



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**

**Laureate International Universities**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD PARA REDUCIR LAS SALIDAS NO CONFORMES EN LA EMPRESA POSTES DEL NORTE S.A.**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

**Bach. Angélica Pilco Corimaya**

**ASESOR:**

**Ing. Rafael Luis Alberto Castillo Cabrera**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2018**

## DEDICATORIA

*A mi esposo y a mi hija que son el motor y  
motivo de todos mis días.*

## EPÍGRAFE

*“Somos lo que hacemos día a día, de modo que  
la excelencia no es un acto sino un hábito”.*

***Aristóteles***

## AGRADECIMIENTO

*A mi familia por acompañarme en este proceso y ser mi eje principal, en especial a mi pequeña Sofía.*

*A mis padres por inculcarme sólidos valores y motivarme cada día a superarme a mí misma.*

*A la empresa Postes del Norte S.A. por permitirme desarrollar la presente tesis, en especial al Sr. Felipe Pérez Díaz.*

## LISTA DE ABREVIACIONES

**PNSA** : Postes del Norte S.A.

**M.P.** : Materia Prima

**P.T.** : Producto Terminado

**KPIs** : Indicadores clave del rendimiento (Key Performance Indicators)

**SNC** : Salida No Conforme

**N/R** : No Registra

**VAN** : Valor Actual Neto

**TIR** : Tasa Interna de Retorno

**B/C** : Beneficio / Costo

## PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

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

**“PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD PARA REDUCIR LAS SALIDAS NO CONFORMES EN LA EMPRESA POSTES DEL NORTE S.A.”**

El presente proyecto ha sido desarrollado durante los meses de mayo a julio del año 2018, y espero que el contenido de este estudio sirva de referencia para otras Proyectos o Investigaciones.

---

Bach. Pilco Corimaya, Angélica

## LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS

Asesor: \_\_\_\_\_  
Ing. Rafael Luis Alberto Castillo Cabrera

Jurado 1: \_\_\_\_\_  
Ing. Enrique Martín Avendaño Delgado

Jurado 2: \_\_\_\_\_  
Ing. Oscar Alberto Goicochea Ramírez

Jurado 3: \_\_\_\_\_  
Ing. Miguel Ángel Rodríguez Alza

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo general el diseño de una propuesta de mejora en el área de control de calidad para reducir las salidas no conformes de la empresa POSTES DEL NORTE S.A.

Por ello se hizo un análisis de la realidad problemática de la empresa donde se pudo identificar los principales problemas, escogiendo el proceso de control de calidad para el desarrollo de esta tesis ya que se vio una oportunidad de mejorar el proceso y reducir el número de salidas no conformes que hasta ahora se tienen reportadas y mucho más las no logran reportarse que son un número más amplio y no se tiene control sobre ellas.

Se aplicaron herramientas de ingeniería tal como diagrama de ishikagua, diagrama de Pareto y gráficos estadísticos para evaluar las causas raíces del problema y hacer frente a las más representativas.

Luego se aplicó Bussines Process Managment (BPM) para la definición de indicadores en los procesos productivos, los que serán medidos por el proceso control de calidad, también se utilizó Buenas Prácticas de Manufactura, estudio de tiempos, definición del MOF de puestos operativos y programación de mantenimiento preventivo para los equipos de calidad.

Los resultados obtenidos son favorables al proyecto teniendo así los siguientes resultados:

- VAN : S/ 14'722.37
- TIR : 25.28%
- PRI : 4 meses
- B/C : 3.64

Por lo tanto, tenemos que el impacto de la propuesta de mejora es positivo ya que los indicadores económicos son favorables para la empresa Postes del Norte S.A.



## ABSTRACT

The general objective of this work was to design a proposal for improvement in the area of quality control to reduce the nonconforming departures of the company POSTES DEL NORTE S.A.

Therefore, an analysis was made of the problematic reality of the company where the main problems could be identified, choosing the process of quality control for the development of this test that was seen with an opportunity to improve the process and reduce the number of exits there are no reports that they know they have a larger number and they do not have control over them.

Engineering tools such as ishikagua diagram, Pareto diagram and statistical graphs were applied to evaluate the causes of the problem and deal with the representative ones more.

Then Business Process Management (BPM) was applied for the definition of indicators in the productive processes, which were made by the process of quality control, Good Manufacturing Practices, time study, definition of the MOF of jobs were also used and preventive maintenance programming for quality equipment.

The results obtained are favorable to the project.

- VAN : S/ 14'722.37
- TIR : 25.28%
- PRI : 4 months
- B/C : 3.64

Therefore, we have the impact of the positive improvement proposal that the economic indicators are favorable for the company Postes del Norte S.A.

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iv
LISTA DE ABREVIACIONES .....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
INDICE DE FIGURAS .....	ii
INDICE DE TABLAS.....	iii
INTRODUCCIÓN .....	v
CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Realidad problemática.....	2
1.2 Formulación del problema .....	5
1.3 Hipótesis.....	5
1.4 Objetivos.....	5
1.5 Justificación .....	6
1.6 Tipo de Investigación.....	6
1.7 Diseño de la investigación.....	7
1.8 Variables.....	7
1.9 Operacionalización de Variables .....	8
CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL .....	9
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	10
2.2 Base Teórica .....	13
2.3 Definición de Términos.....	18
CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL .....	19
3.1 Descripción general de la empresa .....	20
3.2 Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis.....	26
3.3 Identificación del problema e indicadores actuales .....	30
CAPÍTULO 4: SOLUCIÓN PROPUESTA.....	43
4.1 Gestión de Procesos (BPM= Business Process Management) .....	44
4.2 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).....	47
4.3 Plan de Capacitación.....	51
4.4 Estudio de Tiempos.....	54

---

4.5	MOF de Operaciones .....	62
4.6	Plan de Mantenimiento Preventivo para equipos de Calidad .....	70
CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA .....		76
5.1	Costo de la Propuesta.....	77
5.2	Beneficio de la propuesta.....	77
5.3	VAN, TIR, PRI .....	79
5.4	Análisis Costo-Beneficio .....	80
CAPÍTULO 6: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		81
6.1.	Resultados.....	82
6.2.	Discusión.....	83
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		84
7.1.	Conclusiones .....	85
7.2.	Recomendaciones.....	85
BIBLIOGRAFÍA .....		86
ANEXOS .....		89
Anexo A: Entrevista a Jefe de Calidad.....		90
ANEXO B: Presupuesto Soplador Eléctrico.....		92
ANEXO C: Cotización Capacitación BPM.....		93

## INDICE DE FIGURAS

Figura n.º 1: Variación (%) interanual del índice de producción de la industria manufacturera, enero 2016 – diciembre 2017 .....	3
Figura n.º 2: Índice de Volumen Físico año 2017 .....	3
Figura n.º 3: Organigrama Postes del Norte S.A. ....	24
Figura n.º 4: Mapa de Procesos Postes del Norte S.A. ....	25
Figura n.º 5: Prueba de Calidad de Producto Terminado .....	26
Figura n.º 6: Poste con cangrejeras .....	28
Figura n.º 7: Poste con porosidad a lo largo de todo el poste .....	28
Figura n.º 8: Poste con mezcla desprendida por mala calidad de agregado .....	29
Figura n.º 9: Poste con cangrejera en la punta por efecto del vapor .....	29
Figura n.º 10: Diagrama Ishikawa de Salidas No Conformes .....	30
Figura n.º 11: Diagrama de Pareto PNSA .....	40
Figura n.º 12: Flujograma de operaciones en planta .....	44
Figura n.º 13: Matriz de interacción de procesos clave .....	45
Figura n.º 14: Seguimiento al proceso productivo .....	46
Figura n.º 15: Letrero colocado en mezcladora con dosificación de mezcla .....	49
Figura n.º 16: Gantt de Capacitaciones Programadas .....	53
Figura n.º 17: Tabla Westinghouse .....	55
Figura n.º 18: Tiempos tomados en sub-proceso rondanas .....	56
Figura n.º 19: Tiempos tomados en sub-proceso estructuras .....	57
Figura n.º 20: Tiempos tomados en sub-proceso moldeado .....	58
Figura n.º 21: Clasificación de actividades en rondanas .....	59
Figura n.º 22: Clasificación de actividades en estructuras .....	60
Figura n.º 23: Clasificación de actividades en moldeado .....	61
Figura n.º 24: Ratch manual de 3Ton.....	70
Figura n.º 25: Dinamómetro Analógico marca Dillon .....	71
Figura n.º 26: Estoca Hidráulica de 3 Ton .....	71
Figura n.º 27: Balanza Digital .....	72
Figura n.º 28: Moldes metálicos para probetas de concreto.....	72
Figura n.º 29: Costo actual vs costo propuesto .....	82

## INDICE DE TABLAS

Tabla n.º 1: Operacionalización de variables .....	8
Tabla n.º 2: Proveedores Críticos.....	22
Tabla n.º 3: SNC año 2017.....	27
Tabla n.º 4: SNC año 2018.....	27
Tabla n.º 5: M.O. Mensual Jefe Calidad .....	31
Tabla n.º 6: Costo M.O. por hora.....	32
Tabla n.º 7: Costo M.O. de Rehacer Probetas .....	32
Tabla n.º 8: Costo M.O. de Realizar Nueva Prueba .....	32
Tabla n.º 9: M.O. Mensual Obrero de Apoyo.....	33
Tabla n.º 10: Costo M.O. por día.....	33
Tabla n.º 11: Proporción de Mezcla.....	34
Tabla n.º 12: Muestreo de Batches mezclados .....	34
Tabla n.º 13: Equivalencia de Piedra ½” .....	35
Tabla n.º 14: Costo por latas en exceso.....	35
Tabla n.º 15: SNC por mezcla seca.....	36
Tabla n.º 16: Costo materiales por reproceso .....	36
Tabla n.º 17: Costo por apoyo de otros puestos .....	37
Tabla n.º 18: Ponderación de Causas Raíces.....	39
Tabla n.º 19: Indicadores actuales vs indicadores propuestos.....	41
Tabla n.º 20: Costo M.O de personal operativo.....	51
Tabla n.º 21: Gastos en capacitación.....	51
Tabla n.º 22: Cronograma de capacitaciones planta milagro 1 .....	52
Tabla n.º 23: Calculo tamaño de muestra para estudio de tiempos .....	54
Tabla n.º 24: Tiempo unitario por poste.....	55
Tabla n.º 25: Porcentaje por tipo de actividad en rondanas .....	56
Tabla n.º 26: Porcentaje por tipo de actividad en estructuras .....	57
Tabla n.º 27: Porcentaje por tipo de actividad en moldeado .....	59
Tabla n.º 28: Cronograma de inspección de actividades del proceso productivo...62	
Tabla n.º 29: Equipos utilizados en el proceso Control de Calidad .....	70

---

Tabla n.º 30: Cronograma de mantenimiento proyectado a un año .....	73
Tabla n.º 31: Costo mano de obra del técnico de mantenimiento .....	74
Tabla n.º 32: Materiales necesarios para el programa de mantenimiento preventivo .....	74
Tabla n.º 33: Precio de mantenimientos externos .....	75
Tabla n.º 34: Costo de materiales para documentación .....	77
Tabla n.º 35: Salidas no conformes reportadas y no reportadas.....	77
Tabla n.º 36: Costo de producción promedio .....	78
Tabla n.º 37: Beneficios de la propuesta de mejora .....	78

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo con lo anterior, la presente investigación describe el desarrollo del diseño de una propuesta de mejora en el proceso de control de calidad para reducir las salidas no conformes en la empresa Postes del Norte S.A.

En el Capítulo I se plasma el diagnóstico de la situación actual de la empresa, así como su problemática, se plantea el problema al que daremos solución en el desarrollo del trabajo de investigación, así como los objetivos e hipótesis.

En el Capítulo II se describen los antecedentes locales, nacionales e internacionales que servirán de referente y consulta para el desarrollo de la propuesta planteada para esta empresa en particular; así mismo se detalla la teoría a emplear durante esta tesis.

En el Capítulo III se describe más ampliamente la empresa Postes del norte S.A. con información recopilada en las visitas de campo y en las entrevistas con los jefes de procesos, luego se analiza el problema al que daremos solución, para evaluar y seleccionar las causas raíces más relevantes.

En el Capítulo IV se detalla el desarrollo mediante herramientas de ingeniería aprendidas a lo largo de nuestra carrera profesional orientadas básicamente en la mejora del proceso control de calidad.

En el Capítulo V se realiza la evaluación económica financiera del proyecto contrastando los costos y beneficios de la propuesta.

En el Capítulo VI se detallan los resultados obtenidos luego de la evaluación económica, afirmando que el proyecto es favorable para la empresa.

En el Capítulo VII se enlistan las conclusiones y recomendaciones de la presente tesis.

# **CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN**



## 1.1 Realidad problemática

A nivel mundial, la producción y uso de postes, principalmente para alumbrado, viene creciendo a ritmo acelerado. Hasta hace unos años sólo se empleaban en su mayoría postes de concreto y/o madera. Pero con el ritmo acelerado de la tecnología hoy en día se emplean postes de: concreto, madera (pino, eucalipto) importada, postes reforzados con fibra de vidrio, postes metálicos.

Estos tipos de postes ofrecen ventajas y variedad de precios, los que son evaluados según la zona donde se va a electrificar y el tiempo de vida estimado de cada proyecto. Cada país presenta su propia regulación en el uso de postes y también de acuerdo a sus mercados son fabricantes de algunas variedades, primando en los países latinoamericanos la producción de postes de concreto. Países como Brasil tienen tecnología avanzada en cuanto a fabricación de postes de fibra de vidrio. Y en países como Argentina y México predomina el tratamiento de árboles para la producción de postes de madera.

A nivel nacional, el sector industrial está en pleno proceso de restauración gracias a la recuperación de la demanda internacional, una mejor demanda interna y los programas de compras estatales.

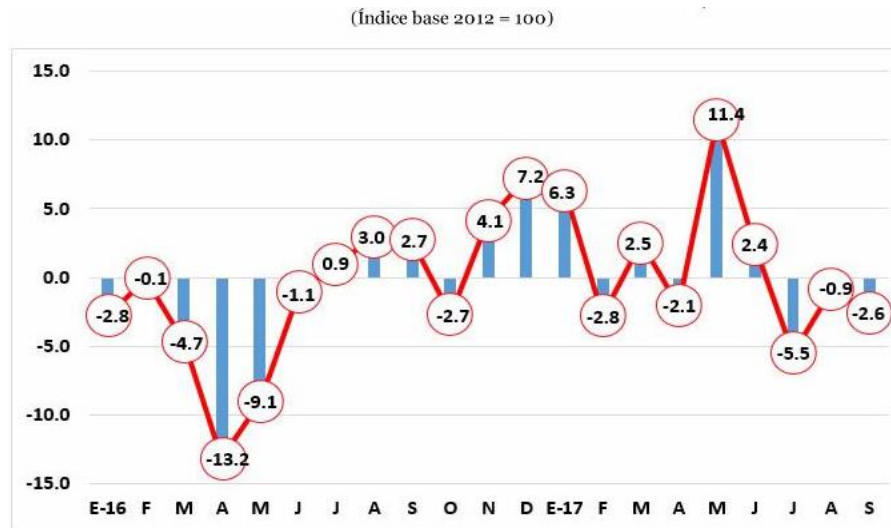
De los nueve subsectores en que se divide el sector industrial, cinco rubros registraron un crecimiento interanual al tercer trimestre del año, según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Ese resultado contrasta con el que se experimentaba a fines de setiembre del 2016, cuando seis subsectores presentaban caídas y solo 3 crecían.

En general, el sector Manufactura creció al tercer trimestre del año 2017 en 1.2%, contra una caída de -0.8% en el mismo período del año 2016.

### ***(Gestión, 2017)***

En el Perú, la industria manufacturera registró una disminución de 2,6%, debido a la contracción de 3,3% de la manufactura primaria, así como por el comportamiento del componente de la manufactura no primaria, que experimentó una caída de 2,3%.

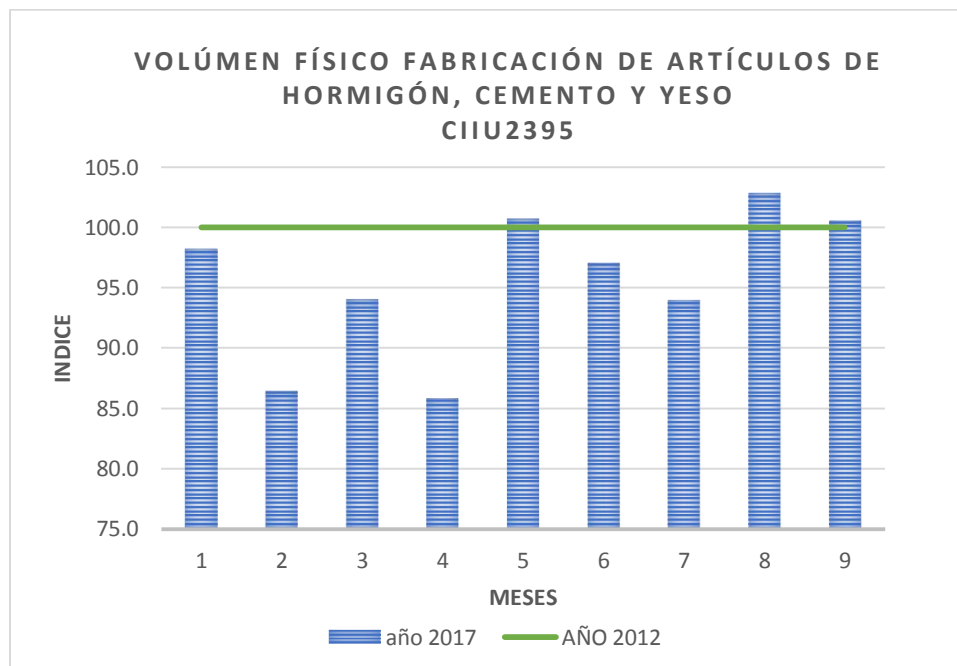
Figura n.º 1: Variación (%) interanual del índice de producción de la industria manufacturera, enero 2016 – diciembre 2017



Fuente: Oficina de Estudios Económicos - PRODUCE

La actividad de Postes del Norte en Sector Manufacturero está dentro de la clasificación: Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso. El índice de volumen físico de esta actividad manufacturera se muestra en el siguiente gráfico.

