse la lubricación de sus componentes móviles, a su vez se identificaron las partes del puente grúa, mediante el proceso de observación para elementos tales como la condición del gancho, el terminal de la cuña, el freno y la pasteca además de las parte móviles las cuales se tiene que realizar la lubricación de las mismas. Las personas que estuvieron a cargo de toda la elaboración de la ficha técnica, con respecto a la identificación de partes el estado del equipo en cuanto se realizó la adquisición, el estado actual del equipo; las personas a cargo fueron: Carlos Crisologo Rojas, Felipe Rodríguez Curse, Javier Hernández Gonzales.

Tabla 26 Ficha técnica de puente grúa

	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS DE LA EMPRESA POSTES DEL NORTE S.A.		
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPO		
UBICACIÓN DE EMPRESA:	POSTES DEL NORTE S.A.- CAJAMARCA		
CÓDIGO PATRIMONIAL :			
1. DESCRIPCIÓN:			
1.1. Nombre del Equipo: Puente Grúa			
1.2. Marca: Ikusi			
1.3. Ubicación : ALMACEN- MOLDEO-CENTRIFUGADO			
1.4. Periodo de Garantía: 36 meses			
2. ADQUISICIÓN:			
2.1. Condiciones en la que se encuentra el equipo			
Nuevo(x)	Usado()	Reacondicionado()	
2.2. Estado del Equipo: Bueno (x) Reparable () No Reparable ()			
Observaciones: <i>El estado en general del equipo es bueno, sin embargo hace falta la lubricación de partes móviles en el equipo.</i>			
3. IDENTIFICACIÓN DE PARTES DEL EQUIPO DE MANTENIMIENTO:			
-Gancho -Cable -Terminal Cuña -Freno -Pasteca			
4. COLABORADORES: Estuvieron a Cargo 3 personas para la verificación de la condición del equipo.			
<ul style="list-style-type: none"> • Carlos Crisologo Rojas. • Felipe Rodríguez Curse. • Javier Hernández Gonzales. 			

Fuente: Postes del Norte S.A.

Figura 42 Monitoreo de puente grúa.



Fuente: Postes del Norte S.A.

- **Descripción del servicio de mantenimiento realizado:**

Se realizó la lubricación del rodillo principal y poleas ubicados en el puente grúa a su vez se verificó que estuvo en mala condición uno de sus rodillos, por lo que se llegó a la conclusión de que se necesita cambiar por uno nuevo también se verificó el estado del cable, (ver figura n°44).

- **Hallazgos encontrados y acciones ejecutadas:**

- ▶ Se encontró un rodillo en mala condición por lo que se procedió al cambio de un componente nuevo.

- **Tipos de equipos utilizados en el mantenimiento:**

Para el mantenimiento de verificación de estado de cable se empleó: Un Vernier para medir el diámetro del cable y la inspección visual para verificar las fisuras, si es que las tuviese.

Para el cambio de rodillo principal se empleó: Se empleó un extractor de 3 garras, martillo, botadores, aceite y el nuevo componente.

Para la lubricación de los demás rodillo y poleas se empleó: Para la lubricación de estas piezas se empleó grasa dura basándonos que tienen un comportamiento de alta fricción de tipo EP1- marca Móvil XHP 681.

Luego de haber realizado el mantenimiento efectuado al equipo en mención se puede afirmar que tiene una garantía de 3 meses a partir de mes de a Junio, cabe mencionar que con el mantenimiento realizado se asegura el 60 % de su vida útil.

- **Máquina centrífuga:**

En la realización del mantenimiento preventivo a la máquina centrífuga se realizó su respectiva ficha técnica, según la ficha técnica registrada de la máquina centrífuga (ver tabla n° 27), en el cual se describió datos generales de las maquinaria centrífuga, de gran importancia el periodo de garantía que tienen la máquina centrífuga es de 2 años debido a que se conocerá el periodo limite en caso de que el equipo no funcione para realizar la queja correspondiente, la condición que se encuentra en la actualidad el equipo en cuanto al momento en el que se adquirió el mismo, esto para evaluar la vida útil del equipo, también se evaluó el estado de la máquina centrífuga en el cual de manera general equipo está en buen estado sin embargo debe realizarse la lubricación de sus componentes a rodillo, fajas; a su vez se identificaron las partes de la máquina centrífuga, mediante el proceso de observación para elementos tales como la condición del rodillos, motor, fajas, rodamientos solo se realizaran la lubricación de las partes móviles. Las personas que estuvieron a cargo de toda la elaboración de la ficha técnica, con respecto a la identificación de partes el estado del equipo en cuanto se realizó la adquisición, el estado actual del equipo; fueron: Carlos Crisologo Rojas, Felipe Rodríguez Curse, Javier Hernández Gonzales, (VER ANEXO N°06)

Tabla 27 Ficha técnica de centrífuga

	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS DE LA EMPRESA POSTES DEL NORTE S.A.					
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPO					
UBICACIÓN DE EMPRESA:	POSTES DEL NORTE S.A- CAJAMARCA					
CÓDIGO PATRIMONIAL :						
1. DESCRIPCIÓN:						
1.1. Nombre del Equipo: Centrífuga						
1.2. Marca: WEG						
1.3. Ubicación : CENTRIFUGADO						
1.4. Periodo de Garantía: 24 meses						
2. ADQUISICIÓN:						
2.1. Condiciones en la que se encuentra el equipo						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">Nuevo(x)</td> <td style="width: 33%;">Usado()</td> <td style="width: 33%;">Reacondicionado()</td> </tr> </table>				Nuevo(x)	Usado()	Reacondicionado()
Nuevo(x)	Usado()	Reacondicionado()				
<p style="text-align: center;">2.2. Estado del Equipo:</p> <p style="text-align: center;">Bueno (x)</p> <p style="text-align: center;">Reparable ()</p> <p style="text-align: center;">No Reparable ()</p> <p>Observaciones: <i>El estado en general del equipo es bueno, sin embargo hace falta la lubricación de partes móviles en el equipo, además de verificar el comportamiento del motor.</i></p>						
3. IDENTIFICACIÓN DE PARTES DEL EQUIPO DE MANTENIMIENTO:						
<ul style="list-style-type: none"> -Rodillos -Motor -Fajas - Rodamientos 						
4. COLABORADORES: Estuvieron a Cargo 3 personas para la verificación de la condición del equipo.						
<ul style="list-style-type: none"> • Carlos Crisologo Rojas. • Felipe Rodríguez Curse. • Javier Hernández Gonzales. 						

Fuente: Postes del Norte S.A.

Figura 43 Lubricación de rodamientos



Fuente: Postes del Norte S.A.

- **Descripción del servicio de mantenimiento realizado:** Se realizó la lubricación de todos los elementos de la faja u los dos rodamientos existentes en la máquina centrífuga además se realizó el mantenimiento al motor.(ver figura 45)
- **Hallazgos encontrados y acciones ejecutadas:**
Falta de lubricación a componentes móviles.
- **Tipos de equipos utilizados en el mantenimiento:**
Para la lubricación de los demás rodillo y fajas se empleó: Para la lubricación de estas piezas móviles se empleó grasa dura basándonos que tienen un comportamiento de alta fricción de tipo EP1- marca Móvil XHP 681.
Para el mantenimiento del motor: Se realizó en primer lugar el aislamiento del motor, para el consumo de corriente se empleó un megómetro y un multímetro

Luego de haber realizado el mantenimiento efectuado al equipo en mención se puede afirmar que tiene una garantía de 1 meses a partir de mes de a Junio, cabe mencionar que con el mantenimiento realizado se asegura el 60 % de su vida útil.

Tabla 28 Ficha técnica de la máquina mezcladora

	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS DE LA EMPRESA POSTES DEL NORTE S.A.					
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPO					
UBICACIÓN DE EMPRESA:	POSTES DEL NORTE S.A- CAJAMARCA					
CÓDIGO PATRIMONIAL :						
1. DESCRIPCIÓN:						
1.1. Nombre del Equipo: Mezcladora						
1.2. Marca: HUAZHAN						
1.3. Ubicación : MEZCLADO						
1.4. Periodo de Garantía: 36 meses						
2. ADQUISICIÓN:						
2.1. Condiciones en la que se encuentra el equipo						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">Nuevo(x)</td> <td style="width: 33%;">Usado()</td> <td style="width: 33%;">Reacondicionado()</td> </tr> </table>				Nuevo(x)	Usado()	Reacondicionado()
Nuevo(x)	Usado()	Reacondicionado()				
<p style="text-align: center;">2.2. Estado del Equipo:</p> <p style="text-align: center;">Bueno (x)</p> <p style="text-align: center;">Reparable ()</p> <p style="text-align: center;">No Reparable ()</p> <p>Observaciones: <i>El estado en general del equipo es bueno, sin embargo hace falta la lubricación de partes móviles en el equipo, además de verificar el comportamiento del motor y el desgaste del balde</i></p>						
3. IDENTIFICACIÓN DE PARTES DEL EQUIPO DE MANTENIMIENTO:						
<ul style="list-style-type: none"> -Rodillos -Balde -Fajas - Rodamientos 						
4. COLABORADORES: Estuvieron a Cargo 3 personas para la verificación de la condición del equipo.						
<ul style="list-style-type: none"> • Carlos Crisologo Rojas. • Felipe Rodríguez Curse. • Javier Hernández Gonzales. 						

Fuente: Postes del Norte S.A.

Se realizó la ficha técnica de la máquina mezcladora en la cual se registró datos esenciales antes ya mencionados, a su vez el artículo fue adquirido nuevo, y en la actualidad la máquina está en estado bueno, solo se tuvo que realizar la lubricación de las partes móviles y analizar el estado del balde en el cual se trabaja el concreto, (ver tabla n° 28).

- **Descripción del servicio de mantenimiento realizado:** Se realizó la lubricación de todos los elementos de la faja u los dos rodamientos existentes en la máquina de mezclado.
- **Hallazgos encontrados y acciones ejecutadas:**
Falta de lubricación a componentes móviles.
- **Tipos de equipos utilizados en el mantenimiento:**

Para la lubricación de los demás rodillo y fajas se empleó: Para la lubricación de estas piezas móviles se empleó grasa dura basándonos que tienen un comportamiento de alta fricción de tipo EP1- marca Móvil XHP 681.

Luego de haber realizado el mantenimiento efectuado al equipo en mención se puede afirmar que tiene una garantía de 1 meses a partir de mes de a Junio, cabe mencionar que con el mantenimiento realizado se asegura el 60 % de su vida útil.

Costos de mantenimiento:

Tabla 29 Costos de mantenimiento

	Anual		
	Cantidad	Precio	Total
Costos de personal	2	1500	12000
Lubricantes	6	450	10800

Fuente: Elaboración Propia

Los costos que se tomaron en cuenta en la parte de mantenimiento fueron esencialmente lo que se gastaría en insumos de lubricación debido a que se plantea realizar el mantenimiento preventivo a las máquinas anteriormente mencionadas, las cuales fueron elegidas mediante una matriz de criticidad, a su vez se tomó otro costo principal el de personal, para realizar estos mantenimientos se necesitaran 2 personas este mantenimiento se realiza 4 veces al año de manera trimestral y este debe tener un registro de cada actividad y costos que se realicen en el futuro comenzando desde la fecha que se inició el primer mantenimiento de las maquinarias generando una mejora continua, contribuyendo a alcanzar un producto de calidad alta, (ver tabla n°29).

5.3.3. Capacitación en liderazgo empresarial- intensidad recomendada:

Se recomienda que este programa sea desarrollado por fases, con intervalos de tiempo entre cada una. Ello facilita la apropiación e interiorización de los conceptos, para soportar el desarrollo de las competencias de base que dan forma a la actitud del líder, lo cual se expresa en:

- Los comportamientos de quien los exhibe.
- En la consecución de las metas corporativas asignadas y
- El desarrollo del equipo humano a cargo.

A continuación se presenta los puntos clave a tratar:

- Temas a tratar:
 - ▶ Importancia de aplicación de Six Sigma en una empresa.
 - ▶ Normas de concretos según Ministerio de Minas y Energía.
- Personal a quien se dirige el programa:

A todos los trabajadores de la empresa, esto debido a que todos deben estar involucrados en el cambio que se realizará.

 - Alejandro Morales Cotrina-Jefe de Cuadrilla
 - Julio Morales Sangay- Encargado de Puente.
 - Miguel Ramírez Pompa-Encargado del área de Mezclado.
 - José Antonio Sangay Limai-Pionero
 - Antonio Valdez Huamán- Encargado de parrillas.
 - Florencio Alfaro Chávez- Jefe de Planta.

5.3.3.1. Inicio de capacitación:

El plan de capacitación se realizó el día miércoles diez de junio del presente año, comenzó a las 11 de la mañana se realizó en una pequeña instalación de la empresa en la parte administrativa la cual se acondiciono para realizar el mismo, fueron planteados dos temas a tratar los cuales fueron: plan de mejoras en las empresas, en el cual se pudieron dar algunos alcances de manufactura esbelta además y el otro tema tratado fue el de normad técnicas estipuladas por el Ministerio de Energía y Minas, estuvieron presentes 7 trabajadores(VER ANEXO N°7), todos ellos operarios de distintas áreas, personal involucrado directamente con el proceso de producción y por consiguiente tienen un impacto directo en la mejora del proceso y el producto final, (ver figura 46).

Figura 44 Inicio del plan de capacitación



Fuente: Elaboración Propia

5.3.3.2. Durante de capacitación:

La duración de la capacitación fue de 2 horas, se repartió el material a cada uno de los trabajadores según las normas técnicas esto se registró (VER ANEXO N°4) se logró concluir con los temas estipulados anteriormente, existió una participación activa tanto de trabajadores, jefe de planta y la persona encargada de realizar la charla rescatando a esto diferentes puntos de vista de cada trabajador tales; uno de los puntos rescatables en la misma fue que la calidad no solo influye en el producto final sino involucra todo un flujo desde el momento en que se suministra materiales hasta la venta final de producto; incluyendo el servicio que se brinda la cliente, (ver figura n° 47).

Figura 45 Trabajadores durante la charla de capacitación



Fuente: Elaboración Propia

5.3.3.3. Fin de Capacitación:

La capacitación concluyó a la 1:04 de la tarde de manera satisfactorio también se llenaron el registro de salida (VER ANEXO N°5), luego se realizó un pequeño compartir con los trabajadores, (ver figura n° 48), cabe resaltar que está es la primera capacitación que se tuvo en la empresa puesto que no existía un plan de capacitación del mismo, pero solo en la sede de Cajamarca, puesto en las distintas fábricas de Trujillo y Piura si existe este plan de capacitaciones continuo y lo que se espera es que este no sea el única vez que se realiza capacitaciones en esta sede sino que este se incremente con el tiempo y realizar otras de distintos temas de interés de los trabajadores como podría ser el uso y manejo adecuado de la maquinaria.

Figura 46 Finalización de la charla



Fuente: Elaboración Propia

5.3.4. Indicadores de mejora de calidad del producto y productividad después de la implementación:

A continuación se muestra lo que se mejoró en cuanto a los indicadores de calidad del producto y productividad planteados anteriormente (ver tabla n°13).

Tabla 30 mejora de indicadores de calidad después de implementación.

Número de postes procesados/mes	110
Porcentaje de posibilidades de encontrar el defecto	30%
Número de defectos detectados	31
Porcentaje de defectos	56%
Productividad(Rto del proceso)	44%

Fuente: Elaboración Propia

En la mejora de la calidad de postes, se redujo los de porcentajes de la posibilidad de encontrar un defecto de 50% a 20% , lo que consecuentemente reducirá el número de defectos que se podrían encontrar 10 postes con mala calidad, disminuyendo de esta manera el porcentaje de defectos y aumentando la productividad y el rendimiento en el proceso, esto se genera a través de acciones propuestas anteriormente, ocasionando el aumento del nivel Sigma que se calculará posteriormente con la evaluación de defectos y oportunidades,(ver tabla n°30).

$$DPU=D/U$$

$$DPU=31/110$$

$$DPU=0.28$$

- Se redujo al 28 % los defectos por unidad registrados en la empresa Postes del Norte S.A

$$DPO=DPU/O$$

$$DPO=0.28/0.30$$

$$DPO=0.93$$

- Se encontró a llegar a un 93% los defectos por oportunidad encontrada por cada unidad producida.

$$DPMO=DPO*1000000$$

$$DPMO=0.93*1000000$$

$$DPMO= 930000$$

- Los defectos por oportunidad por millón de unidades es de 93 0000 obteniendo como nivel sigma de 4, la cual califica al proceso como óptimo.

$$Y=1-0.45$$

$$Y=0.60$$

- El rendimiento del proceso será 60 % desde la óptica del Seis Sigma, corroborando el nivel sigma 2 1/2.

Productividad:

La productividad de la empresa Postes del Norte, se mejoró con la eliminación de demoras en el proceso observados en el diagrama de flujo propuesto con respecto a los tiempos de producción, dando una tolerancia en tiempos de 10 min.

$$\text{EFICIENCIA} = [\text{Trabajo}] / [\text{Trabajo (+) Desperdicio}] \times 100\%$$

$$\text{EFICIENCIA} = [239] / [239 (+) 10] \times 100\%$$

$$\text{EFICIENCIA}=95\%$$

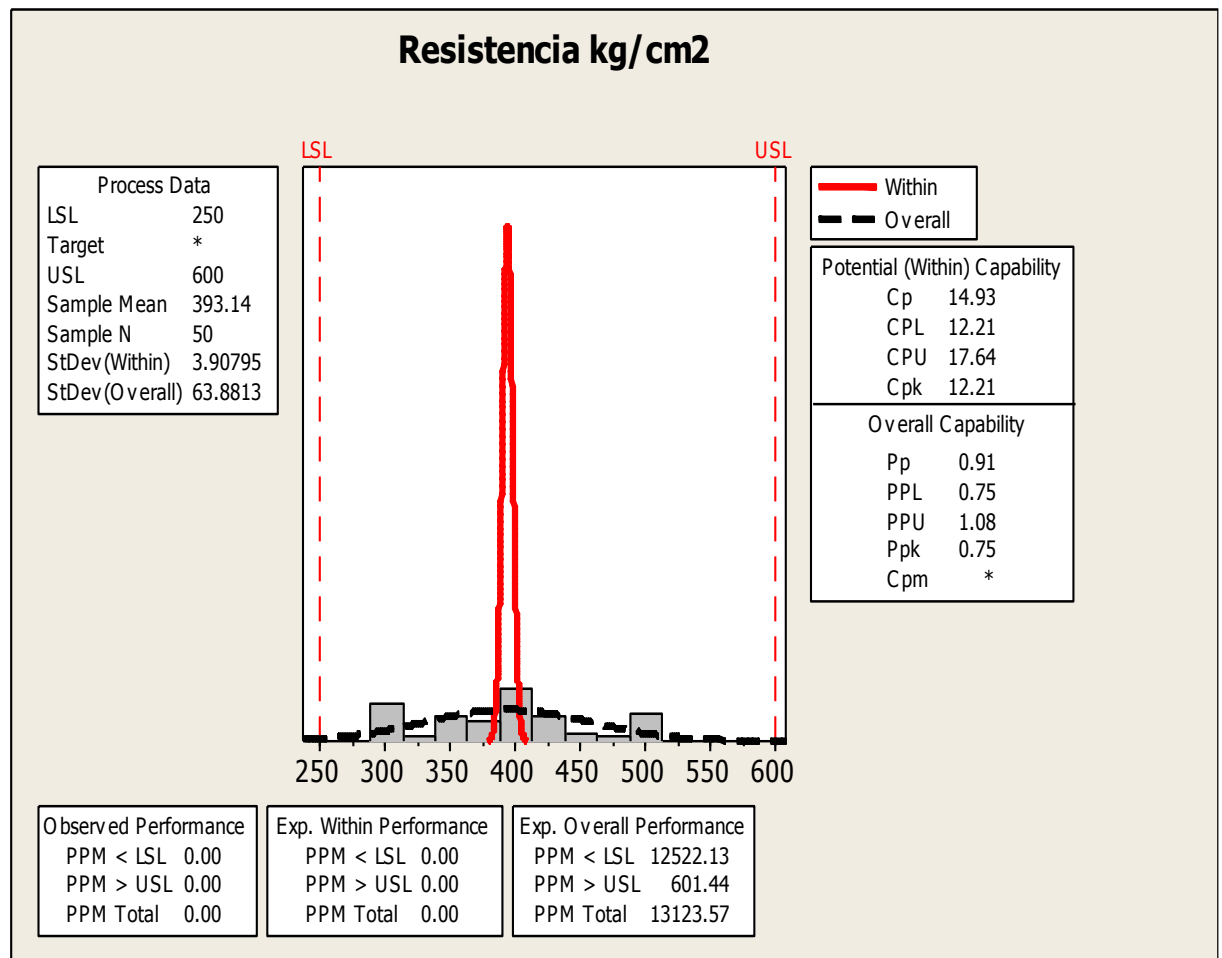
Con las eliminaciones de demora se logrará que la eficiencia de la empresa varié de 84 % y logre el 95%.

5.3.5. Reducción de la variabilidad en la Resistencia del Postes:

Luego de la implementación se verificó la reducción de la variabilidad en la resistencia de los postes, anteriormente presentando.

Al realizar todas las mejoras propuestas, lo que se busca es se logrará la reducción de la capacidad de proceso a partir del área de mezclado, la capacidad será mayor a 1, respondiendo a lo que el cliente necesita, seguidamente cumplir con todas las propuestas de mejora planteadas para lograr la reducción de la variabilidad de la resistencia de los postes de la empresa Postes del Norte, todas las propuestas deberán ser controladas, para que el valor de la capacidad del proceso al largo plazo sea constante y con esto lograr alcanzar el aumento del nivel sigma que ,además cabe mencionar que esto se apoyará en control continuo, y con la elaboración de registros de esta manera fomentar la mejora continua, (ver figura n°49).