Figura n.º 2: Índice de Volumen Físico año 2017



El mercado objetivo de la empresa tiene estrecha relación con el crecimiento nacional de la inversión en obras de electrificación, que en los últimos años ha incrementado significativamente su actividad por la expansión urbana. Del

mismo modo, las exigencias en calidad del producto cada vez son más rigurosas, esto ha conllevado entre otros factores, al cierre de algunas empresas en el rubro.

Postes del Norte tiene como política el cumplimiento de la normativa vigente, es así que basa sus operaciones en la NTP 339.027 (2002). Además, por tres años consecutivos ha sido homologada por Bureau Veritas, siendo la primera empresa de postes que cuenta con estos certificados.

No obstante, se tiene inconvenientes en planta con los tiempos despacho de producto terminado, registrando durante el último año un tiempo de atención promedio de 5.03 minutos por poste.

En cuanto a Seguridad se ha tenido avances significativos, pues se elabora trimestralmente el reporte consolidado de accidentes, incidentes, charlas de seguridad y capacitaciones. También se ha mejorado en cuanto al manejo de los EPP's en planta pues se controla desde la recepción hasta la devolución y recambio de los mismos. Un inconveniente respecto a EPP's es el desabastecimiento de los mismos en planta debido a que los requerimientos tardan en promedio 7 días en ser atendidos.

La empresa también viene implementando un sistema de gestión de la calidad basado en la norma internacional ISO 9001:2015, el cual basa su gestión en procesos y prioriza la satisfacción del cliente. Las deficiencias que se tienen corresponden a que no se viene cumpliendo al 100% la programación debido al desconocimiento de este proceso, ocasionando retraso en el tiempo de ejecución.

Las ventas de la empresa han ido en aumento durante los dos últimos años, pese a ello se han presentado inconvenientes con los tiempos de entrega debido a múltiples factores como: paradas por energía eléctrica, tiempo de secado, capacidad de producción. Los mismos que han ocasionado que con algunos clientes no se cumpla el plazo de entrega a cabalidad, pero siempre se toman acciones que permitan minimizar estos aspectos desfavorables.

En almacén se tiene que los inventarios no coinciden con las cantidades físicas, teniendo en promedio 8 unidades/mes que pueden ser en exceso o déficit.

En cuanto a producción hay deficiencias en el cumplimiento de actividades dentro del proceso productivo, tales como: errores en la dosificación de la mezcla, omisión de actividades de moldeado, no se completan los tiempos de secado al 100%, no se han identificado completamente los moldes que necesitan un parámetro especial de llenado, lo que ocasiona postes porosos.

Finalmente, en control de calidad todos los meses se registran salidas no conformes, los cuales pueden ser aceptados (pasando por un reproceso) o descartados si el defecto es de consideración. El número de salidas no conforme es de aproximadamente 3 postes por mes. Los costos asociados se generan por reproceso, corrección, material y M.O. empleados en volver a producir las unidades que presentan defectos, así como M.O. para realizar las pruebas internas para corroborar que el nuevo producto cumple las especificaciones. Además, se tienen numerosas salidas no conformes que no son reportadas.

## **1.2 Formulación del problema**

¿De qué manera la propuesta de mejora en el proceso de Control de Calidad reducirá las Salidas No Conformes en la empresa Postes del Norte S.A.?

## **1.3 Hipótesis**

La propuesta de mejora en el proceso de Control de Calidad reducirá las Salidas No Conformes en la empresa Postes del Norte S.A.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Reducir las Salidas No Conformes mediante la mejora del proceso de Control de Calidad.

### 1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico de la situación actual del proceso de control de calidad en la empresa Postes del Norte S.A.
- Elaborar una propuesta de mejora en el proceso de Control de Calidad mediante la aplicación de herramientas de ingeniería.
- Determinar los beneficios económicos de implementar la mejora en la empresa Postes del Norte S.A.

### 1.5 Justificación

- Justificación cualitativa

Con la presente investigación la empresa Postes del Norte S.A. tendrá una alternativa con la cual podrá reducir el número de postes defectuosos durante su proceso productivo, haciendo más eficiente la producción.

- Justificación académica

En el aspecto Académico se justifica ya que la presente investigación al aplicar herramientas de Ingeniería, servirá como guía o instrumento de consulta para futuras investigaciones.

- Justificación económica

Es favorable en el aspecto económico porque mientras menos productos no conformes se tengan, se reducirán los costos generados por reprocesos o correcciones.

### 1.6 Tipo de Investigación

#### 1.6.1 Por la orientación

Aplicada.

#### 1.6.2. Por el diseño

Pre experimental.

## 1.7 Diseño de la investigación

### 1.7.1 Localización de la investigación

**Dirección:** Jr. Dean Saavedra Mz. 58 Lote 2 Sector 3 – El Milagro

**Distrito:** Huanchaco

**Provincia:** Trujillo

**Departamento:** La Libertad

### 1.7.2 Alcance

La investigación se enmarca en el ámbito de las ciencias de la ingeniería industrial y tiene como alcance los procesos clave de la empresa Postes del Norte S.A. - Trujillo.

### 1.7.3 Duración del proyecto

Dos meses.

Fecha de inicio	12 de Mayo del 2018
Fecha de término	21 de Julio del 2018

## 1.8 Variables

### A. Variable independiente:

Propuesta de mejora en el Proceso de Control de Calidad

### B. Variable dependiente:

Salidas No Conformes

## 1.9 Operacionalización de Variables

Tabla n.º 1: Operacionalización de variables

VARIABLES	INDICADORES	FÓRMULA	DESCRIPCIÓN
V1: Propuesta de mejora en el proceso de Control de Calidad	I.1: Eficiencia de Controles de Calidad	1: $\frac{N^{\circ} \text{ Postes Conformes}}{\text{Total de Postes Producidos}}$	1. Se medirá el porcentaje de productos producidos conformes
V2: Salidas No Conformes	I.2: Salidas No Conformes I.3: Costo de la Salida No Conforme	2: $\frac{N^{\circ} \text{ de Salidas No Conforme}}{\text{Mes}}$ 3: Costo de reprocesar o corregir una SNC	2. Se medirá mensualmente las Salidas No Conformes 3. Se cuantificará cuánto cuesta reparar o reprocesar una salida no conforme.

Fuente: Elaboración propia

# **CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL**



## 2.1 Antecedentes de la Investigación

Esta investigación, se ha elaborado en base a una búsqueda bibliográfica y haciendo un análisis de la información encontrada, se denotan algunos antecedentes encontrados.

### A. Internacionales:

**A.1. Tesis: “MODELO DE GESTION PARA CONTROL DE CALIDAD EN EDIFICACION”** Elaborado por: Rodríguez Jiménez Carlos Eugenio para optar el título de Doctor, UNIVERSIDAD DE SEVILLA. – ESPAÑA, año 2015. Donde se Concluye que: Basado a la importancia de la sostenibilidad de las edificaciones a su durabilidad y al uso correcto de los derivados para su edificación, después de una observación de personal con amplio conocimiento del sector edificación se llegó a la conclusión de la generación de modelos utilizando técnicas tales como DELPHI, FUZZY Y QFD para una gestión eficiente y elaborando aplicaciones comparativas en los procesos de control. A continuación, señalamos algunos de las herramientas que se utilizaron para la creación del modelo Factores determinantes del control, Funciones operativas del control, Ponderación de factores y funciones por expertos, Cuantificación de valores mediante lógica difusa y Adecuación de la Matriz QFD. Así se buscó mejorar ese ámbito y lograr proponer el modelo de gestión de control de la calidad.

*(Rodríguez, 2015)*

**A.2. Tesis: “Implementación del Control Estadístico para la Calidad en la Empresa Angie Confecciones en la línea de producción de calentadores, para Mejorar la Capacidad del Proceso y Productividad”**

Elaborado por: Mayra Alexandra Maya Nicolalde para optar el título de Ingeniero Industrial, UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, año 2012. Donde se Concluye que: Se ha diseñado un sistema de control estadístico de calidad en la empresa “Confecciones ANGIE”, con una metodología de fácil aplicación. Conjuntamente con el software Minitab 15, que nos permite desarrollar de manera rápida el estudio de capacidad, y el cálculo de productividad de una manera sencilla y entendible para las personas

que se encuentran involucradas en el proceso de confecciones de calentadores de esta empresa.

*(Maya, 2012)*

## **B. Nacionales:**

**B.1. Tesis: “DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE CALIDAD PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE VÁLVULAS DE PASO TERMOPLÁSTICAS”** Elaborada por: Carlos Enrique Tay Tay, para optar el título de Ingeniero Industrial, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ año 2011. Donde se Concluye que:

A través del desarrollo de la tesis se ha podido demostrar que:

El modelo del sistema de calidad que se ha implementado, ha permitido asegurar el cumplimiento de las exigencias establecidas por las normas técnicas de los productos, así como los definidos en la organización para el control de los procesos y productos.

Se han definido las actividades, responsabilidades y mecanismos de medición del sistema de calidad, de manera que las actividades se encuentren normalizadas, las responsabilidades definidas y las mediciones del avance en la implementación y el monitoreo de los procesos realizados permitan evaluar el desempeño del sistema.

La identificación de los puntos críticos a lo largo de los procesos ha permitido concentrarse en aquellas etapas que por su importancia podrían afectar la calidad del producto, implementando los controles que permitan detectar los productos no conformes en las etapas adecuadas y disponiendo su posterior uso ya sea como reproceso o desecho.

*(Tay, 2011)*

**B.2. Tesis: “PROPUESTA Y APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD EN EL PROCESO PRODUCTIVO EN UNA PLANTA MANUFACTURERA DE PULPA Y PAPEL TISÚ”**

Elaborada por: Tommy Alejandro Yep Leung, para optar el título de

Ingeniero Industrial, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ año 2011. Donde se Concluye que: Reducción de productos no conformes (waste):

- La presencia de productos no conformes es una amenaza a la Empresa para perder clientes. No solo se encuentra inmerso el costo por reprocesar los productos no conformes, sino también por otros costos “invisibles” como el costo de oportunidad, costos por publicidad negativa, etc. Mediante un plan de muestreo doble se logra reducir notablemente la cantidad de defectuosos entregados a los clientes, lo que implica en una reducción estimada de más de S/. 154,000 soles semanales.

- Al mantener el proceso en control, se estaría reduciendo de más de 96 mil bobinas defectuosas a tan solo 192 bobinas por millón de bobinas producidas en Manufactura. De la misma manera, la aplicación de las cartas de control en Conversión reducirá la cantidad de productos no conformes. Esto reduciría en gran escala el costo que implica reprocesar los productos (terminados y semielaborados) y el costo de oportunidad de no poder entregar la producción a tiempo a conversión y, por ende, retrasos en el despacho de pedidos.

*(Yep, 2011)*

### **C. Locales:**

**C.1. Tesis: “PROPUESTA DE MEJORA DE ESTANDARIZACIÓN EN EL PROCESO DE CALIDAD DE SERVICIO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA CORPORACIÓN COMERCIAL JERUSALEM S.A.C.”** Elaborada por: Melva Elizabeth Polo Reyes y Germán Alejandro Guzmán Sifuentes, para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad Privada del Norte - Trujillo, año 2013. Donde se Concluye que: Al realizar las propuestas de mejora, se logrará incrementar el indicador CS en un 25% y así mismo se incrementará el indicador de productividad en un 28%.

*(Polo, M. & Guzmán, G., 2013)*

**C.2. Tesis: “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD PARA DISMINUIR LOS ÍNDICES DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS E INCREMENTAR LA RENTABILIDAD EN LA EMPRESA INVERSIONES INDUSTRIALES DEL AMAZONAS S.A.C”** Elaborada por: Jhoselyn Valderrama Roldán, para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad Privada del Norte - Trujillo, año 2017. Donde se Concluye que:

- La metodología que se aplicó, con la finalidad de mejorar el problema encontrado, es el Control Estadístico de Calidad, dentro del cual se aplicó Cartas de Control, Plan de muestreo de Aceptación, ambas como técnicas y se hizo uso de diferentes herramientas como hojas de comprobación, entrevistas y formatos de evaluaciones.
- Mediante la implementación de Cartas de Control Estadístico de Calidad se logró disminuir los productos defectuosos en un 25%, por lo cual, se obtuvo una mejora monetaria de S/. 13,556.16 anuales.
- Mediante la Aplicación de las Cartas de Control Estadístico de Calidad se obtuvo una mejora al 100% en cuanto a la inestabilidad del proceso, puesto que se encontró una inestabilidad de 6% y se redujo a 0%.
- Al implementar Plan de Muestreo de Aceptación se logró reducir el índice de productos defectuosos en un 71.4%, por lo cual se obtuvo una mejora monetaria de S/. 1,506.24.

*(Valderrama, 2017)*

## **2.2 Base Teórica**

### **A. Control de Calidad**

El Control de Calidad es la idea básica de lo que mucha gente considera como la gestión de calidad, consiste en que en una organización el departamento de control de calidad es quien se encarga de la verificación de los productos mediante muestreo o inspección al 100%. La calidad tan solo les concierne a los departamentos de calidad y a sus inspectores, y el objetivo es el procurar que no lleguen productos defectuosos a los clientes.

El proceso de control de calidad realiza o participa en la caracterización de los nuevos productos o servicios en sus diferentes fases de desarrollo y en el establecimiento de las especificaciones de calidad de los mismos. Del mismo modo que desarrolla, ejecuta o coordina la ejecución de los métodos de ensayo para determinar las características de calidad de las materias primas, materiales, productos intermedios y productos finales.

Existen una serie de pasos para elaborar control de calidad:

- Elegir que controlar: el sujeto.
- Desarrollar un objetivo para una característica de control
- Determinar una unidad de medida
- Desarrollar un medio o sensor para mediar la característica de control
- Medir la característica durante el proceso o prestación o al final de éste.
- Evaluar las diferencias entre el desarrollo real y el esperado
- Tomar las acciones necesarias

*(Ingeniería Industrial Online, 2016)*

## **B. Business Process Management (BPM)**

Es un conjunto de métodos, herramientas y tecnologías utilizados para diseñar, representar, analizar y controlar procesos de negocio operacionales. BPM es un enfoque centrado en los procesos para mejorar el rendimiento que combina las tecnologías de la información con metodologías de proceso y gobierno. BPM es una colaboración entre personas de negocio y tecnólogos para fomentar procesos de negocio efectivos, ágiles y transparentes.

BPM abarca personas, sistemas, funciones, negocios, clientes, proveedores y socios. Como mucha gente, puede que encuentre este concepto algo confuso. ¿Qué son “procesos de negocio operacionales”? O ¿qué es un enfoque “centrado en los procesos”? ¿Y desde cuándo “colaboran” las personas de negocio con las de tecnología? No se preocupe, vamos a explicarlo todo.

BPM combina métodos ya probados y establecidos de gestión de procesos con una nueva clase de herramientas de software empresarial. Ha posibilitado

adelantos muy importantes en cuanto a la velocidad y agilidad con que las organizaciones mejoran el rendimiento de negocio.

Con BPM:

- Los directores de negocio pueden, de forma más directa, medir, controlar y responder a todos los aspectos y elementos de sus procesos operacionales.
- Los directores de tecnologías de la información pueden aplicar sus habilidades y recursos de forma más directa en las operaciones de negocio.
- La dirección y los empleados de la organización pueden alinear mejor sus esfuerzos y mejorar la productividad y el rendimiento personal.
- La empresa, como un todo, puede responder de forma más rápida a cambios y desafíos a la hora de cumplir sus fines y objetivos.

BPM asume el paradigma de gestión de las actividades empresariales a través de un entorno de procesos operacionales. El término procesos de negocio puede sonar poco claro, pero no se equivoque; es un término preciso. Un proceso de negocio es el conjunto de todas las tareas y actividades coordinadas formalmente, dirigidas tanto por personas como por equipos, que lleva a conseguir un objetivo organizativo específico. Un ejemplo de proceso de negocio es cumplimentar un pedido. El acto del cliente solicitando un producto inicia un proceso para registrar el pedido, aprobar su crédito y desencadenar la producción y entrega.

BPM se esfuerza en maximizar la efectividad de los procesos de negocio de las siguientes maneras:

- Determina el proceso óptimo para las condiciones actuales.
- Hace funcionar el proceso tan efectivamente como sea posible.
- Posibilita decisiones y controles en busca de la eficiencia continua.

### **Gestión de procesos**

Una vez que un proceso se realiza conforme a las especificaciones, su objetivo es mantenerlo ahí indefinidamente (hasta que la siguiente mejora quede justificada). Bank of America declaró una vez de forma célebre que su objetivo no era completar un millón de transacciones con éxito, sino completar una sola

transacción con éxito, y luego repetirla un millón de veces. Eso es gestión de procesos. Una vez implementado, un modelo de proceso se orquesta mediante un motor en tiempo de ejecución, que facilita la ejecución coherente y oportuna de los servicios y proporciona la transformación de valor añadido de entradas e información en salidas y resultados. El rendimiento del proceso se mide en tiempo real y el proceso implementado es objeto de supervisión para ver si el rendimiento se ajusta a las especificaciones. Se realiza el seguimiento y se registran el volumen, la velocidad y los errores.

### **Mejora de los procesos**

Todos los procesos se degradan con el tiempo. Al final, se desgastan y se rompen, y otras variaciones comunes y por diversas causas, se llevan lo mejor de ellos. En otros casos, surgen nuevas necesidades empresariales o nuevas tecnologías. Incluso un proceso que se ejecute perfectamente un millón de veces al día puede quedarse obsoleto. Metodologías de mejora de los procesos, como Lean y Six Sigma, pueden corregir los defectos en los procesos y al mismo tiempo mejorar su efectividad. Los métodos CPI son una parte esencial de BPM.

*(Garimella, Lees & Williams, s.f.)*

### **C. Estudio de Tiempos**

El estudio de tiempos es una técnica empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo de las fases que componen el proceso de producción. Es necesario ejecutar este registro de una forma determinada y mediante unas técnicas concretas.

#### **Estudio de métodos y tiempos**

Consiste en medir el tiempo de una tarea de manera cuidadosa, ajustando para cualquier variación observada y así establecer el tiempo estándar tanto para piezas, como para otras actividades: retrasos, averías, descansos.

## **Técnicas de medida: cronometraje industrial**

Mediremos cada una de los tiempos por medio de un cronómetro.

Para registrar tiempos, se debe elegir un operario medio, es decir, ni el más eficaz, ni el más perezoso. También se pueden realizar varias mediciones de trabajo a varios operarios distintos.

Se debe cronometrar el tiempo del proceso completo, desde que empieza hasta que termina, así como elemento a elemento, para comprobar después si coincide la suma total.

Es muy importante no quedarnos solo con el tiempo si no el horario en el que se realiza esta medición por si fuera necesario un estudio de la fatiga.

## **Hojas de tiempo**

Este estudio lo llevaremos a cabo mediante hojas de tiempos. Una hoja de tiempos es un documento en forma de tabla que pone en relación procesos y elementos con periodos o tipos de tiempo y ayuda a la compilación y al análisis de los datos que se recojan. También es posible que incluya una columna observaciones para que el encargado de su elaboración detalle alguna consideración.

### **¿Para qué sirve el estudio de métodos y tiempos?**

Como te comentaba al principio, lo que no se puede medir, no se puede mejorar y ahora te añado que tampoco se puede controlar.

Y si no tienes controlados los métodos y tiempos de tu proceso de producción, difícilmente sabrás la repercusión que tienen cada una de las acciones de mejora que se lleven a cabo a la hora de implantar lean manufacturing.

Por tanto, el análisis de métodos y tiempos nos sirve como una base para controlar la producción y es un paso previo para cualquier mejora.

Por otro lado, también sirve de base para la planificación de la producción, lo cuál te permitirá prever si se cumplen plazos de entrega, control de materiales, etc.

*(Lean Manufacturing, s.f.)*



## 2.3 Definición de Términos

### A. Salida No Conforme:

Resultado de un proceso que no cumple con los requisitos establecidos, identificada antes, durante o después de su entrega al cliente. Término que encierra el concepto de producto o servicio no conforme.

*(Invima, s.f.)*

### B. Prueba de Calidad:

Prueba de flexo-tracción a las que son sometidos los postes de concreto que hayan cumplido su edad de curado, para verificar que cumplan con la resistencia normada.

### C. Materia Prima:

La materia prima es cada una de las materias que empleará la industria para la conversión de productos elaborados. Generalmente, las materias primas son extraídas de la mismísima naturaleza, sometiéndolas luego a un proceso de transformación que desembocará en la elaboración de productos de consumo.

*(Definición ABC, s.f.)*

# **CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL**

### **3.1 Descripción general de la empresa**

Postes del Norte S.A. se dedica a la fabricación de postes y accesorios de concreto armado compactado por medios de centrifugación y vibración. Utiliza tecnología, mano de obra y materiales peruanos, participando de esta manera en el desarrollo regional y nacional. Se enfoca en abastecer a las diferentes obras de electrificación, tanto urbanas como rurales en la zona norte del país.

Inicia sus actividades en el año 2003 y ha ganado una imagen de prestigio forjada a lo largo de sus años de funcionamiento, tiene como ventaja competitiva su amplia experiencia en el rubro de la fabricación de productos de concreto, otorgando un alto nivel de calidad que le permite trabajar con empresas del Grupo DISTRILUZ en sus diferentes sedes.

#### **3.1.1 Misión**

Postes del Norte S.A. busca satisfacer las necesidades de nuestros clientes con productos de calidad, elaborados por personal calificado bajo estándares de seguridad, en estricto cumplimiento de la normativa vigente.

#### **3.1.2 Visión**

Hacia el año 2022 posicionarse en la zona norte del país como una empresa que destaque por su incremento sostenido de producción, con enfoque en la calidad, gestión del talento humano, respeto por el medio ambiente y responsabilidad social.

#### **3.1.3 Principales Productos**

- Postes de Concreto Armado Centrifugado Línea Aérea, son los postes más comerciales, empleados básicamente para tendido de líneas eléctricas de baja y media tensión.
- Postes de Concreto Armado Centrifugado Seccionados, tienen las mismas características de un poste aéreo con la variante que se les coloca una brida metálica en el centro del poste, la misma que

permite desacoplar el poste y transportarlo en 2 secciones, esto sobre todo para zonas de sierra donde las carreteras no permiten el ingreso de semitrailers.

- Postes de Concreto Armado Centrifugado Línea Subterránea, son postes que no llevan agujeros, pues no tendrán paso de líneas aéreas; sin embargo, se les coloca una caja porta-fusible para conectar la energía a tierra. Este tipo de producto es sobre todo para lozas deportivas.
- Accesorios Concreto Armado Vibrado, complementan la línea de postes debido a la función específica de cada uno de ellos. Se tienen accesorios para subestaciones, puesta a tierra, tendido de fibra óptica mediante ductos, etc.

#### **3.1.4 Principales Competidores**

- ONE LUX S.A.C.  
Es geográficamente el competidor más cercano, pues se ubica cerca a nuestras sedes productivas. Sin embargo, se tienen ventajas competitivas en cuanto a calidad y servicio.
- CONCRETO CENTRÍFUGADO  
Tiene su sede principal en la ciudad de lima, pero ha participa significativamente en obras del norte del país, debido a sus precios y su sistema de venta: puesto en obra.
- POSTES PERÚ  
Se ubica en la localidad de Pacasmayo y tiene una participación importante en el mercado de la zona norte del país a pesar de los pocos años en el mercado.
- INDUSTRIA DE POSTES SULLANA S.A.C.  
Instalado en Piura y con sedes en otras ciudades, es competencia directa de la sede Piura.
- RDD CONTRATISTAS GENERALES S.A.
- ESCARSA
- TUBOS Y POSTES CHICLAYO S.A.C.

### 3.1.5 Principales Proveedores

Postes del Norte tiene una base de datos de proveedores de materia prima, servicios de mantenimiento y transporte, y materiales específicos. Esta base de datos la maneja el proceso de Compras y le permite gestionar de manera eficaz a los proveedores, los mismos que son evaluados constantemente.

A continuación, se presenta una tabla con los principales proveedores (críticos).

*Tabla n.º 2: Proveedores Críticos*

<b>Proveedor</b>	<b>Servicio / Producto</b>
Inkaferro Perú S.A.C.	Fierro, Soldadura, Alambres
Arenera Jaén S.A.C.	Cemento, Fierro, Tubos PVC, Otros Artículos de Ferretería
Transportes El Elyon	Agregados
Yta Mercedes Armas Gervacio	Agregados
Narsan S.A.C.	Agua
Efrain Cirilo López Ávalos	Soldadura
Formamos Acero S.A.C.	Fierro
Iticsa	Chemaflex, Chema Bitumen
Sedisa S.A.C.	Soldadura
Petroven S.A.C.	Petróleo
Inversiones Criban	Carbón
Estructuras Metálicas Carranza	Moldes Metálicos
Factoría JC	Moldes Metálicos

Fuente: PNSA S.A.

### **3.1.6 Mercado**

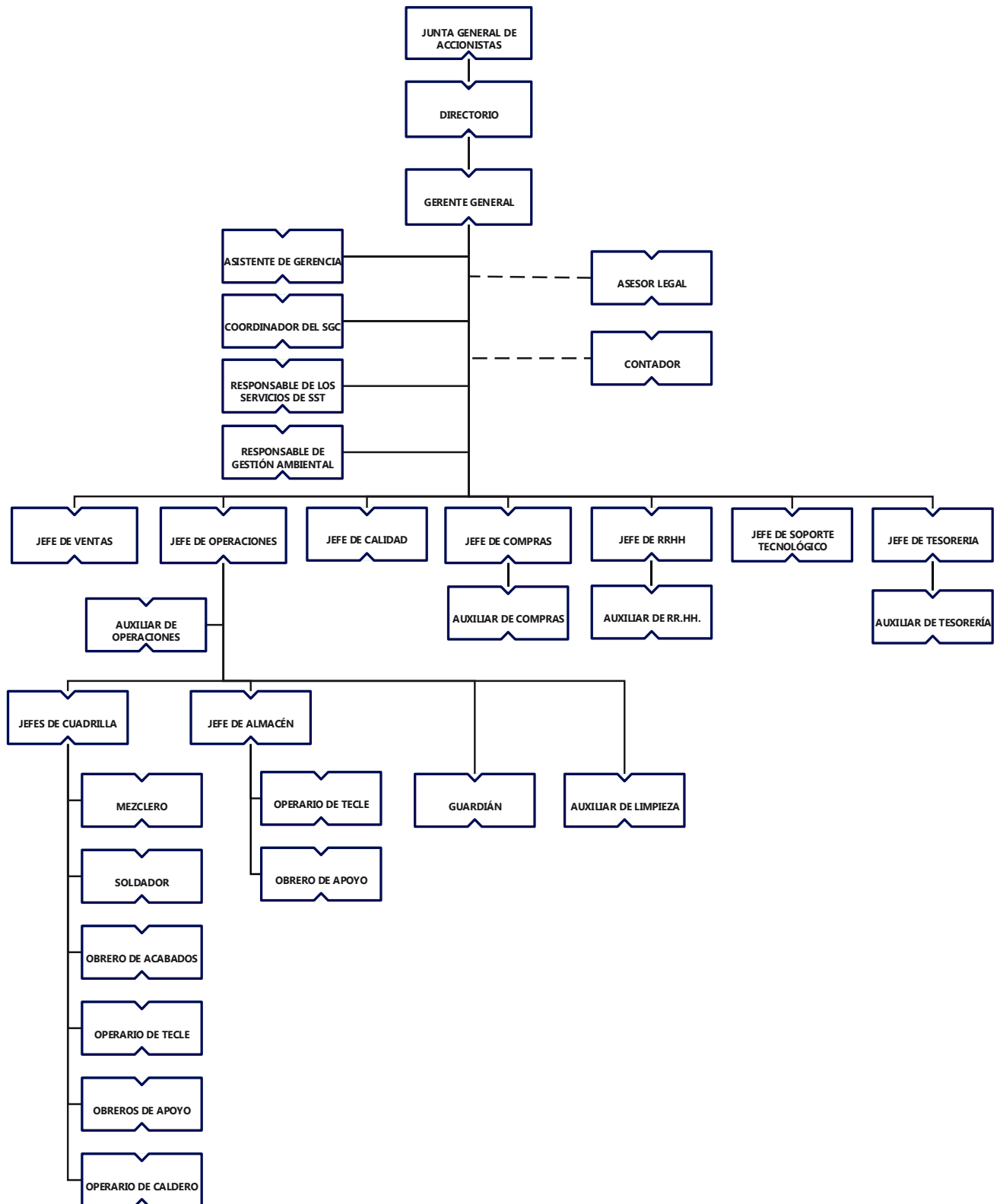
Postes del Norte se enfoca al mercado Nor–Oriental del Perú, abasteciendo a obras de electrificación de alumbrado público rural y urbano, además obras de tendido de redes de telefonía en los departamentos de Cajamarca, Piura, Lambayeque, La Libertad.

### **3.1.7 Clientes**

- QUANTA SERVICES
- BAHER
- PROMEX S.A.
- CHIROQUE HERMANOS
- PACOSA S.A.C.
- GRUPO DISTRILUZ: ENSA, ENOSA, HIDRANDINA
- MUNICIPALIDADES
- DAYRO CONTRATISTAS GENERALES
- SIGMA S.A. CONTRATISTAS GENERALES

### 3.1.8 Organigrama

Figura n.º 3: Organigrama Postes del Norte S.A.



Fuente: PNSA S.A.

### 3.1.9 Mapa de Procesos

Figura n.º 4: Mapa de Procesos Postes del Norte S.A.



Fuente: PNSA S.A.



### 3.2 Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis

Postes del Norte S.A. brinda a sus clientes productos de buena calidad, basados en la adecuada selección de sus materias primas y la experiencia de sus colaboradores. A partir del año 2016 ha implementado un proceso de control de calidad netamente definido el cual viene trabajando en la aplicación de procedimientos de control y supervisión.

En el área de control de calidad se realizan 5 actividades principales: Inspección de Materia Prima, Seguimiento del Proceso Productivo, Toma de Muestras, Verificación del Producto Terminado y Pruebas de Calidad.

*Figura n.º 5: Prueba de Calidad de Producto Terminado*



*Fuente: Postes del Norte S.A.*

Las salidas no conformes en el proceso de producción, se controlan y tienen un tratamiento de acuerdo al tipo de defecto o no conformidad encontrada, así se tiene el histórico de SNC detectadas por el proceso:

*Tabla n.º 3: SNC año 2017*

<b>MES</b>	<b>PRODUCCIÓN (postes/mes)</b>	<b>SNC (postes/mes)</b>
ENERO	239	0
FEBRERO	215	0
MARZO	217	1
ABRIL	187	0
MAYO	294	0
JUNIO	196	3
JULIO	248	0
AGOSTO	290	1
SETIEMBRE	411	0
OCTUBRE	625	1
NOVIEMBRE	691	5
DICIEMBRE	607	1

*Fuente: Postes del Norte S.A.*

*Tabla n.º 4: SNC año 2018*

<b>MES</b>	<b>PRODUCCIÓN (postes/mes)</b>	<b>SNC (postes/mes)</b>
ENERO	393	0
FEBRERO	614	4
MARZO	440	8

*Fuente: Postes del Norte S.A.*

Las salidas no conformes reportadas se han debido a las siguientes causas: Mezcla seca, inexperiencia del operario, agregado que no cumple especificación, no seguir el procedimiento de fabricación, entre otras. A continuación, algunas imágenes de las SNC reportadas.