Figura47 Mejora de la capacidad de proceso después de la implementación



Fuente: Elaboración Propia

5.4. Análisis costo beneficio:

En esta parte de la investigación se analiza el costo de implementación de la mejora con la metodología DMAIC de Six Sigma, referente al mejora de calidad del producto en la empresa postes del norte S.A., para esto se realizará el análisis de costo-beneficio. Los costos en los que se va a incurrir para la implementación de la mejora son los siguientes:

5.4.1. INVERSIÓN DE ACTIVOS TANGIBLES.

A continuación se describen los materiales, la cantidad y los costos unitarios de cada uno de ellos, los cuales se utilizaron para implementar la mejora en la implementación del modelo DMAIC, con una inversión total de \$12942.10, (ver tabla n°31), estos se clasificaron a través de útiles de escritorio, que son básicamente útiles que necesitamos en la parte administrativa pero no de menos importancia ya que se emplean a su vez en la parte de gestión, a su vez equipos de oficina que involucran directamente al proceso por su importancia tales como laptops, impresora, etc.; y lo más importante los materiales que se emplearán para la implementación del proyecto, estos son considerados en la implementación de la capacitación, la implementación de mantenimiento y también la aplicación de 5s; también tenemos costos de métodos propuestos tales como poa Yoke en los cuales son básicamente la contratación de nuevo personal, y la compra de materiales mencionados a continuación.

Tabla 31 Inversión de activo intangibles

ITEM	Q	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN
UTILES DE ESCRITORIO				S/. 731.00
Memoria Externa	1	Unidad	S/. 150.00	S/. 150.00
Papel A4 (millar)	5	millar	S/. 9.00	S/. 45.00
Tintas	15	Unidad	S/. 10.00	S/. 150.00
CD's regrabables	5	Conos	S/. 10.00	S/. 50.00
Lapiceros	3	Caja	S/. 22.00	S/. 66.00
Cintas	20	Unidad	S/. 4.00	S/. 80.00
Plumones	20	Unidad	S/. 2.30	S/. 46.00
Archivadores	24	Unidad	S/. 2.00	S/. 48.00
Perforador	2	Unidad	S/. 10.00	S/. 20.00
Cuter	1	Unidad	S/. 18.00	S/. 18.00
USB	2	Unidad	S/. 19.00	S/. 38.00
Engrampador	2	Unidad	S/. 10.00	S/. 20.00
EQUIPOS DE OFICINA				4,680.00
Laptop	1	Unidad	S/. 2,800.00	S/. 2,800.00
Impresora Economica HP	2	Unidad	S/. 580.00	S/. 1,160.00
Escritorio	2	Unidad	S/. 200.00	S/. 400.00
Stans	2	Unidad	S/. 50.00	S/. 100.00
Cámara fotográfica	1	Unidad	S/. 220.00	S/. 220.00
MATERIALES DE IMPLEMENTACIÓN				5,223.10
Escoba	2	Unidad	S/. 6.00	S/. 12.00
Trapo	5	Unidad	S/. 3.50	S/. 17.50
Desinfectante	5	Unidad	S/. 5.00	S/. 25.00
Cajas	4	Unidad	S/. 10.00	S/. 40.00
Sillas	12	Unidad	S/. 62.00	S/. 744.00
Pizarra	1	Unidad	S/. 74.00	S/. 74.00
Recogedor	2	Unidad	S/. 5.00	S/. 10.00
Stickers de colores	1	millar	S/. 35.00	S/. 35.00
Micas Acrilicas 80x40cm	10	Unidad	S/. 27.00	S/. 270.00
Micas Acrilicas 5x6cm	200	unidad	S/. 0.30	S/. 60.00
Contenedores	2	Unidad	S/. 1,650.00	S/. 3,300.00
Mandil de Soldador	1	Unidad	S/. 70.00	S/. 70.00
Escarpines	2	Unidad	S/. 16.90	S/. 33.80
Estantes	1	Unidad	S/. 32.00	S/. 32.00
Mascara Fotosensible	2	Unidad	S/. 199.90	S/. 399.80
Baldes	10	Unidad	S/. 10.00	S/. 100.00
EQUIPOS DE IMPLEMENTACIÓN				S/. 2,308.00
Zaranda Vibradora	2	Unidad	S/. 180.00	S/. 360.00
Ecran	1	Unidad	S/. 949.00	S/. 949.00
Proyector	1	Unidad	S/. 999.00	S/. 999.00
TOTAL INVERSION				12,942.10

Fuente: Elaboración Propia

5.4.2. Otros gastos:

En el siguiente cuadro se muestra otros gastos tales son los de servicios además de personal y lo que nos costaría la implementación de capacitación (ver tabla n°32), en este cuadro de otros gastos se tomó factores que se utilizan de manera diaria y que sin estos la producción no se realizaría, además se tomó los gastos de lo antes propuesto como lo son tanto de implementación de mantenimiento así también como los que se generaran por la contratación de personal especializado en cada tema planteado que será calificado de manera general por un supervisor de calidad.

Tabla 32 Otros gastos

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN	
Luz	12	meses	S/. 70.00	S/. 840.00	
Agua	12	meses	S/. 100.00	S/. 1,200.00	
Telefonia	12	meses	S/. 99.00	S/. 1,188.00	
Mantenimiento Preventivo	4	veces	S/. 200.00	S/. 800.00	
TOTAL OTROS GASTOS				4,028.00	
GASTOS DE PERSONAL					
ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	NUM. PERSONAS	TOTAL INVERSIÓN
Supervisor de Control de calidad	12	meses	S/. 2,200.00	1	S/. 26,400.00
Operario en Área de Armado	12	meses	S/. 1,000.00	1	S/. 12,000.00
Personal de Marito	4	meses	S/. 1,500.00	2	S/. 12,000.00
TOTAL GASTOS DE PERSONAL					50,400.00
GASTOS DE CAPACITACION					
ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN	
Capacitación al Personal	4	veces	S/. 570.15	S/. 2,280.60	
TOTAL GASTOS DE PERSONAL				2,280.60	

Fuente: Elaboración Propia

5.4.3. Costos proyectados – implementación.

Se determinan los costos proyectados a cinco años, para lo cual la mayor inversión se encuentra en los activos tangibles debido a la cantidad de materiales y maquinaria necesaria para la implementación de la mejora del producto final, ver tabla n°33, estos costos cabe mencionar que fueron proyectos solo aquellos elementos que se deben adquirir en un periodo de 1 año, debido que existen algunos materiales de implementación que no es necesario el adquirirlas en el tiempo proyectado, debido a que cuentan con una mayor duración o la garantía del producto este caso es extendida.

Tabla 33 Costos proyectados

ITEM	ANO. 0	ANO. 1	ANO. 2	ANO. 3	ANO. 4	ANO. 5	
INVERSIÓN DE ACTIVOS TANGIBLES	S/. 9,712.10	S/. 414.30	S/.	S/. 464.30	S/. 414.30	S/. 464.30	S/. 414.30
UTILES DE ESCRITORIO							
Memoria Externa	S/. 150.00						
Papel A4 (millar)	S/. 45.00	S/. 45.00		S/. 45.00	S/. 45.00	S/. 45.00	S/. 45.00
Tintas	S/. 150.00	S/. 150.00		S/. 150.00	S/. 150.00	S/. 150.00	S/. 150.00
CD's regrabables	S/. 50.00			S/. 50.00		S/. 50.00	
Lapiceros	S/. 66.00						
Cintas	S/. 80.00						
Plumones	S/. 46.00	S/. 46.00		S/. 46.00	S/. 46.00	S/. 46.00	S/. 46.00
Archivadores	S/. 48.00						
Perforador	S/. 20.00						
Cuter	S/. 18.00						
USB	S/. 38.00						
Engrampador	S/. 20.00						
EQUIPOS DE OFICINA							
Laptop	S/. 2,800.00						
Impresora Economica HP	S/. 1,160.00						
Escritorio	S/. 400.00						
Stans	S/. 100.00						
Cámara fotográfica	S/. 220.00						
MATERIALES DE IMPLEMENTACIÓN							
Escoba	S/. 12.00	S/. 12.00	S/.	S/. 12.00	S/. 12.00	S/. 12.00	S/. 12.00
Trapo	S/. 17.50	S/. 17.50	S/.	S/. 17.50	S/. 17.50	S/. 17.50	S/. 17.50
Desinfectante	S/. 25.00	S/. 25.00	S/.	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00
Cajas	S/. 40.00	S/. 40.00	S/.	S/. 40.00	S/. 40.00	S/. 40.00	S/. 40.00
Sillas	S/. 744.00						
Pizarra	S/. 74.00						
Recogedor	S/. 10.00	S/. 10.00	S/.	S/. 10.00	S/. 10.00	S/. 10.00	S/. 10.00
Stickers de colores	S/. 35.00	S/. 35.00	S/.	S/. 35.00	S/. 35.00	S/. 35.00	S/. 35.00
Contenedores	S/. 400.00						
Mandil de Soldador	S/. 70.00						
Escarpines	S/. 33.80	S/. 33.80	S/.	S/. 33.80	S/. 33.80	S/. 33.80	S/. 33.80
Estantes	S/. 32.00						
Mascara Fotosensible	S/. 399.80						
Baldes	S/. 100.00						
EQUIPOS DE IMPLEMENTACIÓN							
Zaranda Vibradora	S/. 360.00						
Ecran	S/. 949.00						
Proyector	S/. 999.00						
OTROS GASTOS	S/. 4,028.00	S/. 3,776.00	S/.	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00	S/. 3,776.00
Luz	S/. 840.00	S/. 588.00	S/.	S/. 588.00	S/. 588.00	S/. 588.00	S/. 588.00
Agua	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/.	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00
Telefonia	S/. 1,188.00	S/. 1,188.00	S/.	S/. 1,188.00	S/. 1,188.00	S/. 1,188.00	S/. 1,188.00
Mantenimiento de Equipos	S/. 800.00	S/. 800.00	S/.	S/. 800.00	S/. 800.00	S/. 800.00	S/. 800.00
GASTOS DE PERSONAL	S/. 50,400.00	S/. 37,200.00	S/.	S/. 37,200.00	S/. 37,200.00	S/. 37,200.00	S/. 37,200.00
Supervisor de Control de calidad	S/. 26,400.00	S/. 13,200.00	S/.	S/. 13,200.00	S/. 13,200.00	S/. 13,200.00	S/. 13,200.00
Operario en Área de Armado	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/.	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00
Personal de Mantto	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/.	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00	S/. 12,000.00
GASTOS DE CAPACITACION	S/. 2,280.60	S/. 2,280.60	S/.	S/. 2,280.60	S/. 2,280.60	S/. 2,280.60	S/. 2,280.60
Capacitación al Personal	S/. 2,280.60	S/. 2,280.60	S/.	S/. 2,280.60	S/. 2,280.60	S/. 2,280.60	S/. 2,280.60
TOTAL DE GASTOS	S/. 66,420.70	S/. 43,670.90	S/.	S/. 43,670.90	S/. 43,670.90	S/. 43,670.90	S/. 43,670.90

Elaboración Propia

5.4.4. EVALUACIÓN C/B: VAN, TIR, IR:

Análisis de los indicadores

En la **tabla n° 34** se presentan los ingresos generados por la empresa después de un porcentaje de implementación de la mejora, se tomó como indicador el costo de la merma, debido a que esta repercutirá directamente con lo que se busca en el proyecto que es la mejora de calidad final de los Postes con el incremento del nivel sigma, esto será evaluado como un costo beneficio debido a que se observa como la parte resultante del proyecto.