*Figura n.º 6: Poste con cangrejas*



*Fuente: Postes del Norte S.A.*

*Figura n.º 7: Poste con porosidad a lo largo de todo el poste*



*Fuente: Postes del Norte S.A.*



*Figura n.º 8: Poste con mezcla desprendida por mala calidad de agregado*



*Fuente: Postes del Norte S.A.*

*Figura n.º 9: Poste con cangrejera en la punta por efecto del vapor*

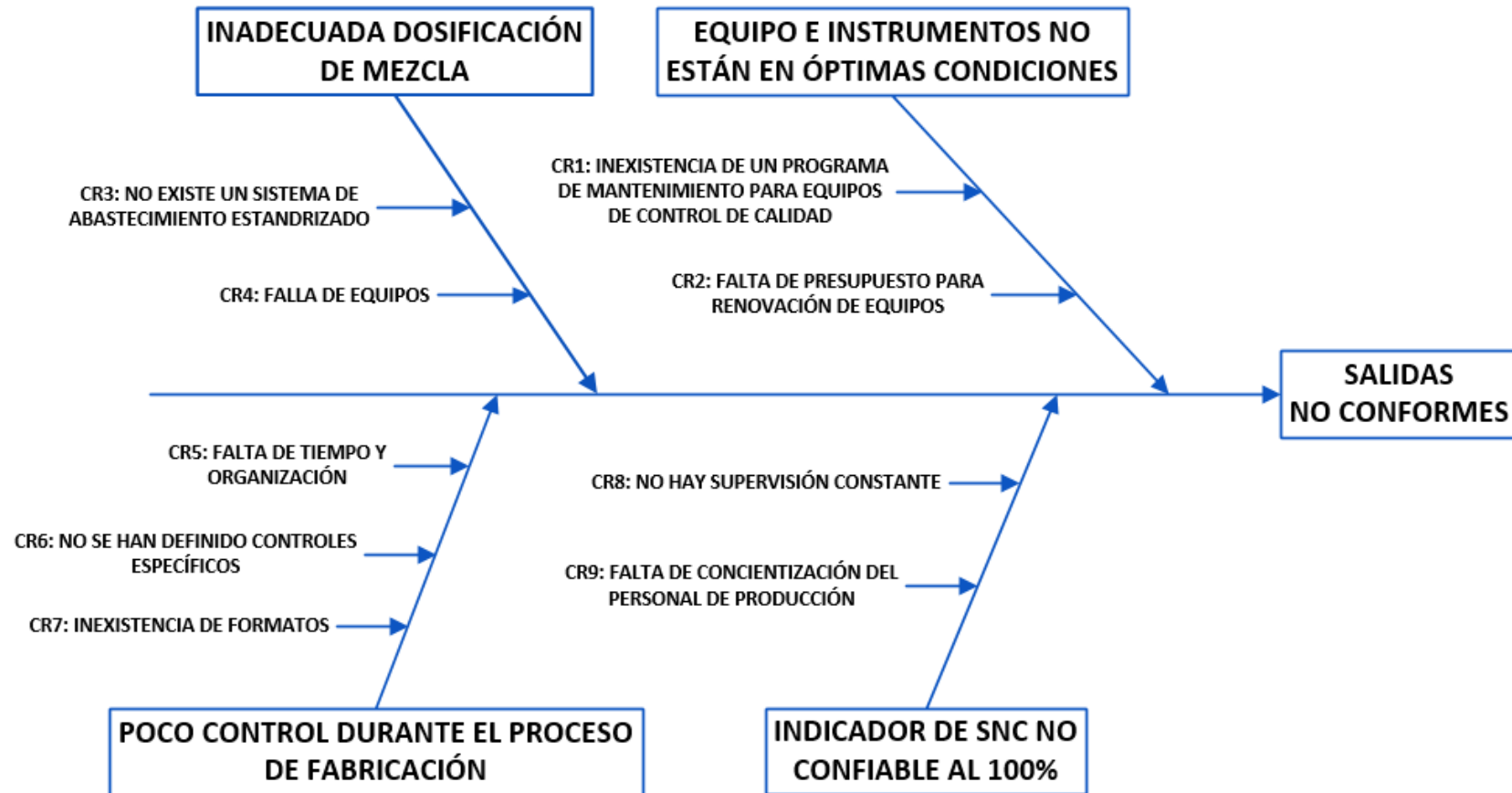


*Fuente: Postes del Norte S.A.*

### 3.3 Identificación del problema e indicadores actuales

#### 3.3.1 Diagrama Ishikawa:

Figura n.º 10: Diagrama Ishikawa de Salidas No Conformes



Fuente: Elaboración Propia

## A. EQUIPOS E INSTRUMENTOS NO ESTÁN EN ÓPTIMAS CONDICIONES

Se ha podido observar que los equipos con los que trabaja el área de calidad no están en óptimas condiciones. Por ejemplo: los moldes metálicos usados para la elaboración de probetas están deformados, el teclé manual (ratch) utilizado para las pruebas de calidad presenta desgaste. Esto se debe principalmente a lo siguiente:

- **Inexistencia de un programa de mantenimiento para equipos de control de calidad**

Si bien es cierto que la empresa viene trabajando un programa de mantenimiento, en este programa no se han incluido los equipos e instrumentos de control de calidad, tales como: ratch, moldes de probetas, molde de cono de abrahams, y dinamómetros.

Esto genera que dichos equipos no se encuentren en óptimas condiciones y que no aseguren al 100% su adecuado funcionamiento.

Los costos en los que se incurre debido a este problema son: costos M.O, por rehacer probetas que no cumplen la medida normada y costos M.O. por volver a ejecutar una prueba de calidad cuando el ratch se atasca.

El encargado de ejecutar las pruebas de calidad y elaborar las probetas es el Jefe de Calidad; a continuación, estimaremos su sueldo incluidos beneficios.

*Tabla n.º 5: M.O. Mensual Jefe Calidad*

Sueldo Fijo (enero a diciembre)	S/ 24 000
Gratificaciones (julio-diciembre)	S/ 4 000
CTS (mayo-noviembre)	S/ 2 000
Total Anual	S/ 30 000
Estimado Mensual	S/ 2 500

*Fuente: Elaboración Propia*

Tabla n.º 6: Costo M.O. por hora

M.O. Jefe de Calidad (S/ mes)	S/ 2 500
Días laborables (días/mes)	26
Horas al día	8
Costo por hora	S/ 12.02

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n.º 7: Costo M.O. de Rehacer Probetas

Probetas	Tiempo (hrs)	Costo M.O. (S/)
1º llenado (2 unidades)	1	12.02
Rehacer (2 unidades)	1	12.02
Total		24.04

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n.º 8: Costo M.O. de Realizar Nueva Prueba

Postes	Tiempo (hrs)	Costo M.O. (S/)
1º prueba: inicial	0.67	15.54
2º prueba: corregir	0.17	3.94
Total		19.48

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, el costo asociado a este problema es de **S/ 43.52 por mes.**

- **Falta de Presupuesto para renovación de equipos**

El ratch para pruebas de calidad es el equipo que presenta mayor desgaste y requiere cambio. Pero también se ha observado que durante la instalación de los postes en el banco de pruebas los trabajadores usan apoyos móviles, los mismos que una vez instalado deben retirar. Esto se hace con apoyo de listones de madera poniendo en peligro la salud de los trabajadores pues

están expuestos a un accidente, por lo que se cree conveniente que se debe adquirir una estoca de 2 Ton para realizar este manipuleo, permitiendo trabajar de manera segura y ahorrar tiempo.

Actualmente no se tiene asignado un presupuesto para temas de renovación de equipos de control de calidad, por ello se sigue la gestión de un requerimiento normal.

El costo asociado a este tema es netamente de costo de oportunidad. Para estimarlo costearémos un accidente leve por golpe en el hombro con descanso médico de 3 días.

*Tabla n.º 9: M.O. Mensual Obrero de Apoyo*

Sueldo Fijo (enero a diciembre)	S/ 11 160
Gratificaciones (julio-diciembre)	S/ 1 860
CTS (mayo-noviembre)	S/ 930
Total Anual	S/ 13 950
Estimado Mensual	S/ 1 162.50

*Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla n.º 10: Costo M.O. por día*

M.O. Obrero de Apoyo (S/ mes)	S/ 1 162.50
Días laborables (días/mes)	26
Costo por día	S/ 44.71

*Fuente: Elaboración Propia*

Por lo tanto, un accidente leve por falta de equipamiento en pruebas nos representaría un costo de **S/ 134.13**.

## **B. INADECUADA DOSIFICACIÓN DE MEZCLA**

Postes del Norte actualmente cuenta con un dosificador de agua para abastecer una cantidad determinada por cada tanta de bolsas de cemento, pero aun así siguen existiendo inconvenientes que no permiten tener una dosificación precisa. Las razones a continuación:



- **No existe un sistema de abastecimiento estandarizado.**

La empresa no cuenta con un sistema que permita abastecer una cantidad fija de agregados (tolva, fajas, etc.), por lo que viene empleando un sistema manual de abastecimiento mediante el uso de latas y conteo directo. Esto ha traído repercusión en la preparación de la mezcla pues con frecuencia se agrega demás o incluso faltando, alterando la proporción de la mezcla.

*Tabla n.º 11: Proporción de Mezcla*

Material	Cantidad
Cemento	1 Bolsa
Piedra ½"	6 Latas
Arena Gruesa	3 Latas
Agua	22 Litros

*Fuente: Elaboración Propia*

Se ha realizado un muestreo durante un día de producción con la finalidad de saber cuántas veces se altera la proporción.

*Tabla n.º 12: Muestreo de Batchs mezclados*

Hora	Batch	Arena Gruesa (latas)	Piedra ½" (latas)	Condición
7:20 a.m.	3 Bolsas	9	18	OK
7:45 a.m.	3 Bolsas	9	18	OK
8:10 a.m.	2 Bolsas	6	13	OBS
8:40 a.m.	2 Bolsas	6	12	OK
9:05 a.m.	2 Bolsas	6	14	OBS
9:50 a.m.	3 Bolsas	9	19	OBS
10:20 a.m.	3 Bolsas	9	18	OK
10:55 a.m.	3 Bolsas	9	17	OBS
11:15 a.m.	2 Bolsas	6	12	OK
11:35 a.m.	2 Bolsas	6	12	OK

*Fuente: Elaboración Propia*

Por lo tanto, de modo preliminar se deduce que 4/10 de los batchs preparados tienen alguna alteración. Representado el 40%.

Como se ha podido observar, en su mayoría los errores son por exceso, generando costos asociados a piedra de ½”.

*Tabla n.º 13: Equivalencia de Piedra ½”*

m3	Latas
1	60

*Fuente: Elaboración Propia*

Teniendo un promedio de 4 latas en exceso por día, al mes serían 104 latas/mes.

*Tabla n.º 14: Costo por latas en exceso*

Material	Exceso (m3/mes)	Costo (S/ mes)	Costo Total (S/)
Piedra ½”	104/60=1.73	33.00	<b>57.09</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

#### - **Falla de equipos**

Se ha reportado también que el sistema de dosificación de agua automático se descontrola o se avería. Aunque no es muy frecuente este inconveniente, genera largos periodos de reparación (hasta 1 mes), pues la pieza que se cambia la traen de lima.

Durante todo el periodo que el equipo está inoperativo se abastece el agua manualmente con balde, dando lugar nuevamente a una desproporción de mezcla.

El costo en que se incurre por este inconveniente lo estimaremos a partir de las salidas no conformes por alteración de la proporción de agua en la mezcla, que durante el año se registraron como indica a continuación:

Tabla n.º 15: SNC por mezcla seca

SNC	FECHA	POSTE	CANT.	BOLSAS
010-2018	06/04/18	13/400/180/375	02	12
012-2018	12/04/18	9/200/150/285	01	2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n.º 16: Costo materiales por reproceso

MATERIAL	CANT.	PRECIO (S/)	COSTO TOTAL (S/ bolsa)
Cemento	1 Bolsa	19.02	19.02
Piedra ½"	0.1 m3	33.00	3.30
Arena Gruesa	0.05 m3	19.00	0.95
Agua	0.022 m3	5.00	0.11
			<b>23.38</b>

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, el costo de reprocesar 12 bolsas de cemento es de: S/280.56. Estimado mensualmente es de **S/ 70.14**

### C. POCO CONTROL DURANTE EL PROCESO DE FABRICACIÓN

#### - Falta de Tiempo y Organización

El responsable de Calidad realiza otras tareas de apoyo a otros procesos de la organización. Por ello no está permanentemente en planta, por lo que durante su ausencia no se realizan los controles de calidad, sobretodo de seguimiento al proceso productivo; cabe mencionar que este control de calidad requiere una persona casi permanente en campo e incluso cuando el Jefe de calidad está en planta no se llevan a cabo todos los controles porque no tiene una planificación de actividades.

En este punto se puede considerar el tiempo que emplean otras personas para apoyar al Jefe de Calidad:

- Responsable Gestión Ambiental      2 Horas/día
- Auxiliar de Operaciones                ½ Hora/día
- Guardián                                      ½ Hora/día
- Total al día (aprox)                    3 Horas/día

Las tres personas reciben la misma remuneración: Jornal Básico 930.00 soles/mes, por lo tanto, el costo por hora es de S/ 4.47.

*Tabla n.º 17: Costo por apoyo de otros puestos*

TIEMPO EMPLEADO (hrs/mes)	COSTO (S/ hora)	COSTO TOTAL (S/ mes)
3*26= 78	4.47	<b>348.66</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

- **No se han definido controles específicos**

Se tiene identificados los puntos del proceso productivo donde es necesario implementar controles, pero aún no se han definido ni establecido efectuar estos controles.

Por lo que se tienen varias observaciones durante el proceso, las mismas que se corrigen cuando se detectan, pero no se registran pues no llegan a ser salidas no conformes.

Así se tienen:

- Variación en separación de estructura y molde ( $\neq$  2.5cm)
- Falta de pines aéreos según diseño
- Diámetros de punta y base no corresponden a lo establecido
- No se ha colocado marca interna en estructura
- Placas no coinciden con parrillas
- Conteo de latas erróneo
- Pines aéreos cerrados
- Etc.

El costo asociado corresponde a asignar un supervisor o parte de tiempo de un practicante para que monitoree todas estas observaciones permanentemente. Por lo tanto, el monto es de media jornada **S/ 465.00 por mes.**

- **Inexistencia de Formatos**

No se ha creado documentación para el control de la producción, esto está asociado con el problema anterior ya que nuevamente se incide en que no hay un supervisor de campo, y si se crean formatos no se van a aplicar con periodicidad y menos darles seguimiento.

El costo de la carencia de formatos asciende a un 20% del jornal básico, ya que sin ellos el trabajo es desorganizado y no hay un patrón con el que cuantificar: **S/186.00 por mes.**

**D. INDICADOR DE SNC NO CONFIABLE AL 100%**

- **No hay supervisión constante**

Al no haber un supervisor de campo los controles en producción son monitoreados sin un adecuado seguimiento. Por lo que la mayoría de SNC reportadas pasa como primer filtro al Jefe de cuadrilla, quien de acuerdo a la gravedad notifica al Jefe de Calidad o en su ausencia al Jefe de Operaciones (Planificación)  
El costo por falta de supervisión es el de los reprocesos de las SNC.

En el mes hay en promedio 1 reproceso de SNC, que se refiere a demoler el poste, recuperar la estructura y volver a llenar.

Estimamos que este poste sea de 9 metros, entonces al mes son 2 bolsas en reproceso, lo que asciende a **S/ 46.76 por mes.**

- **Falta de Concientización del personal de producción**

Como ya se ha mencionado anteriormente, en la mayoría de las ocasiones es el mismo personal operativo el que reporta que un poste ha presentado defectos, esto lógicamente acarrea un descuento a la cuadrilla que ha tenido una SNC (siempre y cuando la causa sea responsabilidad de la mala operación). Por lo que tienden a no reportar todas las SNC por el temor del descuento, decisión errónea y completamente perjudicial ya que

al no reportar el poste se libera conforme y pasa a almacén apto para despacho.

Durante el año 2017 se encontraron 3 postes en almacén P.T. (SNC) que no habían sido reportados, todos de 13 metros. El resultado de ello fue que 2 de ellos se descartaron. El costo de estos postes es del 65% de su precio de lista: S/ 1222.00.

Prorratedo mensual el costo es de **S/ 101.83 por mes.**

### 3.3.2 Diagrama de Pareto:

Ya que todas las causas identificadas en el diagrama de ishikagua están valorizadas, utilizaremos una tabla de ponderación de las mismas para elaborar un diagrama de Pareto, que nos permita ubicar las causas más importantes.

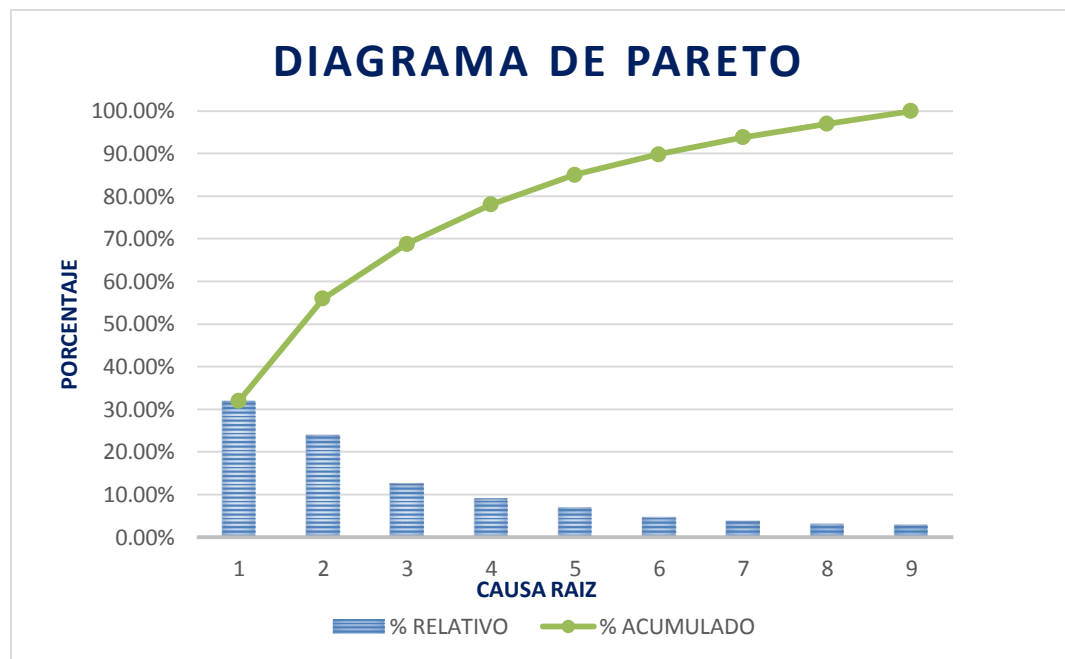
*Tabla n.º 18: Ponderación de Causas Raíces*

Nº	Causa Raíz	Costo (S/ mes)	% Relat.	% Acum.
1	No se han definido controles específicos	465.00	32.00%	32.00%
2	Falta de Tiempo y Organización	348.66	23.99%	55.99%
3	Inexistencia de Formatos	186.00	12.80%	68.79%
4	Falta de Presupuesto para renovación de equipos	134.13	9.23%	78.02%
5	Falta de Concientización del personal de producción	101.83	7.01%	85.03%
6	Falla de equipos	70.14	4.83%	89.86%
7	No existe un sistema de abastecimiento estandarizado.	57.09	3.93%	93.79%

8	No hay supervisión constante	46.76	3.22%	97.01%
9	Inexistencia de un programa de mantenimiento para equipos de control de calidad	43.52	2.99%	100.00%
<b>TOTAL</b>		<b>S/ 1'453.13</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Elaboración Propia

Figura n.º 11: Diagrama de Pareto PNSA



Fuente: Elaboración Propia

Del gráfico se puede inferir que el 80% de los problemas se deben principalmente a las siguientes causas:

- No se han definido controles específicos
- Falta de Tiempo y Organización
- Inexistencia de Formatos
- Falta de Presupuesto para renovación de equipos

### 3.3.3 Matriz de Indicadores:

Se planteará una propuesta de mejora para disminuir estas causas raíces, tal como se muestra a continuación:

Tabla n.º 19: Indicadores actuales vs indicadores propuestos

Causa Raíz	Descripción	Indicador	Fórmula	Valor Actual	Valor Meta	Herramienta
No se han definido controles específicos	No se tienen definidos los controles a aplicar en el seguimiento al proceso productivo	Estructuras Conformes	$\frac{\text{Estructuras Conformes}}{\text{Total estructuras producidas}} \times 100$	No se controla	98%	- Gestión de procesos (BPM)
		Batches Conformes	$\frac{\text{batches conformes}}{\text{Total de batches diarios}} \times 100$	60%	90%	- Plan de Capacitación
		Salidas No Conformes	<i>Nº de Salidas No Conformes al mes</i>	6	3	- Buenas prácticas de manufactura (BPM) - Capacitación en BPM
Falta de Tiempo y Organización	No se tiene organizado las actividades a realizar y la oportunidad de las mismas.	Cumplimiento de actividades	$\frac{\text{Actividades cumplidas}}{\text{Actividades Planificadas}} \times 100$	No se planifica	95%	- Estudio de tiempos. - MOF de operaciones.
Inexistencia de Formatos	No se cuenta con formatos para control de producción.	Existencia de Formatos de Control de Producción	<i>Nº formatos para control del proceso productivo</i>	0	2	- Formatos de control.



Falta de Presupuesto para renovación de equipos	No se tiene asignado un presupuesto independiente para mantenimiento de equipos de control de calidad	Asignación de Presupuesto para mantenimiento preventivo de equipos	<i>Monto asignado para mantenimiento de equipos de calidad</i>	S/ 0.00	S/ 426.25	- Plan de mantenimiento preventivo para equipos de calidad
-------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	---------	-----------	------------------------------------------------------------

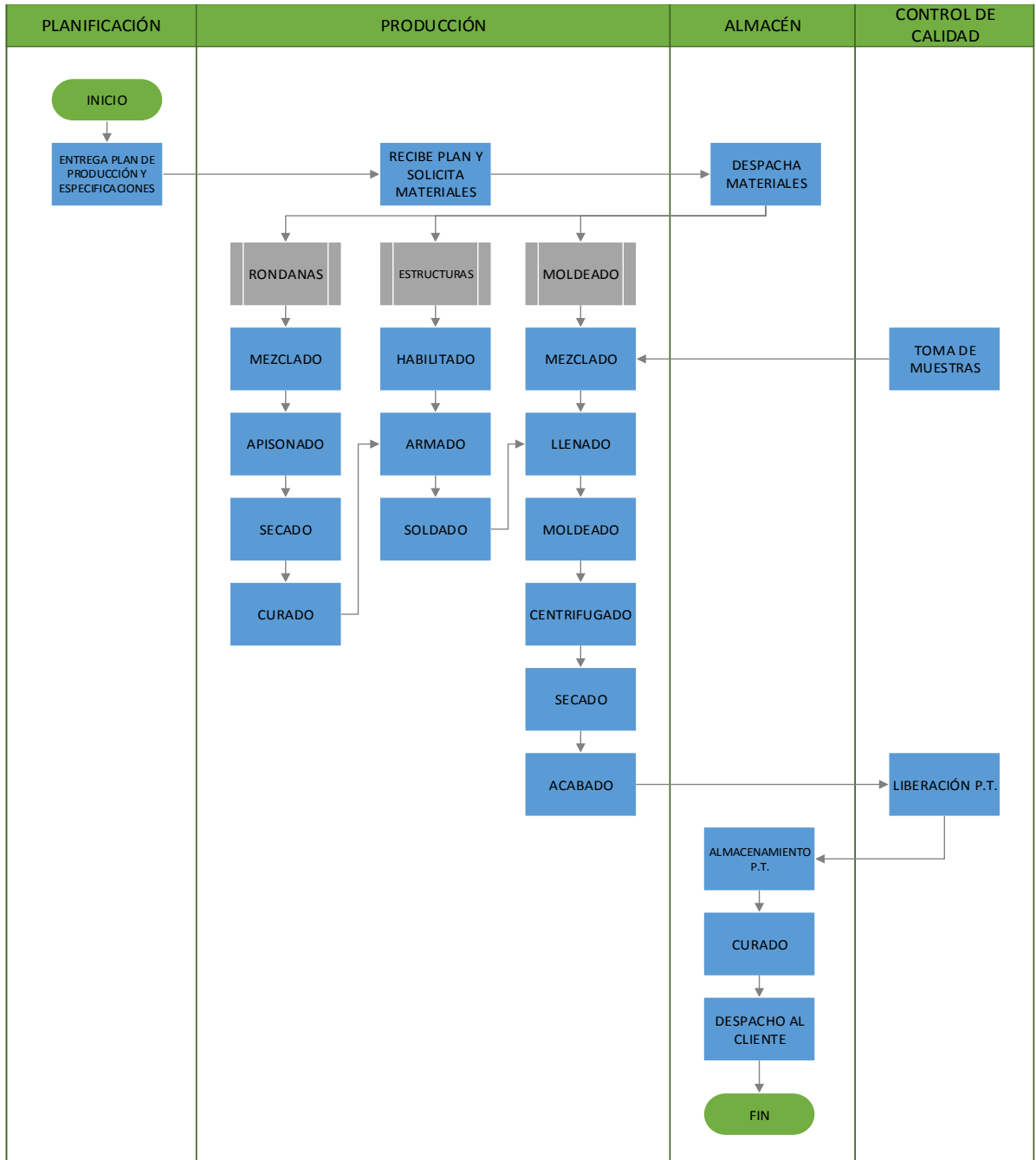
*Fuente: Elaboración Propia*

# **CAPÍTULO 4: SOLUCIÓN PROPUESTA**

### 4.1 Gestión de Procesos (BPM= Business Process Management)

Si bien es cierto que la empresa tiene definidos todos los procesos de la organización, en esta parte le pondremos énfasis a los procesos que se desarrollan en planta y a los sub-procesos que enmarcan la producción. Tenemos así los procesos de: planificación, producción (rondanas - estructuras - moldeado), almacén (M.P. – P.T.) y control de calidad.

Figura n.º 12: Flujograma de operaciones en planta



Fuente: Elaboración Propia

También se ha elaborado una matriz de interacción de los procesos clave, la misma que permite ver cómo se relacionan los procesos.

Figura n.º 13: Matriz de interacción de procesos clave

DE \ A	VENTAS	PLANIFICACIÓN	PRODUCCIÓN	ALMACÉN	CONTROL DE CALIDAD
<b>VENTAS</b>		- Órdenes de Trabajo - Diseños de Cliente - Especificaciones	-	- Consulta nivel de stock	- Solicitud de protocolos
<b>PLANIFICACIÓN</b>	- Consultas sobre estado de pago de órdenes		- Plan de producción - especificaciones	-	- Programación de pruebas de calidad - órdenes de trabajo
<b>PRODUCCIÓN</b>	-	- Reporte de producción diario		- Vale de salida de materiales - Producto Terminado	- Muestras - Producto en proceso
<b>ALMACÉN</b>	- Ingreso de despachos al sistema	- Nivel de Stocks - Requerimiento de materiales	- Materiales y herramientas		- Producto terminado - Equipos
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	- Protocolos y Actas	- Reporte de poste liberados - Reporte de SNC	- Resultado de ensayos	- Vale de Salida de Materiales	

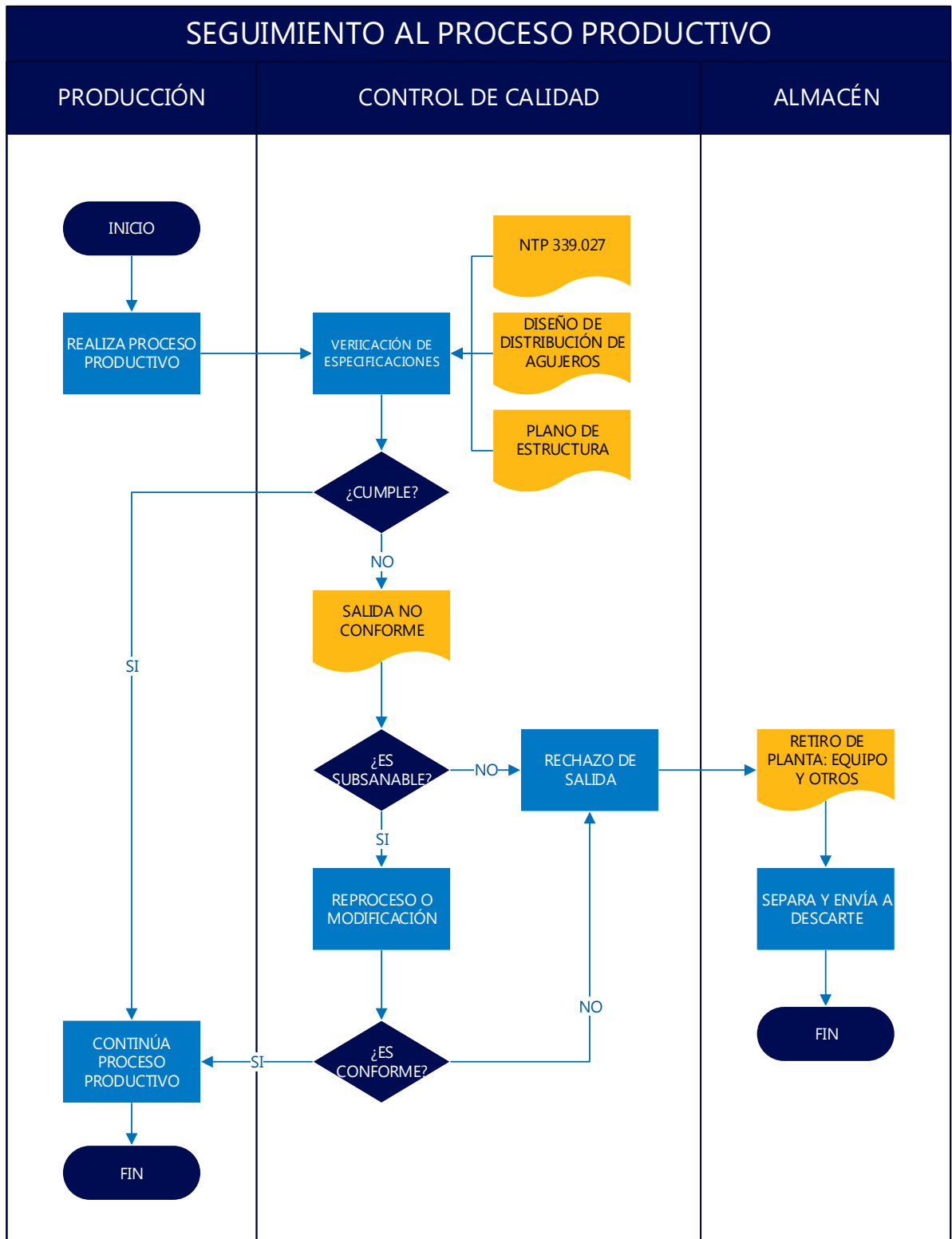
**SALIDAS →**

**ENTRADAS →**

Fuente: Elaboración Propia

Se ha esquematizado el proceso productivo y su interacción con el proceso de calidad mediante el siguiente flujograma.

Figura n.º 14: Seguimiento al proceso productivo



Fuente: Elaboración Propia

Se medirán indicadores KPIs en los sub-procesos para tener mejor control de las salidas no conformes.

- a. % Conformidad de estructuras

$$\frac{\text{Estructuras Conformes}}{\text{Total estructuras producidas}} \times 100$$

- b. % conformidad de mezcla

$$\frac{\text{Batchs conformes}}{\text{Total batchs inspeccionados}} \times 100$$

- c. % conformidad de P.T.

$$\frac{\text{Postes Conformes}}{\text{Total postes producidas}} \times 100$$

#### 4.2 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)

Se plantea la elaboración de un manual de buenas prácticas de manufactura para el proceso clave de producción, el mismo que se detallará de acuerdo a los sub-procesos.

**a. Rondanas**

Responsable de supervisión: Jefe de Operaciones y Jefe de Calidad

Personal a evaluar: Jefe de Cuadrilla

Lista de BPM:

- Revisar estado de rondanera antes de iniciar actividades.
- Adicionar el agua sólo con el recipiente que tenga señalizada su capacidad.
- No apilar más de 10 rondanas frescas por columna.
- Colocar las rondanas en zona de curado sólo cuando estén secas.

**b. Soldadura**

Responsable de supervisión: Jefe de Operaciones y Jefe de Calidad

Personal a evaluar: Jefe de Cuadrilla y Soldadores

Lista de BPM:

- Cargar las varillas de fierro como mínimo 3 personas.
- Señalizar zona cuando se retire varillas de fierro, de modo tal que los transeúntes no se aproximen a la zona de tránsito de material. Trasladar como máximo 15 varillas.
- Escuadrar las varillas de fierro desde la platina colocada para tal fin, asegurando los 2.5 cm.
- Durante el soldado de estructuras permanecer con la mascarilla con filtro para evitar inhalar vapores.
- Revisar que las estructuras cuenten con marca interna antes de almacenarlas.
- No bajar la estructura haciéndola girar desde la mesa hasta el piso, bajarla siempre sujetándola entre 2 a 3 personas.

**c. Moldeado**

Responsable de supervisión: Jefe de Operaciones y Jefe de Calidad

Personal a evaluar: Jefe de Cuadrilla, Mezcleros, Operario de Tecele, Obrero de acabados y obreros de apoyo.

Lista de BPM:

- Los instrumentos de medición deben estar debidamente calibrados, mínimo con una frecuencia anual.
- Toda máquina a emplear debe revisarse al inicio de la jornada, si se encuentra alguna anomalía reportarlo al jefe de cuadrilla.
- Las salidas que serán re-procesadas se deben manejar de la misma manera que todas las demás salidas, además deben identificarse al termino del acabado y ser separadas del lote hasta que superen la prueba interna a 7 días.

Mezclado

- Tanto los mezcleros como obreros de apoyo deben conocer la proporción de mezcla con la que se trabaja. Y ésta debe estar exhibida en el punto de uso para evitar errores.

Figura n.º 15: Letrero colocado en mezcladora con dosificación de mezcla



Fuente: Elaboración Propia

- Las bolsas de cemento vacías deben almacenarse temporalmente al costado de la zona de ensayos y al final del día disponerlas por grupos en la zona adecuada.
- No se deben dejar bolsas de cemento abiertas al final de la jornada pues el cemento se endurece, las bolsas que durante su recepción o traslado se rompan deben ser utilizadas inmediatamente en mezclado.
- En horas de refrigerio dejar limpias las carretillas y mezcladora.

#### Llenado

- Los moldes deben estar libres de concreto o cualquier suciedad antes de ser untados con la mezcla desmoldante, esto con la finalidad de minimizar porosidades en el poste desmoldado.
- Se debe revisar los pines metálicos (hilos, concentricidad) y pernos, antes de emplearlos en la producción, separando aquellos que no cumplan lo requerido.
- La mezcla que cae al suelo debe ser recogida cada 3 llenadas como máximo para ser reprocesada, separando cualquier papel o alambre que pueda estar inmersa en la mezcla.



- Al tapar el molde se debe asegurar que no haya restos de mezcla sobre las platinas.
- No se debe realizar la actividad empernado dentro de la zona de centrifugado, aun cuando la centrífuga se encuentre apagada.

#### Centrifugado

- Revisar que las pistas y chumaceras estén alineadas.
- Colocar la guarda cada vez se centrifugue un poste.
- No alimentar la punta del poste durante el centrifugado.

#### Secado

- Antes de colocar la manguera de vapor, abrir la válvula para el desfogue de agua. Luego instalar manguera utilizando el portamangueras sellando las bases con bolsa de papel humedecida, debe reposar durante 15 a 20 min a una temperatura baja y luego subir temperatura hasta culminar el tiempo de secado.

#### Desmolde

- No retirar los pernos antes de culminado el secado.
- Al desmoldar fijarse que el perno de puesta a tierra haya sido retirado.
- Levantar la tapa del molde de 2 puntos de apoyo como mínimo y evitar golpear la base.
- No desmoldar producto que a pesar del tiempo de secado culminado permanezca sin compactar lo suficiente.