Tabla 34 Análisis de indicadores

ANÁLISIS DE LOS INDICADORES						
INDICADORES	ANTES	DESPUES	INDICADORES	ANTES	BENEFICIO	DESPUES
COSTO DE MERMA	S/. 31,680.00	S/. 3,960.00	COSTO DE MERMA	S/. 158,400.00	S/. 131,760.00	S/. 26,640.00

Fuente: Elaboración Propia

Ingresos proyectados:

Tabla 35 Ingresos proyectados

INGRESOS PROYECTADOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	S/. 131,760.00	S/. 131,760.00	S/. 131,760.00	S/. 131,760.00	S/. 131,760.00

Fuente: Elaboración Propia

5.4.5. Tasa COK:

Para el cálculo de la tasa Cok se utilizaron tanto el balance general de la empresa así también como el estado de resultado (ver Anexo n° 8), los indicadores que se tomaron fueron la deuda el capital, a su vez la renta y el impuesto que se le aplica que es el de 30%, así también como el costo de deuda que se aproximó a una tasa de interés hoy presente en el mercado bancario, los mismos que se cubrirán en un financiamiento, ver tabla 36 de esta manera se calculó la tasa de retorno de la inversión del proyecto, (ver tabla n° 36).

Tabla 36 Indicadores cálculo COK

DEUDA	323,505	5%
CAPITAL	6,353,340	95%
TOTAL	6,676,845	100%
RENTA NETA IMPONIBLE		1,278,146.00
IMP. A LA RENTA		383,443.80
TOTAL		894,702.20
ROE	UTILIDAD NETA	894,702.20
	TOTAL PATROMONIO	6,353,340.00
		14.08%
CPPC		13.89%

Fuente: Elaboración Propia

Indicadores de evaluación:

En la tabla n° 37 se aprecia los indicadores en la evaluación del proyecto obtuvimos como resultado que el proyecto si es viable debido a que el valor del VAN es mayor a 0, a su vez el valor del mayor al valor de COK, obteniendo una ganancia de 4.56 soles por cada sol que se ha invertido.

Tabla 37 Indicadores de evaluación del proyecto

COK	13.89%
VA	S/. 303,146.31
VAN	236,725.61
TIR	131%
IR	4.56

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 6. RESULTADOS

En el presente proyecto de tesis se evaluó el proceso de producción en la elaboración de Postes de la empresa Postes del Norte S.A. en la ciudad de Cajamarca, el estudio se basó en lograr la uniformidad en la resistencia de postes para de esta manera lograr mejorar la calidad del producto final, se consideró las siguientes variables: Incremento de la calidad del producto, incremento en la productividad. Después de realizar un diagnóstico de la empresa y de esta manera reducir la variabilidad existente que indica que el proceso es incapaz, se llegaron a realizar los siguientes mostrados a continuación.

Se realizó una hoja de verificación de postes de mala calidad (ver tabla n 11), para luego analizar las causas que generar las mismas y como causa principal se encontró la utilización de métodos empíricos en la elaboración de postes por lo que se planteó un plan de capacitación del personal este trabajado en la parte de implementación, los temas tomados en la primera capacitación fueron:

- **Importancia de aplicación de Six Sigma en una empresa.**
- **Normas de concretos según Ministerio de Minas y Energía.**

Los costos que se tomara en la capacitación del personal será la contratación del personal la cual realizara las capacitaciones trimestrales, a su vez se tiene un ambiente para realizar dichas capacitaciones lo único que lo que realizara es adecuar el ambiente para realizar las mismas los materiales que se compraran serán un proyector y un Ecran principalmente a su vez comprar sillas correspondientes y una computadora, estos serán los elementos necesarios, (ver tabla n°38), con una inversión de 7722,60 nuevos soles.

Tabla 38 Costos de capacitación

COSTOS DE CAPACITACIÓN				
Ecran	1	Unidad	S/. 949.00	S/. 949.00
Proyector	1	Unidad	S/. 999.00	S/. 999.00
Capacitación al Personal	4	veces	S/. 570.15	S/. 2,280.60
Sillas	12	Unidad	S/. 62.00	S/. 744.00
Laptop	1	Unidad	S/. 2,800.00	S/. 2,800.00
				S/. 7,772.60

Fuente: Elaboración Propia

Se evaluó también la segunda causa la cual fue de la inadecuada ubicación de materiales, en la mejora se planteó la utilización de algunas herramientas del Six Sigma como lo fueron las 5 s, el propósito de clasificar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones sean más eficientes Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio o eliminar. Se realizó una serie de pasos para la implementación de 5s en primer lugar se identificará los elementos necesarios; para luego se hizo una lista de los mismos luego se identificaron con tarjetas de color según el nivel de importancia luego se realizó el plan de acción para el retiro de elementos para finalmente realizar un informe y de esta manera generar el control del mismo con esto no llegar en el futuro al punto de inicio; sino ir avanzo hacia una mejora continua, tal y como muestran las figuras presentadas.

En la parte de Poka Yoke el mejor empleo en la cuantificación de los insumos y materias primas en el área de mezclado, lo propuesto, dicho sea de paso, fue el comprar materiales y equipos tales como baldes que se emplearían de manera estandarizada; se propuso el adquirir una zaranda vibradora la cual uniformizará los insumos tales como piedra, arena.

Además se propuso la inspección de postes terminados, para esto se necesitó la contratación de un personal calificado también propuesto en los costos, con una inversión de 30,839.50 soles (ver tabla 39).

Tabla 39 Costos de 5s- Poka Yoke

COSTOS DE 5S Y POKA YOKE:				
Cámara fotográfica	1	Unidad	S/. 220.00	S/. 220.00
Escoba	2	Unidad	S/. 6.00	S/. 12.00
Trapo	5	Unidad	S/. 3.50	S/. 17.50
Desinfectante	5	Unidad	S/. 5.00	S/. 25.00
Cajas	4	Unidad	S/. 10.00	S/. 40.00
Stickers de colores	1	millar	S/. 35.00	S/. 35.00
Micas Acrilicas 80x40cm	10	Unidad	S/. 27.00	S/. 270.00
Micas Acrilicas 5x6cm	200	unidad	S/. 0.30	S/. 60.00
Contenedores	2	Unidad	S/. 1,650.00	S/. 3,300.00
Baldes	10	Unidad	S/. 10.00	S/. 100.00
Zaranda Vibradora	2	Unidad	S/. 180.00	S/. 360.00
Supervisor de Control de calidad	12	meses	S/. 2,200.00	S/. 26,400.00
				S/. 30,839.50

Fuente: Elaboración Propia

En la implementación a su vez también se realizó una evaluación técnica AMFE en la cual se priorizo la parte de la implementación de mantenimiento se realizó una matriz de criticidad (ver tabla n), para la clasificación de la maquinaria con primer grado de criticidad a las máquinas tale como:

Puente grúa:

- **TIPOS DE EQUIPOS UTILIZADOS EN EL MANTENIMIENTO:**

Para el mantenimiento de verificación de estado de cable se empleó: Un Vernier para medir el diámetro del cable y la inspección visual para verificar las fisuras, si es que las tuviese.

Para el cambio de Rodillo principal se empleó: Se empleó un extractor de 3 garras, martillo, botadores, aceite y el nuevo componente.

Para la lubricación de los demás rodillo y poleas se empleó: Para la lubricación de estas piezas se empleó grasa dura basándonos que tienen un comportamiento de alta fricción de tipo EP1- marca Móvil XHP 681.

Máquina Centrifuga

TIPOS DE EQUIPOS UTILIZADOS EN EL MANTENIMIENTO:

- **Para la lubricación de los demás rodillo y fajas se empleó:** Para la lubricación de estas piezas móviles se empleó grasa dura basándonos que tienen un comportamiento de alta fricción de tipo EP1- marca Móvil XHP 681.
- **Para el mantenimiento del Motor:** Se realizó en primer lugar el aislamiento del motor, para el consumo de corriente se empleó un megómetro y un multímetro

Luego de haber realizado el mantenimiento efectuado al equipo en mención se puede afirmar que tiene una garantía de 1 meses a partir de mes de a Junio, cabe mencionar que con el mantenimiento realizado se asegura el 60 % de su vida útil.

Máquina Mezcladora

- **TIPOS DE EQUIPOS UTILIZADOS EN EL MANTENIMIENTO:**

Para la lubricación de los demás rodillo y fajas se empleó: Para la lubricación de estas piezas móviles se empleó grasa dura basándonos que tienen un comportamiento de alta fricción de tipo EP1- marca Móvil XHP 681.

Luego de haber realizado el mantenimiento efectuado al equipo en mención se puede afirmar que tiene una garantía de 1 meses a partir de mes de a Junio, cabe mencionar que con el mantenimiento realizado se asegura el 60 % de su vida útil.

Teniendo en cuenta el mantenimiento de los equipos, elegidos a través de la matriz de criticidad, estos como ya fueron evaluados necesitan lo básico para mantenimiento de piezas móviles ya explicados anteriormente.

Costos de Mantenimiento:

Tabla 40 Costos de mantenimiento

	Anual		
	Cantidad	Precio	Total
Costos de Personal	2	1500	12000
Lubricantes	6	450	10800

Fuente: Elaboración Propia

Los costos que se tomaron en cuenta en la parte de mantenimiento fueron esencialmente lo que se gastaría en insumos de lubricación debido a que se plantea realizar el mantenimiento preventivo a las máquinas anteriormente mencionadas, las cuales fueron elegidas mediante una matriz de criticidad, a su vez se tomó otro costo principal el de personal, para realizar estos mantenimientos se necesitaran 2 personas este mantenimiento se realiza 4 veces al año de manera trimestral y este debe tener un registro de cada actividad y costos que se realicen en el futuro comenzando desde la fecha que se inició el primer mantenimiento de las maquinarias generando una mejora continua, contribuyendo a alcanzar un producto de calidad alta, (ver tabla n°29).

Con esta implementación lo que se busca es mejorar los indicadores de que evalúan la calidad del producto final:

En la mejora de la calidad de postes, se redujo los porcentajes de la posibilidad de encontrar un defecto de 50% a 20% , lo que consecuentemente reducirá el número de defectos que se podrían encontrar 10 postes con mala calidad, disminuyendo de esta manera el porcentaje de defectos y aumentando la productividad y el rendimiento en el proceso, esto se genera a través de acciones propuestas anteriormente, ocasionando el aumento del nivel Sigma que se calculará posteriormente con la evaluación de defectos y oportunidades,(ver tabla n°30).

$$DPU=D/U$$

$$DPU=31/110$$

$$DPU=0.28$$

- Se redujo al 28 % los defectos por unidad registrados en la empresa Postes del Norte S.A.

$$DPO=DPU/O$$

$$DPO=0.28/0.30$$

$$DPO=0.93$$

- Se encontró a llegar a un 93% los defectos por oportunidad encontrada por cada unidad producida.

$$DPMO=DPO*1000000$$

$$DPMO=0.93*1000000$$

$$DPMO= 930000$$

- Los Defectos por oportunidad por millón de unidades es de 93 0000 obteniendo como nivel sigma de 4, la cual califica al proceso como óptimo.

$$Y=1-0.45$$

$$Y=0.60$$

- El rendimiento del proceso será 60 % desde la óptica del Seis Sigma, corroborando el nivel sigma 2 1/2.