#### Acabado

- Al manipular el producto fresco no hacerlo de los primeros pines aéreos pues puede rajarse el producto.

#### Almacenamiento

- Cuando se lleve los postes acabados a almacenamiento temporal hacerlo mediante fajas y colocar sobre listones de madera asegurado con tacos.

### 4.3 Plan de Capacitación

Se plantea realizar un programa de capacitaciones para que los colaboradores interioricen nuevos conceptos y reforzar los que ya tienen, ya que hasta ahora basan gran parte de las prácticas de producción en la experiencia que tienen en el rubro.

Las capacitaciones se realizarán según cronograma, y contarán con la participación de todo el personal de la planta, (producción y almacén P.T.) y se desarrollarán en el auditorio de la planta milagro 1.

En el caso de las capacitaciones internas serán efectuadas por personal de la propia empresa con conocimientos del tema a abordar.

Los costos asociados a estas capacitaciones se han calculado en base a la mano de obra empleada, ya que se dictarán dentro del horario de trabajo y a los gastos asociados al desarrollo de la capacitación.

Tabla n.º 20: Costo M.O de personal operativo

	REM. MENSUAL (S/)	SUELDOS AL AÑO	MONTO ANUAL (S/)	COSTO REAL MENSUAL (S/)
Personal Operativo	930	15	13950	1162.5

Fuente: Elaboración propia

Desagregamos que el costo por hora es de:

$$1162.50 / 26 \text{ días} / 8 \text{ horas} = \text{S/ } 5.59 \text{ por hora}$$

Son en total 4.5 horas x 20 trabajadores = 90 horas en capacitación

Costo de M.O. en capacitación:

$$90 \text{ horas} \times \text{S/ } 5.59 \text{ por hora} = \text{S/ } 503.10$$

Ya que se dictarán 03 capacitaciones internas, el costo de mano de obra de cada una es de: **S/167.70**

Los gastos en los que se incurre se detallan a continuación:

Tabla n.º 21: Gastos en capacitación

Descripción	Cant.	Precio (S/)	Total (S/)
Refrigerio	25	3.00	75.00
Materiales (papel, lapiceros)	25	1.00	25.00
<b>TOTAL</b>			<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

De lo anterior tenemos que el costo de capa capacitación interna es de S/ 267.70, y es el costo considerado en el siguiente cronograma.

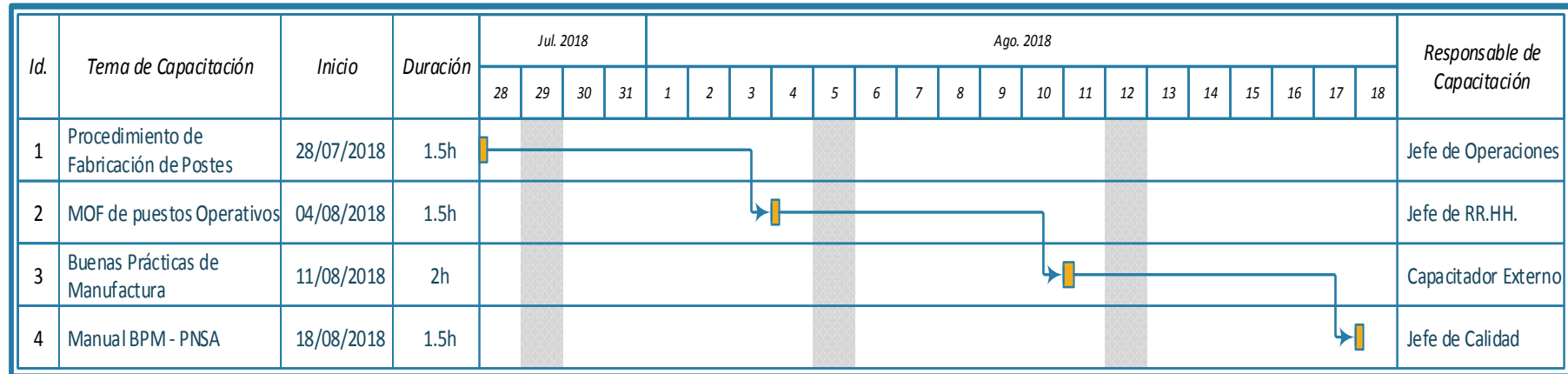
*Tabla n.º 22: Cronograma de capacitaciones planta milagro 1*

<b>Fecha</b>	<b>Tema</b>	<b>Tipo</b>	<b>Duración</b>	<b>Costo</b>
28/07/18	Procedimiento de Fabricación de Postes	Interna	1.5 Horas	S/. 267.70
04/08/18	MOF de puestos operativos	Interna	1.5 Horas	S/. 267.70
11/08/18	Buenas prácticas de manufactura	Externa	2 Horas	S/. 350.00
18/08/18	Manual de buenas prácticas de manufactura PNSA	Interna	1.5 Horas	S/. 267.70

*Fuente: Elaboración Propia*

Por lo tanto, la inversión total en capacitación es de **S/. 1'153.10**

Figura n.º 16: Gantt de Capacitaciones Programadas



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4 Estudio de Tiempos

Para calcular el número de observaciones a tomar se ha calculado en base a la producción mensual de junio alcanzada como dato por Postes del Norte S.A., esta producción fue de 416 postes (de todos los tipos).

*Tabla n.º 23: Calculo tamaño de muestra para estudio de tiempos*

POSTES A MUESTREAR EN ESTUDIO DE TIEMPO		
N=	416	<i>postes producidos Junio</i>
NC=	80%	
e=	10.0%	
Z=	1.28	
p=	0.5	
q=	0.5	
n=	$\frac{170.39}{4.56}$	<b>n= 37</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

La cantidad a muestrear corresponde a la producción de un día por lo que se solicitó a la empresa acompañar durante toda la jornada a los trabajadores de producción para tomar tiempos del desarrollo de sus actividades.

La toma de tiempos se realizó el día 10/07, observando los tiempos que toma cada actividad en los subprocesos de rondanas, estructuras y moldeado; además se registró la producción alcanzada en ese día por cada uno de los subprocesos.

Debido a que tenía como limitante que sólo era un observador para tomar tiempos en los 3 frentes de trabajo y que la producción es en simultáneo incluso dentro de un sub-proceso se ha utilizado la tabla de Westinghouse para dar seguimiento unitario a un número de postes, adicional del consolidado producido durante el día.

Figura n.º 17: Tabla Westinghouse

Cuando el tiempo por pieza o ciclo es:	Número mínimo de ciclos a estudiar		
	Actividad más de 10,000 por año	1,000 a 10,000	Menos de 1,000
1.000 horas	5	3	2
0.800 horas	6	3	2
0.500 horas	8	4	3
0.300 horas	10	5	4
0.200 horas	12	6	5
0.120 horas	15	8	6
0.080 horas	20	10	8
0.050 horas	25	12	10
0.035 horas	30	15	12
0.020 horas	40	20	15
0.012 horas	50	25	20
0.008 horas	60	30	25
0.005 horas	80	40	30
0.003 horas	100	50	40
0.002 horas	120	60	50
Menos de 0.002 horas	140	80	60

Fuente: Roberto García Criollo, *Medición del trabajo*. Pág. 32

La producción total del día fue de 45 postes de 9mts con diámetro en la cima 120mm. Se recopilaron datos en moldeado del avance durante el día, teniendo los siguientes datos.

Tabla n.º 24: Tiempo unitario por poste

	1ra Parte	2da parte	3ra parte
hora inicio	05:20:00	09:30:00	01:35:00
hora fin	09:00:00	12:50:00	05:45:00
tiempo total	03:40:00	03:20:00	04:10:00
Producción (und)	15	14	16
tiempo (min/und)	00:14:40	00:14:17	00:15:37

Fuente: *Elaboración propia*

Por lo tanto, tenemos un tiempo promedio de 14:52 minutos/poste.

### a. Rondanas

En este sub-proceso se preparan rondanas de acuerdo a la programación semanal, pero se realiza un solo tipo por día, en este caso se ha observado la producción de rondanas de 6.5cm. Se han trabajado con 4 bolsas de cemento. Cada bolsa se prepara con la proporción establecida en seco, pero el agua se adiciona en 2 partes a cada mitad de la mezcla, esto para evitar que se seque durante el procesamiento de las rondanas.

Figura n.º 18: Tiempos tomados en sub-proceso rondanas

Actividad	Símbolo					Nº operarios	Tiempo (min)
	●	■	◐	➔	▼		
Prepara mezcla en seco.	■					1	00:02:50
Separa en mitades.	■					1	00:02:52
Agrega agua a primera mitad.	■					1	00:07:26
Bate para uniformizar mezcla.	■					1	00:01:26
Verifica consistencia de la mezcla.		■				1	00:02:24
Agrega primera capa de mezcla.	■					1	00:06:43
Compacta con mazo.	■					1	00:12:14
Agrega segunda capa de mezcla.	■					1	00:04:33
Compacta con mazo.	■					1	00:09:36
Agrega última capa de mezcla.	■					1	00:03:36
Compacta con mazo.	■					1	00:09:36
Retira mezcla excedente.			■			1	00:05:02
Desmolda rondanas frescas.	■					1	00:03:36
Coloca rondanas en mesa de secado.	■					1	00:00:28

Fuente: Elaboración propia

De lo anterior se ha calculado el porcentaje de cada tipo de actividad.

Tabla n.º 25: Porcentaje por tipo de actividad en rondanas

Tipo	Cantidad	Porcentaje
Operación	12	85.7%
Inspección	1	7.1%
Demora	1	7.1%
Traslado	0	0.0%
Almacenamiento	0	0.0%
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

## b. Estructuras

En estructuras se ha observado los tiempos empleados notando que este proceso realiza el habilitado del material a emplear para toda la producción del día y las actividades repetitivas por cada tipo de poste inician desde la disposición de varillas en la matriz.

*Figura n.º 19: Tiempos tomados en sub-proceso estructuras*

Actividad	Símbolo					Nº operarios	Tiempo (min)
	●	■	◐	➔	▼		
Traslado de varillas de fierro a mesa				■		3	00:25:00
Corte de varillas según tipo poste	■					2	00:18:30
Rolado de alambón	■					1	00:33:10
Rolado de alambre 8	■					1	00:15:40
Separación de amarres de alambre 16	■					1	00:15:20
Espiral de pines aéreos	■					1	00:18:10
Corte de anillos de alambón	■					2	00:35:15
Corte pines aéreos	■					1	00:18:00
traslado de rondanas				■		1	00:05:50
Colocación de rondanas en varillas	■					1	00:33:50
Disposición de varillas en matriz	■					2	00:02:50
Escuadrado de varillas	■					1	00:00:30
Soldado de anillos punta y base	■					2	00:03:35
Soldado de pines aéreos	■					1	00:04:10
Amarre de anillos	■					2	00:05:12
traslado a zona de espiral				■		2	00:00:12
Colocación de espiral	■					1	00:01:37
Colocación de marca interna	■					1	00:00:14
Almacenamiento temporal					▼	3	00:00:50

*Fuente: Elaboración propia*

De lo anterior se ha calculado el porcentaje de cada tipo de actividad.

*Tabla n.º 26: Porcentaje por tipo de actividad en estructuras*

Tipo	Cantidad	Porcentaje
Operación	15	78.9%
Inspección	0	0.0%
Demora	0	0.0%
Traslado	3	15.8%
Almacenamiento	1	5.3%
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Elaboración propia*



## b. Moldeado

En moldeado se ha hecho seguimiento a seis postes desde el inicio de las actividades de preparación hasta el almacenamiento temporal, pero cabe resaltar que en esta etapa trabajan 12 personas que en simultaneo van realizando varias labores que contribuyen a disminuir en gran medida este tiempo y la producción finalmente va en serie.

Figura n.º 20: Tiempos tomados en sub-proceso moldeado

Actividad	Símbolo					Nº operarios	Tiempo (min)
	●	■	◐	➔	▼		
Traslado de molde a producción				■		1	00:00:50
Colocación tapa en banco de llenado	■					1	00:00:47
Limpieza molde 1era tapa	■					1	00:03:47
Traslado de estructura				■		3	00:01:09
Colocación de estructura	■					3	00:00:23
Preparación mezcla	■					4	00:03:12
Corte de pines aéreos	■					2	00:04:25
Colocación de pin puesta a tierra	■					1	00:00:34
Limpieza de carretillas	■					2	00:00:34
Vaciado de mezcla y llenado	■					3	00:05:51
Moldeado	■					2	00:04:55
Limpieza 2da tapa	■					1	00:02:14
colocación de cheques	■					1	00:01:56
Colocación 2da tapa	■					1	00:00:23
Empernado	■					6	00:03:32
Traslado a centrifugado				■		1	00:00:54
Centrifugado	■					0	00:07:52
Traslado a secado				■		1	00:02:42
Secado a vapor			■			0	02:00:00
Desempinado	■					3	00:03:06
Desmolde 1ra tapa	■					2	00:49:00
Desmolde 2da tapa	■					2	00:01:10
Acabado	■					2	00:25:43
Traslado P.T. a almacén temporal				■		1	00:00:50
Almacenamiento temporal					■	1	00:00:41

Fuente: Elaboración propia

De lo anterior se ha calculado el porcentaje de cada tipo de actividad.

*Tabla n.º 27: Porcentaje por tipo de actividad en moldeado*

Tipo	Cantidad	Porcentaje
Operación	18	72.0%
Inspección	0	0.0%
Demora	1	4.0%
Traslado	5	20.0%
Almacenamiento	1	4.0%
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Como ya se ha mostrado en las tablas anteriores no hay un porcentaje representativo de actividades de inspección o verificación y es por ello que se ha clasificado las actividades antes enlistadas en críticas y no críticas para poder elaborar una propuesta de cronograma de inspección en los puntos más relevantes de la producción basado en las causas de las salidas no conformes que hasta ahora se han presentado.

*Figura n.º 21: Clasificación de actividades en rondanas*

Actividad	Critico: C No Crítico: NC
Prepara mezcla en seco.	NC
Separa en mitades.	NC
Agrega agua a primera mitad.	NC
Bate para uniformizar mezcla.	NC
Verifica consistencia de la mezcla.	C
Agrega primera capa de mezcla.	NC
Compacta con mazo.	NC
Agrega segunda capa de mezcla.	NC
Compacta con mazo.	NC
Agrega última capa de mezcla.	NC
Compacta con mazo.	NC
Retira mezcla excedente.	NC
Desmolda rondanas frescas.	C
Coloca rondanas en mesa de secado.	C

*Fuente: Elaboración propia*

Figura n.º 22: Clasificación de actividades en estructuras

Actividad	Critico: C No Crítico: NC
Traslado de varillas de fierro a mesa	NC
Corte de varillas según tipo poste	C
Rolado de alambrón	NC
Rolado de alambre 8	NC
Separación de amarres de alambre 16	NC
Espiral de pines aéreos	NC
Corte de anillos de alambrón	NC
Corte pines aéreos	NC
traslado de rondanas	NC
Colocación de rondanas en varillas	C
Disposición de varillas en matriz	NC
Escuadrado de varillas	NC
Soldado de anillos punta y base	C
Soldado de pines aéreos	C
Amarre de anillos	C
traslado a zona de espiral	NC
Colocación de espiral	NC
Colocación de marca interna	NC
Almacenamiento temporal	C

Fuente: Elaboración propia

Figura n.º 23: Clasificación de actividades en moldeado

Actividad	Critico: C No Crítico: NC
Traslado de molde a producción	NC
Colocación tapa en banco de llenado	NC
Limpieza molde 1era tapa	NC
Traslado de estructura	C
Colocación de estructura	C
Preparación mezcla	C
Corte de pines aéreos	C
Colocación de pin puesta a tierra	C
Limpieza de carretillas	NC
Vaciado de mezcla y llenado	NC
Moldeado	C
Limpieza 2da tapa	NC
colocación de cheques	C
Colocación 2da tapa	NC
Empernado	NC
Traslado a centrifugado	NC
Centrifugado	NC
Traslado a secado	NC
Secado a vapor	NC
Desempernado	NC
Desmolde 1ra tapa	C
Desmolde 2da tapa	C
Acabado	C
Traslado P.T. a almacén temporal	NC
Almacenamiento temporal	NC

*Fuente: Elaboración propia*

Por lo tanto, tenemos una lista de actividades Críticas que requieren inspección periódica utilizando formatos de control que también se crearán dentro de la propuesta de esta tesis.

Recursos a emplear para las inspecciones:

- 2 horas al día del Jefe de Calidad
- Formatos de Control
- Lapicero
- Wincha

Tabla n.º 28: Cronograma de inspección de actividades del proceso productivo

	Actividad	LUN.	MAR.	MIÉ.	JUE.	VIE.	SÁB.
ROND	Verifica consistencia de la mezcla.	X		X		X	
	Desmolda rondanas frescas.	X		X		X	
	Coloca rondanas en mesa de secado.	X		X		X	
ESTR	Corte de varillas según tipo poste	X		X		X	
	Colocación de rondanas en varillas	X		X		X	
	Soldado de anillos punta y base	X		X		X	
	Soldado de pines aéreos	X		X		X	
	Amarre de anillos	X		X		X	
	Almacenamiento temporal	X		X		X	
MOLD	Traslado de estructura		X		X		X
	Colocación de estructura		X		X		X
	Preparación mezcla		X		X		X
	Corte de pines aéreos		X		X		X
	Colocación de pin puesta a tierra		X		X		X
	Moldeado		X		X		X
	colocación de cheques		X		X		X
	Desmolde 1ra tapa		X		X		X
	Desmolde 2da tapa		X		X		X
	Acabado	X	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5 MOF de Operaciones

Para que cada colaborador conozca sus responsabilidades se ha diseñado un MOF de los puestos operativos, el cual se debe distribuir para conocimiento del personal, y capacitarlos en sus puestos de trabajo.