Productividad:

La productividad de la empresa Postes del Norte, se mejoró con la eliminación de demoras en el proceso observados en el diagrama de flujo propuesto con respecto a los tiempos de producción, dando una tolerancia en tiempos de 10 min.

$$\text{EFICIENCIA} = [\text{Trabajo}] / [\text{Trabajo (+) Desperdicio}] \times 100\%$$

$$\text{EFICIENCIA} = [239] / [239 (+) 10] \times 100\%$$

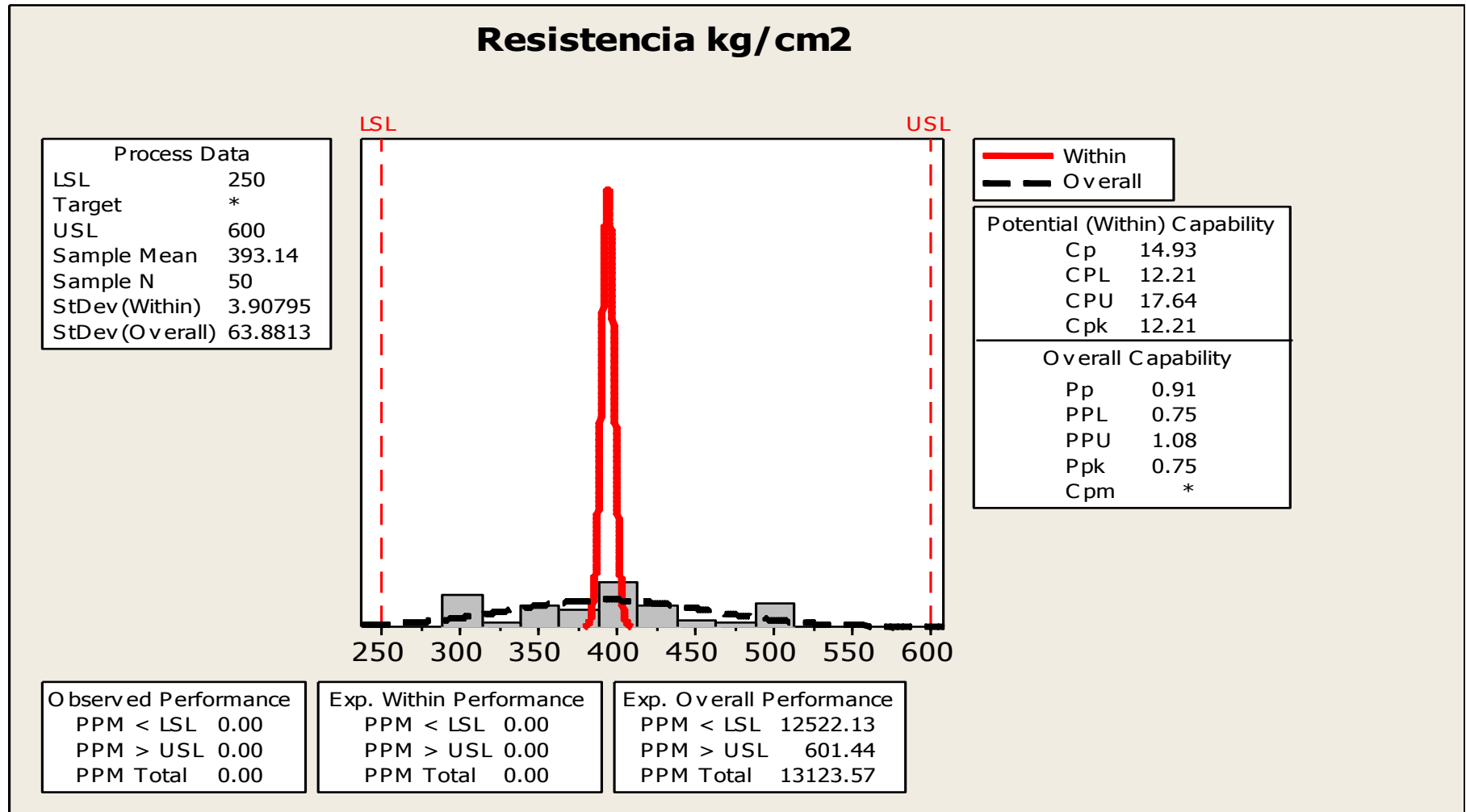
$$\text{EFICIENCIA}=95\%$$

Con las eliminaciones de demora se logrará que la eficiencia de la empresa varíe de 84 % y logre el 95%.

Con la mejor de estos indicadores se disminuirá la variabilidad de la resistencia de los postes existente en el proceso de producción, esto repercute directamente con la capacidad del proceso que nos indica el nivel en el que se puede cumplir con las expectativas del cliente.

Lo que se busca es lograr una capacidad de proceso mayor a 1, con una capacidad de proceso esperada del 12, logrando un nivel sigma 3 , cabe mencionar que es un proceso de mejora continua esta debe ser practicada y mejorar continuamente, con una evaluación y el registro necesario para conseguir la satisfacción total del cliente .

Figura 48 Capacidad de proceso esperado



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Al finalizar el análisis de los datos de la investigación podemos concluir que la principal causa de la variabilidad en la resistencia de los postes que genera que el proceso sea incapaz con el cumplimiento de estándares y que con la aplicación de la metodología DMAIC de Six Sigma se logró lo siguientes:

- Se realizó un diagnóstico genérico de las distintas áreas de la empresa Postes del Norte S.A.-Cajamarca, el área de mezclado, moldeo, armado, centrifugado, almacén, en las cuales de cada área se pueden rescatar mejoras aplicadas en cuanto a calidad, empleando herramientas de control estadístico de la calidad.
- Se aplicó el proceso de definir, medir, analizar, mejorar y controlar en todas las áreas de empresa para las cuales se emplearon herramientas de gestión de calidad ya mencionadas anteriormente, estas sirvieron para llegar a las causas que estaban generando la variabilidad de la resistencia en los postes, después de ser evaluadas se pasó a la ejecución de mejora, su propuesta e implementación, basándonos como puntos principales, en la capacitación del personal, el mantenimiento de la maquinaria, y la aplicación de 5S, los cuales generaron que nuestros indicadores mejoren tales como el nivel sigma que se llegó a mejorar del nivel 1 al nivel 3, y a su vez la productividad llegando a una eficiencia del 95%.
- Al implementar las herramientas Six Sigma en la empresa, se llegó a lograr la reducción de la variabilidad de la resistencia de los postes, se consiguió generar que la capacidad del proceso sea mayor a 1, convertido al producto final en capaz de suplir las necesidades del cliente.

- Se determinó el beneficio económico del proyecto obteniendo como resultado final que el proyecto si es viable debido a que el valor del VAN es mayor a 0, a su vez este valor es mayor al valor de COK, obteniendo una ganancia de 4.56 soles por cada sol que se ha invertido.
- Se analizaron los resultados de la implementación notando que existen puntos de aplicación tales como la aplicación de la herramienta 5 s que se debe dar desde el momento pactado, a su vez existen factores tales como el adquirir un equipo nuevo que se tomarán en cuenta para el futuro, por la inversión que esta genera.

La participación de todas las personas que trabajan en la empresa tanto cargos altos como trabajadores es de vital importancia para que el proyecto continúe y se logre mejores resultados en el transcurso del tiempo, la mejora continua es un proceso que se da a paso lento pero trae muchos beneficios con él.

RECOMENDACIONES

En la actualidad vivimos en un mundo muy competitivo, en el cual es necesario atender y reconocer las diferentes deficiencias que existen para mejorar y crecer y llegar con esto a cubrir la necesidad de un mercado competitivo, por lo que se recomienda:

- Implementar programas de capacitación para el personal, con el fin de que estos conozcan temas como calidad y normas técnicas, generando en los mismos una cultura de mejora continua.
- Implementar programas de mantenimiento tanto preventivo y correctivo, con el fin de aumentar la tiempo de vida de las maquinarias, y no tener paradas en la planta, esta a su vez se debe realizarse mensualmente.
- Implementar herramientas de gestión de calidad tales como 5s; seleccionar, organizar, limpiar, estandarizar y controlar cada elemento que este ubicado en la empresa, con el concepto cada cosa en su lugar y así evitar demoras en la producción, facilitar el trabajo, evitar accidentes, mejor imagen a la empresa.
- Estandarizar las tarjetas implementadas en la herramienta 5 s, como lo son; tarjetas rojas para los desechos, tarjetas verdes para la reubicación y tarjetas de color azul para la venta de los elementos que no sirvan a la empresa pero si a otros.
- Fomentar una cultura de mejora continua en cada trabajador, realizando inspecciones y reuniones donde cada uno de ellos expreso lo que cree que es mejor en la empresa.

REFERENCIAS:

- Acuña, C. A. (2010). *Aplicación de Metodología DMAIC para la Mejora de Proceso y Reducción de Pérdidas en la Etapas de Fabricación de Chocolate*. (Tesis para optar al Título de Ingeniero en Alimentos), Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- ACUÑA, C. A. (2011). APLICACIÓN DE METODOLOGÍA.
- Alonso, V. C. (2006). *Control Estadístico de la Calidad*. alfaomega.
- Brassard, M., & Ritter, D. (2001). *Sailing through Six Sigma*. Marietta: GA.
- Bridgestone Perú. (2012). *Seminario de Neumáticos para Personal de MYSRL*. Cajamarca, Perú.
- Castillo, L. B. (2013). MEJORA DEL PROCESO DE GALVANIZADO EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE ALAMBRES DE ACERO APLICANDO LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA,.
- Centro, H. G. (2009). *CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD Y SEIS SIGMA*. MC GRAW HILL.
- Coello, R. S. (2009). *Optimización del Proceso de Inspección de Camiones a través del Método Six Sigma*. (Trabajo de Aplicación para optar al Título de Ingeniero Industrial), Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Escalante, E. (2003). *Seis-Sigma: metodología y técnicas*. México DF: Limusa.
- Harry, M. J. (1987). *The Nature of Six Sigma Quality*. Scottsdale, Arizona: Motorola University Press.
- Herrera, R. J. (2011). *Six Sigma Métodos Estadísticos y su Aplicacion*.
- Lefcovich, M. (2009). *Calidad Total*.
- Lefcovich, M. (2009). *Seis SIGMA "Hacia un nuevo paradigma en gestión"*. Buenos Aires: El Cid Editor.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS . (2003). ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS DE LÍNEAS Y REDES PRIMARIAS PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL.
- Newmont Mining Corporation. (2010). *Capacitación de Lean Six Sigma*. Cajamarca, Perú.
- Ocampo, J. R. (2012). *APLICACION DE LA METODOLOGIA DMAIC A LA MEJORA DE L TIEMPO DE ATENCION* . HONDURAS.
- PACÍFICO, E. D. (2008). ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONCRETO.
- PACÍFICO, E. D. (s.f.). ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONCRETO. *EMPRESA DE ENERGÍA DEL PACÍFICO*.

- Pineda, M. B. (2010). *Propuesta del Mejoramiento del Proceso de Verificación Telefónica en un Call Center Aplicando la Metodología DMAIC*. (Tesis para obtención de Título de Ingeniería Industrial), Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.
- Posadas, R. F. (2009). *DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA EN EL SERVICIO DE MANIPULEO Y ALMACENAJE DE CARGA AÉREA DE EXPORTACIÓN*.
- Posadas, R. F. (2011).
- Pulido, H. G. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Six Sigma*. MC GRAW HILL.
- Raúl Molteni, & Oscar Cecchi. (2008). *El Liderazgo del Lean Six Sigma*. Buenos Aires: Macchi.
- Ruiz, E. A. (2005). *Seis Sigma, Filosofía de Gestión de la Calidad: Estudio Teórico y su Posible Aplicación en el Perú*. (Tesis para optar al Título de Ingeniero Industrial y Sistemas), Universidad de Piura, Piura, Perú.
- Uceda, C. U. (2014). *impacto de la mejora del proceso de mantenimiento de Neumaticos de equipos livianos*.
- Womack, J. & Jones, D.,. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon & Schuster.

ANEXOS:

**Anexo 1. Pruebas de resistencia de postes de la empresa Postes del Norte S.A.
Cajamarca**



JOSE LEZAMA LEIVA
INGENIERO CIVIL
CONSULTOR DE OBRAS DE INGENIERIA
REG. C.I.P. Nº 14061 - RUC 10266787711
REGISTRO NACIONAL DE CONSULTORES Nº CO 112

Jr. Huánuco Nº 442
Telf. 385296 - Cel. 978625363 - 978886525
PPC Claro 993551722 - 993551713
Cajamarca

ESTUDIOS GEOTECNICOS, LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS

CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESION UNIAXIAL

MATERIAL : CONCRETO SIMPLE
NORMA TECNICA : A.S.T.M. C 39M - 14a
OBRA :

UBICACIÓN :
SOLICITANTE :

ENSAYO N°	Fecha Fabricación	Fecha de Ensayo	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura kN	Carga Rotura Kg	f _c kg/cm ²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm ²	% obtenido
1	12/11/14	03/12/14	21	8/300/15	628.68	64108		15.10	357.99	
2	14/11/14	03/12/14	19	8/300	893.45	91107		15.10	508.75	
3	14/11/14	03/12/14	19	12/400	877.54	89485		15.10	499.69	
4	15/11/14	03/12/14	18	8/300	718.10	73226		15.20	403.54	
5	15/11/14	03/12/14	18	12/400	725.76	74007		15.10	413.27	
6	17/11/14	03/12/14	16	8/300	758.55	77351		15.20	426.27	

OBSERVACIONES :

Cajamarca, 03 de Diciembre del 2014

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2. Encuesta realizada a trabajadores

ENCUESTA N°01

Nombre y Apellidos:

Fecha: 26/09/2014

1) ¿CUAL DE ESTAS NORMAS TÉCNICAS SE RELACIONAN CON LOS POSTES Y MENSULAS DE CONCRETO?

a) Norma ITINTEC 339.027

b) Norma ITINTEC 251.022

c) Norma ITINTEC 251.024

2) ¿CUAL ES LA CANTIDAD DE CEMENTO MINIMA POR POSTE SEGÚN NORMA?

a) 200 kg /m³

b) 250 kg/m³

c) 400 kg/m³

3) ¿CUAL ES LA RESISTENCIA MINIMA DE ROTURA EN UN POSTE?

a) 120 kg/cm³

b) 120 kg/cm³

c) 245 kg/cm³

4) ¿EN QUE AÑO FUE APROBADA LA NORMA?

a) 1990

b) 2000

c) 1978

5) MARCA LA ALTERNATIVA CORRECTA SEGÚN LA RELACION ENTRE LONGITUD Y CARGA DE TRABAJO:

a) 8 es 100-200-300

b) 8 es a 150-200-400

c) 8 es a 140-230-400








Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3 Tabla de madera planteada



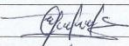
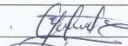
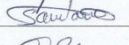
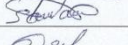
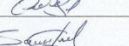
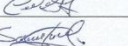
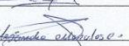
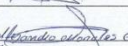
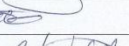
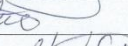
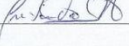


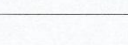
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4. Verificación de capacitación

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD						
TEMAS:				Entrenamiento: Capacitación		
<ul style="list-style-type: none"> SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD. NORMAS TÉCNICAS. 				Fecha: 10/06/2015	Hora: 11:30 AM.	
				Lugar:		
				Instructores:		
N°	Nombres y Apellido	DNI	Proceso	Firma	Recibió Material	Observaciones
	Florencia Alfaro Chavez	43770648			✓	
	Joel Sangay Arroy	43249993			✓	
	Julia Morales Sangay	71822873			✓	
	Altagracia Villacorta Castro	8621428			✓	
	ANTONIO LOPEZ H.	40089505			✓	manibian.
	Edelmur Sangay P.	40009701			✓	
	Remirez Campo Jose M.	73362930			✓	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5. Registro de asistencia

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD				
TEMAS:			Entrenamiento: Capacitación	
<ul style="list-style-type: none"> SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD. NORMAS TÉCNICAS. 			Fecha:	Hora:
			10/06/2015	11:30 A.m.
Lugar:				
Instructores:				
N°	Nombres y Apellido	DNI	Firma de Entrada	Firma de Salida
	Ylencio Alvaro Chavez	43770648		
	Edwin Sangay Sangay	40009701		
	Ramirez Rampa José M.	83362930		
	Joel Sangay Pimey	43249993		
	Alexandra Escobedo Cotaiza	86781488		
	Julio Morales Sangay	71812873		
	ANTONIO VALDEZ HORMAN	40089505		

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 6. Lubricación de rodamientos.



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7. Material entregado en capacitación

NORMA TÉCNICA	NTP 339.027
PERUANA	2002

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

HORMIGÓN (CONCRETO). Postes de hormigón
(concreto) armado para líneas aéreas

CONCRETE. Reinforcement concrete poles for air wires

2002-03-07
2ª Edición

ÍNDICE

		página
	ÍNDICE	i
	PREFACIO	ii
1.	OBJETO	1
2.	REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3.	DEFINICIONES	3
4.	FABRICACIÓN	4
5.	REQUISITOS	7
6.	EXTRACCIÓN DE MUESTRAS Y RECEPCIÓN	10
7.	MÉTODOS DE ENSAYO	11
8.	PROCEDIMIENTOS	12
9.	ROTULADO	13
10.	ANTECEDENTES	14
	ANEXO A	15

PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Agregados, Hormigón (Concreto), Hormigón Armado y Hormigón Pretensado, mediante el sistema 2 u Ordinario, durante los meses de abril a noviembre del 2000, utilizó como antecedente a la IRAM 1603:1981 y la ASTM C 395-80 (R1990), según se muestra en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Agregados, Hormigón (Concreto), Hormigón Armado y Hormigón Pretensado presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales –CRT, con fecha 2000-12-28, el PNTP 339.027:2000, para su revisión y aprobación; siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2001-04-10. Habiéndose presentado observaciones las cuales fueron revisadas por el Comité Técnico de Normalización en coordinación con la Comisión, fue oficializado como Norma Técnica Peruana **NTP 339.027:2002 HORMIGÓN (CONCRETO). Postes de hormigón (concreto) armado para líneas aéreas**, 2ª Edición, el 23 de marzo del 2002.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 339.027:1981. La presente Norma Técnica Peruana ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO
Presidente	Carlos Pérez Bardález
Secretaría	Vanna Guffanti Parra
ENTIDAD	REPRESENTANTE
UNICON	ENRIQUE PASQUEL IRMA VARGAS
SIDERPERÚ S.A.A.	ARMANDO KUYENG

	MANUEL ESPINOZA
DURACRETO S.A	FRANCISCO GÓMEZ DE LA TORRE
ACEROS AREQUIPA S.A.	VICTOR GRANADOS
ETERNIT	MAURO QUEZADA DIEGO FERNANDEZ
QUÍMICA SUIZA S.A.	MILAN PEJNOVIC
CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.	ROSAURA VÁSQUEZ
COSAPI	JAVIER ARRANZ
MTCVC	JOSÉ DOMINGUEZ CÉSAR MANRIQUE
INFES	PEDRO MORALES
INADE	AUGUSTO PEHOVAZ
INVERMET	GUILLERMO VIVANCO
ASOCEM	MANUEL GONZALES DE LA COTERA
ARPL TECNOLOGÍA INDUSTRIAL. S.A	WILFREDO QUINTANA
COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ- CAPÍTULO DE CIVILES	ANA BIONDI CARLOS TAPIA
Universidad Nacional de Ingeniería	ANA TORRE RAFAEL CACHAY
URP	GONZALO LUQUE
SENCICO	CARLOS PÉREZ VANNA GUFFANTI

NORMA TÉCNICA PERUANA		NTP 339.027 2 de 15
2.1.5	NTP 341.030:1970	HORMIGÓN (CONCRETO). Barras de acero al carbón, lisas, de sección circular para hormigón armado
2.1.6	NTP 341.031:1991	HORMIGÓN (CONCRETO). Barras de acero con resaltes para hormigón armado
2.1.7	NTP 350.002:1977	Malla de alambre de acero soldado para hormigón armado
2.1.8	NTP 339.088:1982	HORMIGON (CONCRETO). Agua para morteros y hormigones de cementos Portland. Requisitos
2.1.9	NTP 334.088:1999	CEMENTOS. Aditivos químicos en pastas, morteros y hormigón (concreto). Especificaciones
2.1.10	NTP 334.089:1999	CEMENTOS. Aditivos incorporadores de aire en pastas, morteros y hormigón (concreto)
2.1.11	NTP 339.034:1999	HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto
2.1.12	NTP 339.039:1978	TUBOS DE HORMIGON (CONCRETO) ARMADO DE SECCION CIRCULAR PARA LA CONDUCCION DE LIQUIDOS SIN PRESION. Muestreo e inspección
2.1.13	NTP 400.037:2000	AGREGADOS. Especificaciones estándar para agregados en hormigón (concreto)

2.2 Norma Técnica de Asociación

ANSI/AWS D1.4 Structural Welding Code Reinforcing Steel

3. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:

3.1 **designación:** Es la manera elegida para caracterizar al poste, de acuerdo a sus medidas, coeficiente de seguridad y a su carga de trabajo.

3.2 **carga de trabajo:** Es la carga máxima, aplicada a 15 cm por debajo de la cima y en la o las direcciones especificadas por el fabricante, para la cual el poste ha sido diseñado.

3.3 **carga de rotura nominal:** Es la carga de rotura indicada por el fabricante.

3.4 **carga de rotura:** Es la carga que, aplicada a 15 cm por debajo de la cima y en la o las direcciones especificadas por el fabricante, produce la falla del poste.

3.5 **coeficiente de seguridad:** Es la relación entre la carga de rotura nominal y la carga de trabajo.

3.6 **flecha:** Es el desplazamiento, que experimenta la cima por acción de una carga, medido perpendicularmente al eje del poste en su posición inicial.

3.7 **falla:** Es la incapacidad de admitir más carga y se presenta cuando el poste es sometido al ensayo respectivo o estando en trabajo (servicio) bajo la acción de la carga aplicada, experimentando una deformación permanente en las barras de la armadura, acompañado de agrietamientos en la zona traccionada y de desprendimientos del hormigón (concreto) en la zona comprimida.

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 339.027
4 de 15

3.8 **deformación permanente:** Es la flecha remanente registrada después que ha dejado de actuar una carga sobre el poste.

3.9 **sección de empotramiento:** Es la sección del poste que se halla en el nivel de empotramiento, cuando el poste está colocado en su posición de trabajo y donde se produce el máximo momento flector.

3.10 **longitud de empotramiento:** Es la distancia entre la sección de empotramiento y el extremo inferior del poste, medida a lo largo de su eje.

3.11 **longitud útil:** Es la distancia entre el extremo superior o cima y la sección de empotramiento del poste, medida a lo largo de su eje.

3.12 **longitud total:** Es la distancia entre el extremo inferior y el extremo superior o cima del poste, medida a lo largo de su eje.