##### a. JEFE DE CUADRILLA

###### FUNCIÓN GENERAL

- Realizar y dirigir con eficiencia el proceso de fabricación de productos, así como asegurar su óptima calidad.

###### FUNCIONES ESPECÍFICAS

- Mantener el buen ánimo de los colaboradores, supervisando la producción junto a ellos.
- Reportar a su jefe inmediato las ocurrencias dentro de la labor cotidiana.
- Hacer cumplir la programación y acuerdos tomados en las reuniones de coordinación que se lleva a cabo con el Jefe de Operaciones.

- Coordinar con las demás áreas para que se desarrolle las actividades programadas, así como hacer cumplir los horarios establecidos.
- Distribuir el personal en los puestos y tareas a desarrollar.
- Desarrollar pausas activas, sin que esto afecte el desarrollo de las actividades y programaciones de producción establecidos.
- Supervisar que los procesos productivos establecidos se cumplan a cabalidad en todo momento y bajo cualquier circunstancia.
- Apoyar con el uso adecuado y racional de los EPP y las normas de seguridad establecidos.
- Reportar las Salidas No Conformes de su proceso.
- Elaborar reporte de producción diario.
- Cumplir la política, objetivos y procedimientos del SGC, SGSST y SGA.
- Asegurarse de que el proceso esté generando y proporcionando las salidas previstas.
- Asegurarse de que se promueve el enfoque al cliente entre su personal.
- Asegurarse de que la integridad del SGC se mantienen cuando se planifican e implementan cambios en la organización.

#### RELACIONES JERÁRQUICAS

REPORTA A:	Jefe de Operaciones
SUPERVISA A:	- Mezclero - Soldador - Obrero de Acabados - Operario Tecele - Obreros de Apoyo
REEMPLAZADO POR:	No Aplica
REEMPLAZA A:	No Aplica

COMPETENCIAS Y PERFIL DEL PUESTO: *Las competencias para el puesto en educación, formación o experiencia son:*

EDUCACIÓN	Estudios primarios concluidos.
EXPERIENCIA	03 años como obrero o 01 año como jefe de cuadrilla.
FORMACIÓN	Capacitaciones en seguridad y salud en el trabajo.

## b. OPERARIO TECLE

### FUNCIÓN GENERAL

- Realizar el correcto traslado de moldes y postes en la zona de moldeado.

### FUNCIONES ESPECÍFICAS

- Inspeccionar y verificar el correcto funcionamiento del tecele.
- Reportar al jefe de inmediato los fallos que presente el tecele.
- Facilitar a la producción el traslado de moldes dentro de la zona de trabajo.
- Apilar los postes acabados en el almacén temporal asegurándolos con tacos.
- Verificar periódicamente los listones de madera.
- Velar por el cuidado de las herramientas de trabajo, entregándolas al guardián al final de la jornada.
- Cumplir la política, objetivos y procedimientos del SGC, SGSST y SGA.
- Realizar sus actividades con compromiso, eficacia y manteniendo el enfoque al cliente.

### RELACIONES JERÁRQUICAS

REPORTA A:	Jefe de Cuadrilla
SUPERVISA A:	No Aplica
REEMPLAZADO POR:	Personal capacitado
REEMPLAZA A:	No Aplica

COMPETENCIAS Y PERFIL DEL PUESTO: *Las competencias para el puesto en educación, formación o experiencia son:*

EDUCACIÓN	Secundaria Completa culminada.
EXPERIENCIA	01 año en puestos similares.
FORMACIÓN	Capacitaciones en uso y manejo de tecles.

### c. MEZCLERO

#### FUNCIÓN GENERAL

- Garantizar la correcta dosificación de la mezcla y proporcionar las cantidades solicitadas para la producción de postes.

#### FUNCIONES ESPECÍFICAS

- Verificar que el agregado cumpla con las especificaciones técnicas.
- Preparar la mezcla respetando la dosificación de las materias primas para un concreto óptimo.
- Dar mejor uso a las mermas.
- Procurar el orden y limpieza en su zona de trabajo disponiendo adecuadamente las bolsas vacías de cemento.
- Velar especialmente por el cuidado de las máquinas y herramientas de trabajo, dejándolas limpias al final de la jornada.
- Cumplir la política, objetivos y procedimientos del SGC, SGSST y SGA.
- Realizar sus actividades con compromiso, eficacia y manteniendo el enfoque al cliente.

#### RELACIONES JERÁRQUICAS

REPORTA A:	Jefe de Cuadrilla
SUPERVISA A:	Obreros de Apoyo
REEMPLAZADO POR:	Obreros de Apoyo Capacitados
REEMPLAZA A:	No Aplica

COMPETENCIAS Y PERFIL DEL PUESTO: *Las competencias para el puesto en educación, formación o experiencia son:*

EDUCACIÓN	Estudios Primarios Concluidos.
EXPERIENCIA	01 año en trabajos de construcción o similares.
FORMACIÓN	Capacitaciones en seguridad y Salud en el Trabajo.



#### d. SOLDADOR

##### FUNCIÓN GENERAL

- Armado de estructuras de acuerdo a los planos de estructura y requerimientos adicionales del cliente.

##### FUNCIONES ESPECÍFICAS

- Revisar el estado de los equipos de soldar al iniciar y terminar la jornada y Velar especialmente por el cuidado de las máquinas y herramientas de trabajo.
- Revisar longitudes según el plano antes de soldar la estructura.
- Armar estructuras de acuerdo a las normas técnicas vigentes.
- Realizar buen manejo de los recursos.
- Cumplir con el plan de producción semanal.
- Mantener el área ordenada, con acceso libre de obstáculos y cada herramienta en su lugar.
- Cumplir la política, objetivos y procedimientos del SGC, SGSST y SGA.
- Realizar sus actividades con compromiso, eficacia y manteniendo el enfoque al cliente.

##### RELACIONES JERÁRQUICAS

REPORTA A:	Jefe de Cuadrilla
SUPERVISA A:	No Aplica
REEMPLAZADO POR:	No Aplica
REEMPLAZA A:	No Aplica

COMPETENCIAS Y PERFIL DEL PUESTO: *Las competencias para el puesto en educación, formación o experiencia son:*

EDUCACIÓN	Secundaria Completa.
EXPERIENCIA	Mínimo 01 año en trabajos similares.
FORMACIÓN	Capacitaciones en temas relacionados a soldadura.

## e. OBRERO DE ACABADOS

### FUNCIÓN GENERAL

- Realizar el acabado final del poste verificando que este cumpla los estándares de calidad.

### FUNCIONES ESPECÍFICAS

- Realizar acabados para que el producto terminado sea trasladado a almacén.
- Mantener el área ordenada, con acceso libre de obstáculos y cada herramienta en su lugar.
- Reportar al Jefe de Cuadrilla las salidas no conformes del proceso.
- Cumplir la política, objetivos y procedimientos del SGC, SGSST y SGA.
- Realizar sus actividades con compromiso, eficacia y manteniendo el enfoque al cliente.

### RELACIONES JERÁRQUICAS

REPORTA A:	Jefe de Cuadrilla
SUPERVISA A:	Obrero de Apoyo
REEMPLAZADO POR:	No Aplica
REEMPLAZA A:	No Aplica

COMPETENCIAS Y PERFIL DEL PUESTO: *Las competencias para el puesto en educación, formación o experiencia son:*

EDUCACIÓN	Estudios Primarios.
EXPERIENCIA	Mínimo 01 año en trabajos similares.
FORMACIÓN	Capacitación en requisitos de la NTP 339.027.

## f. OBRERO DE APOYO

### FUNCIÓN GENERAL

- Brindar sostenibilidad al proceso productivo

### FUNCIONES ESPECÍFICAS

- Proporcionar apoyo efectivo en las tareas que se le asigne.
- Brindar soporte a los jefes de cuadrilla, ejecutando labores múltiples según las necesidades del día a día.
- Mantener el área ordenada, con acceso libre de obstáculos y cada herramienta en su lugar.
- Cumplir la política, objetivos y procedimientos del SGC, SGSST y SGA.
- Realizar sus actividades con compromiso, eficacia y manteniendo el enfoque al cliente.

### RELACIONES JERÁRQUICAS

REPORTA A:	Jefe de Cuadrilla
SUPERVISA A:	No Aplica
REEMPLAZADO POR:	No Aplica
REEMPLAZA A:	No Aplica

COMPETENCIAS Y PERFIL DEL PUESTO: *Las competencias para el puesto en educación, formación o experiencia son:*

EDUCACIÓN	Estudios Primarios concluidos.
EXPERIENCIA	Mínimo 01 año en trabajos similares.
FORMACIÓN	Capacitaciones en seguridad y Salud en el Trabajo.

## g. OPERARIO DE CALDERO

### FUNCIÓN GENERAL

- Abastecer vapor para acelerar el proceso de secado de postes.

### FUNCIONES ESPECÍFICAS

- Mantener el caldero y sus componentes en perfecto estado de operatividad
- Dosificar correctamente el ablandado del agua que ingresa al caldero.
- Monitorear los relojes controladores de presión y temperatura, y tomar acción para conservar el vapor que entrega al área de secado en óptimas condiciones.
- Llevar registro de los tiempos de secado.
- Dar aviso al jefe de cuadrilla de alguna avería importante.
- Cumplir la política, objetivos y procedimientos del SGC, SGSST y SGA.
- Realizar sus actividades con compromiso, eficacia y manteniendo el enfoque al cliente.

### RELACIONES JERÁRQUICAS

REPORTA A:	Jefe de Cuadrilla
SUPERVISA A:	No Aplica
REEMPLAZADO POR:	Obrero de Apoyo Capacitado
REEMPLAZA A:	No Aplica

COMPETENCIAS Y PERFIL DEL PUESTO: *Las competencias para el puesto en educación, formación o experiencia son:*

EDUCACIÓN	Primaria Completa.
EXPERIENCIA	01 años en puestos similares.
FORMACIÓN	- Capacitaciones en SST.

#### 4.6 Plan de Mantenimiento Preventivo para equipos de Calidad

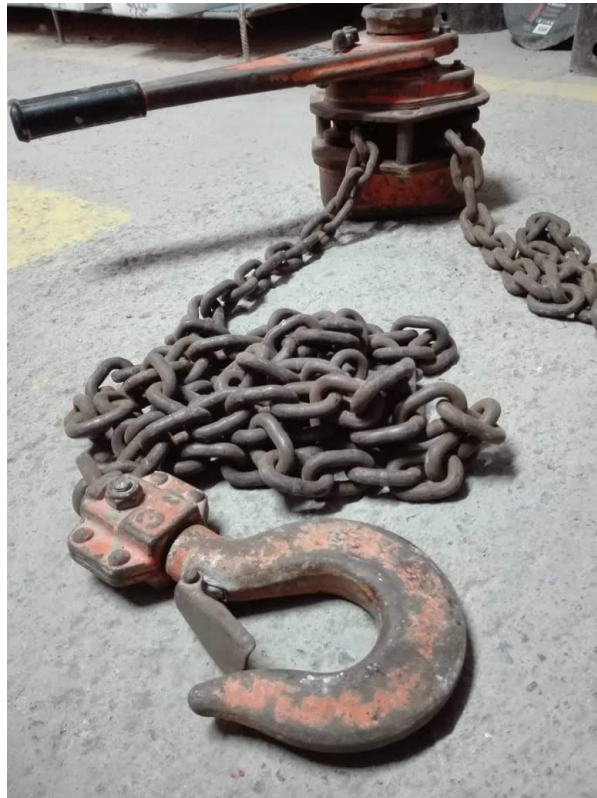
Los equipos utilizados por el proceso Control de Calidad son los siguientes:

*Tabla n.º 29: Equipos utilizados en el proceso Control de Calidad*

<b>Equipo</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Marca</b>	<b>Fabricación</b>	<b>Cantidad</b>
Tecle Manual (Ratch)	3.2 TON	KITO	s.f.	01
Dinamómetro Analógico	5 TON	DILLON	2011	01
Estoca	3 TON	BENNOTO	2018	01
Balanza Digital	500 kg	PRECIX WEIGHT	2014	01
Moldes Metálicos	30x15cm	N/R	2012	02
Moldes Metálicos	30x15cm	N/R	2010	04

*Fuente: Postes del Norte S.A.*

*Figura n.º 24: Ratch manual de 3Ton*



*Fuente: Postes del Norte S.A.*

Figura n.º 25: Dinamómetro Analógico marca Dillon



Fuente: Postes del Norte S.A.

Figura n.º 26: Estoca Hidráulica de 3 Ton



Fuente: Postes del Norte S.A.



*Figura n.º 27: Balanza Digital*



*Fuente: Postes del Norte S.A.*

*Figura n.º 28: Moldes metálicos para probetas de concreto*



*Fuente: Postes del Norte S.A.*

Actualmente no se realiza ningún tipo de mantenimiento de estos equipos y tampoco se tiene el manual de todos los equipos. Por lo que, se buscaron manuales de internet según las características del Ratch y Dinamómetro para recopilar las pautas de mantenimiento de cada equipo.

A continuación, se presenta el cronograma de actividades de mantenimiento a incluir en el programa general de mantenimiento.

Tabla n.º 30: Cronograma de mantenimiento proyectado a un año

EQUIPO	ACTIVIDAD	2018						2019					
		JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
ESTOCA	Cambiar aceite del pistón.			X			X			X			X
	Revisar llantas y ejes.			X			X			X			X
	Limpieza General.	X		X		X		X		X		X	
RATCH	Lubricar cadena con aceite de cambios.	X			X			X			X		
	Revisar y medir desgaste de cadena y gancho.	X			X			X			X		
	Pintar.						X						
	Desensamblar para revisión general (piñón, rodamientos, yugos y pasadores de suspensión)						X						
BALANZA DIGITAL	Calibración y mantenimiento.	X											
	Limpieza General.	X			X			X			X		
DINAMÓMETRO	Calibración y mantenimiento.							X					
	Limpieza			X			X			X			X
	Revisión de desgaste de grilletes y aplicación de anticorrosivo.						X						X
MOLDES	Revisar dimensiones.		X		X		X		X		X		X
	Lijar y cepillar.		X		X		X		X		X		X

Fuente: Elaboración propia



Los costos del programa de mantenimiento varían de acuerdo al tipo de mantenimiento que se realizará, para el caso de los mantenimientos internos se plantea la contratación de un técnico de mantenimiento, esto significa un sueldo básico adicional.

*Tabla n.º 31: Costo mano de obra del técnico de mantenimiento*

	REM. MENSUAL (S/)	SUELDOS AL AÑO	MONTO ANUAL (S/)	COSTO REAL MENSUAL (S/)
Técnico Mantenimiento	1'000	15	15'000	1'250

*Fuente: Elaboración propia*

Debido a que el tiempo que le dedicará al mantenimiento de los equipos de calidad sólo es una parte de su jornada laboral, estimaremos el 25% de su jornada para temas de equipos de calidad. Por ello el Costo de mano de obra en mantenimiento de equipos de calidad es de **S/ 312.50 al mes.**

Además, es necesario comprar materiales para realizar estas tareas de mantenimiento. Por lo que es necesario el siguiente presupuesto en el que se ha considerado el consumo para la realización de todo el programa.

*Tabla n.º 32: Materiales necesarios para el programa de mantenimiento preventivo*

MATERIALES	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
aceite para pistón hidráulico (gln)	1	S/ 18.00	S/ 18.00
escobilla de mano (und)	2	S/ 7.00	S/ 14.00
franela (mts)	4	S/ 5.00	S/ 20.00
soplador/aspirador 600w (und)	1	S/ 95.00	S/ 95.00
aceite de cambios (gln)	2	S/ 90.00	S/ 180.00
wincha (und)	1	S/ 7.00	S/ 7.00
esmalte amarillo caterpillar (gln)	1	S/ 45.00	S/ 45.00
emalte anticorrosivo (gln)	0.25	S/ 44.00	S/ 11.00
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>S/ 390.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Las actividades de mantenimiento se han costado con las empresas que realizan ese tipo de servicio, y es como sigue:

*Tabla n.º 33: Precio de mantenimientos externos*

TRABAJO	EMPRESA	PRESUPUESTO
Revisión general de ratch de 3ton: piñón, rodamientos, yugos y pasadores de suspensión (desensamble y ensamble)	FACTORÍA JC INDUSTRIAL	S/ 350.00
Calibración y mantenimiento de balanza digital 500 kg.	METROIL S.A.	S/ 180.00
Calibración y mantenimiento de dinamómetro 5ton.	INACAL	S/ 445.00
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>S/ 975.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Por lo tanto, el costo total en lo que a mantenimiento respecta es de:

- M.O al año : S/ 3'750
  - Materiales : S/ 390
  - Mant. Externo: S/ 975
- S/ 5'115 al año**

# **CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA**

## 5.1 Costo de la Propuesta

Como se ha desarrollado en el capítulo anterior se tienen los siguientes costos de esta propuesta:

- Costo de Mantenimiento Preventivo S/ 5'115.00
- Costo de Capacitaciones S/ 1'153.10
- Costo de materiales S/ 46.50

*Tabla n.º 34: Costo de materiales para documentación*

Descripción	Cant.	Precio	Total
Folders manila azul (und)	20	S/ 0.35	S/ 7.00
Papel Bond 75gr (ciento)	5	S/ 2.50	S/ 12.50
Tinta negra (frasco)	1	S/ 27.00	S/ 27.00
<b>Total general</b>			<b>S/ 46.50</b>

*Fuente: Elaboración propia*

## 5.2 Beneficio de la propuesta

Tenemos el historial de salidas no conformes reportadas durante el transcurso de un año anterior al estudio realizado, además se adiciona un promedio de 3 salidas no conformes que dan solución de los jefes de cuadrilla cuando las detectan, pero no son notificadas a la parte administrativa.