4. FABRICACIÓN

4.1 Los postes podrán ser fabricados por cualquier sistema que garantice un producto que cumpla con los requisitos establecidos en la presente NTP.

4.2 Materiales

4.2.1 El acero y el cemento utilizados en la manufactura de los postes deberán cumplir con lo establecido en la NTP 334.009, NTP 334.082, NTP 334.090, NTP 341.029, NTP 341.030, NTP 341.031, NTP 350.002. Se podrá utilizar acero de características mecánicas superiores.

4.2.2 El agregado grueso deberá cumplir con la NTP 400.037 y estará constituido preferentemente por piedra triturada o chancada; en los lugares donde no se produzca este material, será aceptado el uso de piedra de cantera. El tamaño máximo aceptable deberá ser igual a las 3/4 partes de la separación mínima entre las barras de la armadura principal ó 1/5 de la menor sección del poste, pero siempre menor de 15 mm.

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 339.027
5 de 15

4.2.3 El agregado fino deberá cumplir con la NTP 400.037 y estará constituido únicamente por arena con un tamaño de 4,76 mm y mínimo de 74 μ m.

4.2.4 El agua deberá cumplir con la NTP 339.088. Será lo suficientemente limpia y libre de álcalis, materia orgánica, ácidos y todo lo que pueda ser dañino al hormigón (concreto) y al acero. No contendrá concentraciones mayores de 500 ppm. de ion cloro, ni de 1 000 ppm de ion sulfato.

4.2.5 Los aditivos deberán cumplir con la NTP 334.088 y con la NTP 334.089. Podrá aceptarse la utilización de incorporadores de aire o de cualquier aditivo que permita mejorar la durabilidad u otras propiedades del hormigón (concreto).

4.3 Dosificaciones: La relación agua - material cementoso, en peso, no deberá en ningún caso ser mayor de 0,45 por razones de durabilidad y peligro de corrosión.

4.4 Curado: Podrán utilizarse métodos de curado tales como curado acelerado por vapor o calor radiante en cámara húmeda, aplicación de membrana de curado, curado con agua y otros.

Las probetas cilíndricas de control de la resistencia del hormigón (concreto), se someterán al mismo procedimiento de curado utilizado para los postes.

4.5 Resistencia del hormigón (concreto): La resistencia mínima a la compresión del hormigón (concreto) a los 28 días, será de 28 MPa, referida a probetas normalizadas, elaboradas con el mismo hormigón (concreto) con el que se está fabricando los postes y se determinará como el promedio de dos probetas por cada 8 m³ de hormigón (concreto), de acuerdo con la NTP 339.034 y NTP 339.039. En caso de que no se cumpla lo anterior, podrá determinarse la resistencia del hormigón (concreto) mediante la extracción de testigos diamantinos del poste, utilizando el método descrito en la NTP 339.059.

4.5.1 El promedio del nivel de resistencia obtenido por cada día de producción, deberá alcanzar la resistencia especificada; ninguna probeta individual deberá estar por debajo del 80 % de dicha resistencia.

4.5.2 Si no se cumple lo especificado en el apartado 4.5.1, como una alternativa se podrá extraer testigos diamantinos de los postes, en número determinado de acuerdo al apartado 4.5. En este caso la resistencia promedio deberá alcanzar 24 MPa y ningún testigo individual estará por debajo de 21 MPa. Si este método alternativo falla, de cada poste o grupo de postes se extraerán testigos diamantinos para su aceptación individual.

4.6 Armadura

4.6.1 El acero empleado en la armadura estará libre de escamas provenientes de oxidación avanzada y de manchas de grasa, de aceite u otras adherencias extrañas.

4.6.2 En lo posible, la armadura principal, será continua en toda su longitud y de no ser así sólo se permitirá un empalme por soldadura por varilla de 9 m. En el caso de postes mayores de 9 m se permitirán empalmes soldados superpuestos, dispuestos en forma alternada y las secciones del poste con empalmes estarán separadas por 0,35 m como mínimo; no permitiéndose más de un empalme por sección en cada 5 varillas.

4.6.3 En el caso de postes de 9 m o menores, las varillas serán continuas y sólo se permitirán empalmes por soldadura.

4.6.4 En los empalmes por soldadura, la resistencia a la tracción de la soldadura no será menor a la correspondiente resistencia de la varilla.

NOTA 1: Los empalmes por soldadura deberán cumplir con lo especificado en la norma ANSI/AWS D1.4

4.6.5 Toda la armadura se colocará en su posición correcta y se tomarán medidas para asegurar que no se desplace durante el moldeo del poste.

4.6.6 Las varillas longitudinales y transversales, estarán unidas entre sí por puntos de soldadura o bien mediante ataduras de alambre, de forma que aparezca como un solo conductor eléctrico. Esta condición será verificada por el comprador o su representante, durante el proceso de fabricación.

4.6.7 El recubrimiento mínimo de la armadura será de 15 mm para los postes de 120 mm de diámetro en la cima; 20 mm para los postes de 150 mm de diámetro en la cima; y, 25 mm para los de mayor diámetro en la cima.

5. REQUISITOS

5.1 **Acabado:** Los postes presentarán un acabado uniforme, las aristas, en caso de haberlas, serán vivas y mostrarán una apariencia neta y definida; la presencia de fisuras de anchos menores a 0,3 mm no serán tomadas en cuenta para la apreciación del acabado.

5.2 **Longitud total:** La longitud total de los postes variará en intervalos sucesivos de 1 m.

5.3 **Coefficiente de seguridad:** El coeficiente de seguridad será como mínimo 2.

5.4 **Carga de rotura nominal:** La carga de rotura nominal variará como se detalla a continuación:

5.4.1 A partir de 200 daN hasta 400 daN , con intervalos de 100 daN.

5.4.2 A partir de 400 daN hasta 1200 daN, con intervalos de 200 daN.

5.4.3 Sobre los 1200 daN, con intervalos progresivos de 300 daN .

5.5 **Carga de rotura nominal para transporte y manipuleo:** Los postes deberán tener las cargas de roturas nominales mínimas establecidas en la Tabla 1.

TABLA 1 – Carga de rotura nominal mínima

Longitud total (m)	Carga de rotura nominal mínima (daN)
Hasta 8	200
9 y 10	300
11 y 12	400
13	600
14 y 15	800
16	1000
17 a 20	1400

5.6 Tolerancias

5.6.1 **Longitud total:** Para la longitud total se admitirá una tolerancia de $\pm 0,5 \%$.

5.6.2 **Diámetro:** Para las dimensiones del diámetro se admitirá una tolerancia de $\pm 0,5 \%$ con un máximo de + 20 mm y de - 5 mm .

En los casos de postes de sección transversal poligonal, el diámetro será referido a aquel del círculo inscrito.

5.6.3 **Desviación del eje:** Para la desviación del eje se permitirá como máximo 1 mm por cada metro de longitud total del poste.

5.7 Ensayo de carga de trabajo y rotura

5.7.1 **Carga de trabajo:** El poste ensayado según el apartado 8.2 no presentará desprendimiento del hormigón (concreto) en la zona de compresión, ni fisuras no cerradas en la zona de tracción. Además la deformación permanente con la carga de trabajo no deberá exceder al 5 % de la flecha máxima alcanzada durante el ensayo, esta flecha no deberá ser mayor al 6 % de la longitud útil del poste para el caso de postes con factor de seguridad igual a 2.

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 339.027
9 de 15

En el caso que el factor de seguridad sea igual a 3, la deformación permanente no deberá exceder al 5 % de la flecha máxima alcanzada durante el ensayo, esta flecha no deberá ser mayor al 4 % de la longitud útil del poste.

5.7.2 Carga de rotura: La carga aplicada en las condiciones del ensayo de rotura según el apartado 8.2, para cualquier poste será igual o mayor que el valor respectivo de su carga de rotura nominal.

5.8 Designación: Para designar al poste se mencionará, en este orden sucesivo, las siguientes características:

- 5.8.1 La longitud total en metros.
- 5.8.2 La carga de trabajo en daN .
- 5.8.3 El coeficiente de seguridad.
- 5.8.4 Los diámetros de la cima y de la base, en milímetros.

Ejemplo:

Un poste se designará:

9 / 400 / 2 / 120 / 255

Indicando:

Longitud total: 9 m
carga de trabajo: 400 daN
coeficiente de seguridad: 2
diámetro de la cima: 120 mm
diámetro de la base: 255 mm

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 339.027
10 de 15

6. EXTRACCIÓN DE MUESTRAS Y RECEPCIÓN

6.1 Local: Todos los ensayos podrán ser efectuados en la planta de fabricación, salvo indicación contraria y, se deberá suministrar al comprador todos los medios que le permitan verificar que el producto cumple con la presente NTP.

6.2 Muestreo

6.2.1 Las muestras se extraerán al azar de acuerdo a lo indicado en la Tabla 2.

6.2.2 Mediante previo acuerdo entre los interesados se podrá utilizar otros planes de muestreo.

TABLA 2 – Plan de muestreo y aceptación

Tamaño del lote (Postes)	Nº de postes a extraer	Nº de postes defectuosos tolerados en la muestra
1 – 11	0	0
12 – 40	2	0
41 – 60	3	0
61 – 80	4	1
81 – 100	5	1
101 – 150	6	1
151 – 200	7	1
201 – 250	8	2
251 – 300	9	2
301 – 350	10	2
351 – 400	11	2
401 – 450	12	3
451 – 500	13	3
501 – 600	14	3
601 – 700	15	3
701 – 800	16	4
801 – 900	17	4
901 – 1000	18	4

6.3 Aceptación o rechazo

6.3.1 Se considerará que el lote cumple con la presente NTP cuando el número de postes defectuosos no supera el valor indicado en la Tabla 2.

6.3.2 Si no cumple con cualquiera de los ensayos especificados en esta norma, se deberá efectuar un nuevo ensayo sobre dos muestras adicionales tomadas del mismo lote. Si este último ensayo es satisfactorio, se aceptará el lote; en caso contrario será rechazado.

7. MÉTODOS DE ENSAYO

7.1 Las muestras obtenidas de acuerdo al apartado 6.2, se someterán a las determinaciones y ensayos, en el orden siguiente:

7.1.1 **Inspección visual:** Comprende la verificación del estado general de los postes y la uniformidad del acabado superficial.

7.1.2 **Verificación de dimensiones:** Incluye la determinación de la longitud total y la determinación de los diámetros de cada sección.

7.1.3 **Ensayo de carga de trabajo:** Este ensayo se realizará sobre todos los postes que hayan cumplido con las condiciones establecidas en los apartados 7.1.1 y 7.1.2 (Véase apartado 6.3.2).

7.1.4 **Ensayo de carga de rotura:** Este ensayo se realizará sobre la mitad de los postes (con un mínimo de 2) que hayan cumplido satisfactoriamente con el ensayo de carga de trabajo (Véase apartado 7.1.3).

8. PROCEDIMIENTOS

8.1 Verificación de dimensiones

8.1.1 Longitud total: La longitud total se medirá entre los centros geométricos de las secciones extremas del poste, debiéndose registrar la medida con aproximación al cm.

8.1.2 Sección: La verificación de los diámetros de las secciones se realizarán en ambos extremos del poste o en otras secciones expresamente establecidas por convenio previo, debiéndose registrar la medida con aproximación al mm.