*Tabla n.º 35: Salidas no conformes reportadas y no reportadas*

MES	REPORTADAS	SIN REPORTE	TOTAL
JUNIO	3	3	6
JULIO	0	3	3
AGOSTO	1	3	4
SETIEMBRE	0	3	3
OCTUBRE	1	3	4
NOVIEMBRE	5	3	8
DICIEMBRE	1	3	4
ENERO	0	3	3
FEBRERO	4	3	7
MARZO	8	3	11
ABRIL	5	3	8

MAYO	6	3	9
------	---	---	---

*Fuente: Elaboración propia*

De ello se tienen en promedio 6 salidas no conformes al mes, de los cuales sólo se pierde el costo de producción, así, estimaremos el costo de producción como un 60% del precio de venta. Tomaremos como referencia un poste de baja tensión (9 metros) y uno de media tensión (13 metros) que son los más comerciales.

*Tabla n.º 36: Costo de producción promedio*

TIPO POSTE	P. VENTA	COSTO
9/200/120/255	S/. 400.00	S/. 240.00
13/400/180/375	S/. 1,240.00	S/. 744.00
TOTAL		S/. 492.00

*Fuente: Elaboración propia*

Por lo tanto, se tiene un costo actual y uno propuesto de las salidas no conformes.

*Tabla n.º 37: Beneficios de la propuesta de mejora*

Descripción	Actual	Propuesto	beneficio
Nº SNC	6	3	3
Costo de Salidas No Conformes	2,952.00	1476.00	1476.00

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.3 VAN, TIR, PRI

(Costo oportunidad) COK **1.53%** mensual

#### Estado de Resultados

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos		S/. 1,476	S/. 1,550	S/. 1,627	S/. 1,709	S/. 1,794	S/. 1,884	S/. 1,978	S/. 2,077	S/. 2,181	S/. 2,290	S/. 2,404	S/. 2,524
Depreciación activos		S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75
utilidad de la propuesta		S/. 1,472.25	S/. 1,546.05	S/. 1,623.54	S/. 1,704.90	S/. 1,790.34	S/. 1,880.04	S/. 1,974.23	S/. 2,073.13	S/. 2,176.97	S/. 2,286.01	S/. 2,400.50	S/. 2,520.71

#### Flujo de Caja

más depreciación		S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75	S/. 3.75
inversión	S/. -6,404.60												
	<b>S/. -6,404.60</b>	<b>S/. 1,476</b>	<b>S/. 1,550</b>	<b>S/. 1,627</b>	<b>S/. 1,709</b>	<b>S/. 1,794</b>	<b>S/. 1,884</b>	<b>S/. 1,978</b>	<b>S/. 2,077</b>	<b>S/. 2,181</b>	<b>S/. 2,290</b>	<b>S/. 2,404</b>	<b>S/. 2,524</b>
Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
flujo neto de efectivo	<b>S/. -6,404.60</b>	<b>S/. 1,476.00</b>	<b>S/. 1,549.80</b>	<b>S/. 1,627.29</b>	<b>S/. 1,708.65</b>	<b>S/. 1,794.09</b>	<b>S/. 1,883.79</b>	<b>S/. 1,977.98</b>	<b>S/. 2,076.88</b>	<b>S/. 2,180.72</b>	<b>S/. 2,289.76</b>	<b>S/. 2,404.25</b>	<b>S/. 2,524.46</b>

**VAN**            S/.    **14,722.37**  
**TIR**                **25.28%**  
**PRI**                **4**            **meses**

#### 5.4 Análisis Costo-Beneficio

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos		S/. 1,476.00	S/. 1,549.80	S/. 1,627.29	S/. 1,708.65	S/. 1,794.09	S/. 1,883.79	S/. 1,977.98	S/. 2,076.88	S/. 2,180.72	S/. 2,289.76	S/. 2,404.25	S/. 2,524.46
Egresos		S/. 533.72	S/. 533.72	S/. 533.72	S/. 533.72	S/. 533.72	S/. 533.72	S/. 533.72	S/. 533.72	S/. 533.72	S/. 533.72	S/. 533.72	S/. 533.72

VAN Ingresos      **S/.      21,126.97**

VAN Egresos      **S/.      5,810.33**

**B/C                      3.64**

# **CAPÍTULO 6: RESULTADOS Y DISCUSIÓN**



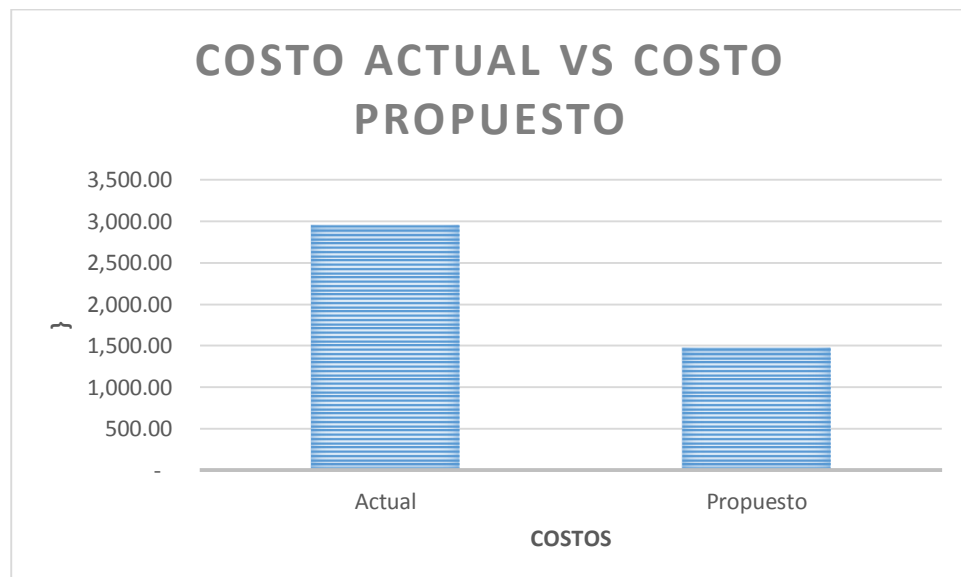
## 6.1. Resultados

Después de realizar el análisis económico financiero se tienen los siguientes resultados.

- El VAN de la propuesta de mejora es de S/ 14'722.37, lo que indica que es un proyecto RENTABLE para la empresa.
- El TIR es de 25.28%, que es la tasa a la cual retornará la inversión de esta propuesta; es decir el capital retorna y gana intereses; por lo que el proyecto según este indicador es RENTABLE.
- El PRI es de 4 meses que significa que la inversión retorna en el cuarto mes después de implementada la mejora, este tiempo de retorno es favorable para el proyecto.
- El indicador de costo beneficio es de 3.64, es decir que por cada S/ 1.00 invertido en esta propuesta la empresa ganará S/ 2.64.

Además, se tiene un comparativo de costos antes de la propuesta vs costos después de implementada la propuesta de mejora.

Figura n.º 29: Costo actual vs costo propuesto



Fuente: Elaboración propia

Como resultado tenemos un proyecto favorable a la empresa Postes del Norte S.A.

## 6.2. Discusión

Los resultados de esta tesis se alinean con los autores citados en los antecedentes nacionales: Carlos Enrique Tay Tay y Tomy Alejandro Yep Leung.

Esto debido a que con la aplicación de esta propuesta de mejora se logra reducir el número de salidas no conformes en el proceso productivo, mediante la identificación de los puntos críticos en producción donde se tendrá que monitorear con mayor énfasis para gestionar mejor el proceso de control de calidad y por ende el de producción.

# **CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 7.1. Conclusiones

- Se redujeron las Salidas no Conformes mediante la propuesta de mejora en la gestión del proceso de Control de Calidad, de tener un promedio de 6 salidas no conformes al mes, se redujo a un promedio de 3 salidas no conformes mensuales.
- Se realizó el diagnóstico de la situación actual de la empresa Postes del Norte S.A. mediante visitas a la planta y entrevistas al Jefe de Calidad y se obtuvo información detallada de cómo se desenvuelve el proceso ello permitió seguir con el estudio.
- Se elaboró una propuesta de mejora para la gestión del proceso de control de calidad mediante la aplicación de las siguientes herramientas: bussines process managmenta, BPM's, MOF de operaciones, estudio de tiempos y programa de mantenimiento.
- Se hizo la evaluación económica financiera para determinar la viabilidad de la propuesta planteada y se determinó que la propuesta de mejora es favorable para la empresa.

## 7.2. Recomendaciones

Se recomienda a la empresa realizar lo siguiente:

- Aplicar la presente propuesta de mejora para disminuir las salidas no conformes en su proceso productivo.
- Realizar periódicamente un diagnóstico del desempeño de los procesos productivos de planta.
- Aplicar herramientas de ingeniería que contribuyan a mejorar el proceso de control de calidad y por ende el proceso de producción y almacén.
- Realizar evaluaciones económicas disgregando la parte operativa para tener mejor visión del impacto generado en planta.

# BIBLIOGRAFÍA

## Direcciones electrónicas

Garimella, K., Lees, M. y Williams, B. (s.f.). *BPM (Gerencia de Procesos de Negocio)* Recuperado de:  
[http://www.konradlorenz.edu.co/images/publicaciones/suma\\_digital\\_sistemas/bpm.pdf](http://www.konradlorenz.edu.co/images/publicaciones/suma_digital_sistemas/bpm.pdf)

Ingeniería Industrial Online (2016). *Gestión y Control de Calidad*. Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/>

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (s.f.). *Procedimiento Control de Salidas No Conformes*. Recuperado de: <https://www.invima.gov.co/procesos/archivos/SGI/EMC/SGI-EMC-PR002.pdf>

Lean Manufacturing10 (s.f.) Análisis de métodos y tiempos. Cómo realizarlo paso a paso. Recuperado de: <https://leanmanufacturing10.com/analisis-metodos-tiempos>

DefiniciónABC (s.f.). *Definición de Materia Prima*. Recuperado de: <https://www.definicionabc.com/general/materia-prima.php>

Gestión (05 de diciembre del 2017). *Sector Manufacturero: ¿Cómo les va a las industrias este año?* Recuperado de: <https://gestion.pe/panelg/sector-manufacturero-como-les-va-industrias-este-ano-2205628>

## Tesis

Rodríguez Jiménez, C.E. (2015). *Modelo de Gestión para Control de Calidad en Edificación (Tesis Doctoral)*. E.T.S de Ingeniería de Edificación. Universidad de Sevilla, España.

Maya Nicolalde, M.A. (2012). *Implementación del Control Estadístico para la Calidad en la Empresa Angie Confecciones en la línea de producción de calentadores, para Mejorar la Capacidad del Proceso y Productividad (Tesis de Grado)*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

Yep Leung, T.A. (2011). *Propuesta y aplicación de herramientas para la mejora de la Calidad en el proceso productivo en una planta manufacturera de Pulpa y Papel Tisú*. (Tesis de Grado) Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Tay Tay, C.E. (2011). *Diseño y aplicación de un sistema de calidad para el proceso de fabricación de válvulas de paso termoplásticas*. (Tesis de Grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Polo, M. & Guzmán, G. (2013). *Propuesta de mejora de estandarización en el proceso de calidad de servicio para el incremento de la productividad de la empresa corporación comercial JERUSALEM S.A.C*. (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

Valderrama Roldán, Jhoselyn (2017). *Propuesta de implementación de técnicas de control estadístico de calidad para disminuir los índices de productos defectuosos e incrementar la rentabilidad en la empresa Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

# ANEXOS



## **Anexo A: Entrevista a Jefe de Calidad**

**EMPRESA:** Postes del Norte S.A.

**PERSONA ENTREVISTADA:** Ing. Lisset Rosas Ruíz - JEFE DE CALIDAD

**1. ¿De qué se encarga el proceso de control de calidad en esta empresa?**

Este proceso tiene poco tiempo netamente como control de calidad, siempre se ha manejado todo desde la jefatura de operaciones. Es en setiembre del 2016 que se hace independiente. Control de Calidad se encarga de asegurar que el producto que ofrecemos al cliente cumpla las especificaciones y los requisitos adicionales que ellos nos solicitan. Por eso es que trabajamos en 5 puntos principales: Inspección de la materia prima que ingresa a planta, como cemento, fierro, etc.; Seguimiento al proceso productivo en sus 3 etapas; Muestreo de concreto mediante la extracción de probetas normalizadas; Realización de pruebas de calidad a los lotes de producto terminado en presencia del cliente y supervisores de obra; y finalmente, una vez aprobado el lote, Inspección al Producto Terminado despachado.

**2. ¿Cuáles son los productos que tienen mayor índice de rotación?**

Las variedades de postes son muchas, pero destacan los postes de 8 y 9 metros en baja tensión, es decir para tendido de red domiciliaria; y los postes de 13 metros en media tensión para red primaria. De estos tipos normalmente siempre mantenemos stock, ya que el poste es un producto que debe secar por 28 días antes de salir al mercado.

**3. ¿Cuáles son las deficiencias u Oportunidades de mejora?**

Bueno actualmente de las 5 actividades principales, se tiene un poco descuidada la parte del seguimiento neto al proceso productivo, debido a temas de tiempo y organización. Y es ahí donde se presentan más deficiencias.

**4. ¿Con que maquinaria, tecnología o equipos cuenta el proceso?**

El área de calidad maneja principalmente moldes metálicos para elaborar las probetas de concreto, un dinamómetro analógico y una estoca para pruebas de calidad y balanza digital para el pesado de materiales durante el muestreo.

**5. ¿Cuál es el índice de productos no conformes?**

Actualmente manejamos entre un 1% y 3%, que significa alrededor de 5 a 6 postes que presentan Salida No Conforme. Pero no todos son descartados pasan primero por una evaluación para valorar el tipo de SNC y luego se decide si se descarta o se reprocesa.

**6. ¿Cuáles son las causas principales que ocasionan defectos?**

Hemos tenidos múltiples causas, por ejemplo: postes con porosidades por preparación de mezcla con baja proporción de agua, postes con cangrejas por la misma razón o también mal centrifugado o mala calidad en un lote de material (piedra  $\frac{1}{2}$ ), esto debido a que autorizamos ingreso de un proveedor por una emergencia con el que regularmente nos abastece el material. También es frecuente registrar salidas no conformes por incumplimiento de los pasos de fabricación debido al apuro de los trabajadores, ya que trabajan a destajo.

**Trujillo, 22 de mayo de 2018.**

**Planta Milagro 01**

## **ANEXO B: Presupuesto Soplador Eléctrico**



**S/ 90.00**

**SOPLADOR Y ASPIRADOR DE AIRE 600W  
CON REGULADOR DE INTENSIDAD  
PARA LIMPIEZA DE CUALQUIER EQUIPO DE ELECTRICO**

Soplador Aspirador Eléctrico: Una herramienta de gran utilidad para el servicio técnico electrónico, de computadoras, talleres de confecciones y uso en general, provee gran caudal de aire.

Potencia: 600 Watts

Velocidad: Variable de 0 a 15000 Rpm

Tensión nominal: 220Voltios.

Frecuencia nominal: 50Hz

Largo de cable: 1.80 Metros.

Función: aspirado y soplado

CONTENIDO DE CAJA:

01 SOPLADOR ASPIRADOR DE 600W.

01 PICO DE GOMA FLEXIBLE.

01 BOLSA RECOLECTORA DE TELA.

01 MANUAL EN INGLES.

02 ESCOBILLAS DE CARBON (REPUESTOS).

## **ANEXO C: Cotización Capacitación BPM**

Oswaldo Lamas Ríos <omarlamasrios@hotmail.com>

19/06/2018, 10:02

Usted;

TEMARIO BPM.pdf

6 MB

1 archivos adjuntos (6 MB)

Descargar todo

Guardar todo en OneDrive

Buenos días Srta. Angélica Pilco,

Recibe un cordial saludo y por intermedio del presente hacerte llegar el presupuesto para la capacitación solicitada para 25 participantes:

### **Capacitación**

**Buenas Prácticas de Manufactura**

**S/ 350.00 inc. IGV (2 horas);**

Adjunto el temario del desarrollo de la capacitación.

Omar Oswaldo Lamas Ríos

Ing. Industrial

Cel. 990050892