8.2 Ensayo de carga de trabajo y de rotura

8.2.1 Condiciones generales: Para ambos ensayos se deberá tener en cuenta las siguientes condiciones:

8.2.1.1 Edad del poste: Los postes elaborados con hormigón (concreto) de cemento Portland se deberán ensayar a los 28 días de edad como mínimo.

Cuando se empleen hormigones (concretos) con aditivos se establecerá por convenio previo, la edad para el ensayo.

8.2.1.2 Empotramiento: El empotramiento del poste para el ensayo deberá ser como mínimo el 10 % de su longitud total más 50 cm.

8.2.1.3 Carga: La aplicación de la carga se efectuará a 15 cm por debajo de la cima o extremo superior.

8.2.1.4 Disposición del poste: El poste se colocará en posición horizontal y se fijará rigidamente en toda su sección de empotramiento, tomando las precauciones necesarias para anular los efectos del peso propio. Por convenio previo se realizará el ensayo en posición vertical, en cuyo caso se tomarán las precauciones necesarias para anular los efectos del viento.

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 339.027 14 de 15
--------------------------	-------------------------

10. ANTECEDENTES

- | | | |
|------|-----------------------|---|
| 10.1 | NTP 339.027:1981 | HORMIGÓN (CONCRETO). Postes de concreto armado para líneas aéreas |
| 10.2 | IRAM 1603:1981 | ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN. Postes de hormigón armado para soporte de instalaciones aéreas |
| 10.3 | ASTM C 395-80 (R1990) | Standard Specification for General Requirements for Prestressed Concrete Poles Statically Cast |

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 339.027
15 de 15

ANEXO A (INFORMATIVO)

1.1 En los postes de alta tensión se recomienda colocar un dispositivo a tierra, para las piezas metálicas de los soportes.

1.2 Se recomienda que los diámetros en la cima o vértice de los postes en función de las cargas de trabajo sean los siguientes:

TABLA 3 - Diámetros en la cima

Cargas de trabajo (daN)	Diámetros en la cima (mm)
100	120
200	120
300	150
400	180
500	210
600	210
800	240
1000	270
1200	270
1500	300
2000	330
2500	360

Fuente: Ministerio de Energía Y Minas.

Anexo 8. Balance general de la empresa Postes del Norte S.A.-Cajamarca



POSTES DEL NORTE S.A.

RUC: 20440424792

ESTADO DE SITUACION FINANCIERA AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2014

Expresado en Nuevos Soles

CTA	ACTIVO	Nota	DICIEMBRE 2014	CTA	PASIVO Y PATRIMONIO NETO	Nota	DICIEMBRE 2014	
ACTIVO CORRIENTE				PASIVO CORRIENTE				
10	Efectivo y Equivalentes de Efectivo	4	879,741	40	Tributos por Pagar	17	287,857	
12	Cuentas Por Cobrar Comerciales	5	1,900,791	41	Remuneraciones y Participac. Por Pagar	18	223,510	
19	Estimación Ctas. Cobranza Dudosa	6	-434,705	42	Cuentas por Pagar Comerciales	19	897,736	
16	Cuentas por Cobrar Diversas Terceros	8	198,073	46	Cuentas por Pagar Diversas Terceros	20	30,948	
18	Servicios y Otros Contratados x Anticipado	9	8,769	Total Pasivo Corriente			1,440,051	
21	Productos Terminados	10	1,817,481	PASIVO NO CORRIENTE				
23	Productos en Proceso	11	36,623	40	Tributos por Pagar	17	35,648	
24	Materias Primas	12	512,258	46	Cuentas por Pagar Diversas Terceros	20	36,268	
25	Materiales Auxiliares - Suministros	13	2,945	48	Provisiones		438,286	
28	Existencias Por Recibir	14	431,606	Total Pasivo No Corriente			510,202	
37	Activo Corriente Diferido	15	24,323	TOTAL PASIVO				1,950,253
Total Activo Corriente			5,377,904	PATRIMONIO NETO				
ACTIVO NO CORRIENTE				50	Capital	21	2,949,763	
33	Inmuebles, Maquinaria y Equipo (Neto)	16	2,895,051	52	Capital Adicional		0	
34	Intangibles	16	18,694	59	Resultados Acumulados	21	2,688,337	
37	Activo No Corriente Diferido	15	11,945	89	Resultado del Ejercicio	21	715,240	
Total Activo No Corriente			2,925,690	TOTAL PATRIMONIO NETO			6,353,340	
TOTAL ACTIVO S/.			8,303,593	TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO NETO S/.			8,303,593	


C.P.C. Abel E. Najarrete Saldaña
Matricula 02- 3135

Fuente: Postes del Norte S.A.

Anexo 9. Estado de resultado de la empresa Postes del Norte S.A.- Cajamarca

Postes del NORTE

Postes del Norte SA
RUC: 20440424792

ESTADO DE RESULTADOS AL 31 DE DICIEMBRE DE 2014		(en Nuevos Soles)	
Cta		S/.	%
70	Ventas Totales	10,453,304	100.0
70211	Productos Manufacturados - Terceros	10,503,973	
70321	Deshechos y Desperdicios - Terceros	0	
7041	Prestación de Servicios - Terceros	42	
70931	Devoluc. Prod. Manufact. Terceros	<u>-50,711</u>	
69	(-) Costo de Ventas	-7,109,594	-68.0
69211	Productos Manufacturados - Terceros	7,109,594	-68.0
	UTILIDAD BRUTA	3,343,710	32.0
	Gastos de Operación		
62	Participación de los Trabajadores 10%	208,484	-2.0
94	Gastos de Administración	1,310,874	-12.5
95	Gastos de Ventas	519,749	-5.0
	Total Gastos de Operación	-2,039,107	-19.5
	UTILIDAD (PERDIDA) DE OPERACION	1,304,604	12.5
96	Gastos Financieros	-163,137	-1.6
	Pérdida Por medición de Activos		
75	Otros Ingresos de Gestión	58,669	0.6
76	Ganancia Por medición de Activo		
77	Ingresos Financieros	78,011	0.7
	UTILIDAD (PERDIDA) ANTES DEL IMPUESTO	1,278,146	12.2
88	Impuesto a la Renta (ver Anexo Nº 6)		5.4
	* Impuesto a la Renta	562,906	
	- Dedución parte diferida	<u>562,906</u>	
59	UTILIDAD (PERDIDA) DEL EJERCICIO	S/.	715,240
			6.8

Fuente: Postes del Norte

Anexo 10. Criterios para estimar la posibilidad de detección de los modos de falla

Oportunidad de detección	Criterio: posibilidad de detección por los controles del proceso	Puntuación	Posibilidad de detección
Ninguna oportunidad de detección	Actualmente no hay controles del proceso, no se puede detectar o no es analizado.	10	Casi imposible
No es probable detectar en cualquier etapa	El modo de falla y/o la causa(error) no son fácilmente detectados (por ejemplo, auditorías aleatorias).	9	Muy remota
Detección del problema después del procesamiento	El modo de falla se detecta en la estación de trabajo por el operador a través de los sentidos de la vista, olfato u oído.	8	Remota
Detección del problema en la fuente	El modo de falla se detecta en la estación de trabajo por el operador a través de los sentidos de la vista, olfato u oído, o bien después de la producción a través del uso de instrumentos que miden atributos (pasa/no pasa, verificación manual del torque, llaves graduadas, etc.)	7	Muy Baja
Detección del problema después del procesamiento	El modo de falla se detecta por el operador después del proceso a través de equipos de mediciones continuas, o en la estación de trabajo por el operador a través del uso de instrumentos que miden atributos (pasa/no pasa, verificación manual del torque, llaves graduadas, etc.)	6	Baja
Detección del problema en la fuente	El modo de falla o la causa del error se detectan en la estación de trabajo por el operador mediante equipos de mediciones continuas, o mediante controles automáticos en la estación de trabajo que identifican las partes discrepantes y notifican al operador (luz, sonidos, etc.). Se realizan mediciones al arranque y la primer pieza se verifica (sólo para causas relacionadas con el arranque).	5	Moderada
Detección del problema después del procesamiento	El modo de falla se detecta después del proceso mediante controles automáticos que identifican las partes discrepantes y bloquean la parte para prevenir el que no se procese posteriormente.	4	Moderadamente alta
Detección del problema en la fuente	El modo de falla se detecta en la estación de trabajo por controles automáticos que identifican las partes discrepantes y bloquean la parte en la estación para prevenir el que no se procese posteriormente.	3	Alta
Detección del error y/o prevención del problema	Se detecta la causa(error) de la falla en la estación de trabajo por controles automáticos que detectarán errores y previenen que se hagan partes discrepantes.	2	Muy Alta
No se aplica detección, se previene el error	Se previene la causa(error) de la falla como resultado del diseño del accesorio, la máquina o la parte. No se pueden hacer partes discrepantes porque se tiene un diseño de producto/proceso a prueba de errores.	1	Casi segura

Fuente: Pulido, De la Vara

Anexo 11. Criterios para estimar la posibilidad de detección de fallo

Oportunidad de detección	Criterio: posibilidad de detección por los controles del proceso	Puntuación	Posibilidad de detección
Ninguna oportunidad de detección	Actualmente no hay controles del proceso, no se puede detectar o no es analizado.	10	Casi imposible
No es probable detectar en cualquier etapa	El modo de falla y/o la causa(error) no son fácilmente detectados (por ejemplo, auditorías aleatorias).	9	Muy remota
Detección del problema después del procesamiento	El modo de falla se detecta en la estación de trabajo por el operador a través de los sentidos de la vista, olfato u oído.	8	Remota
Detección del problema en la fuente	El modo de falla se detecta en la estación de trabajo por el operador a través de los sentidos de la vista, olfato u oído, o bien después de la producción a través del uso de instrumentos que miden atributos (pasa/no pasa, verificación manual del torque, llaves graduadas, etc.)	7	Muy Baja
Detección del problema después del procesamiento	El modo de falla se detecta por el operador después del proceso a través de equipos de mediciones continuas, o en la estación de trabajo por el operador a través del uso de instrumentos que miden atributos (pasa/no pasa, verificación manual del torque, llaves graduadas, etc.)	6	Baja
Detección del problema en la fuente	El modo de falla o la causa del error se detectan en la estación de trabajo por el operador mediante equipos de mediciones continuas, o mediante controles automáticos en la estación de trabajo que identifican las partes discrepantes y notifican al operador (luz, sonidos, etc.). Se realizan mediciones al arranque y la primer pieza se verifica (solo para cosas relacionadas con el arranque).	5	Moderada
Detección del problema después del procesamiento	El modo de falla se detecta después del proceso mediante controles automáticos que identifican las partes discrepantes y bloquean la parte para prevenir el que no se procese posteriormente.	4	Moderadamente alta
Detección del problema en la fuente	El modo de falla se detecta en la estación de trabajo por controles automáticos que identifican las partes discrepantes y bloquean la parte en la estación para prevenir el que no se procese posteriormente.	3	Alta
Detección del error y/o prevención del problema	Se detecta la causa(error) de la falla en la estación de trabajo por controles automáticos que descartarán errores y previenen que se hagan partes discrepantes.	2	Muy Alta
No se aplica detección, se previene el error	Se previene la causa(error) de la falla como resultado del diseño del accesorio, la máquina o la parte. No se pueden hacer partes discrepantes porque se tiene un diseño de producto/proceso a prueba de errores.	1	Casi segura

Fuente: Pulido, De la Vara

