



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla,
ubicada en Nagarote, Departamento de León.**

AUTORES

Br. Luis Manuel Núñez Parrales.
Br. Franklin Antonio Guevara Vallecillo.

TUTOR

Ing. Marcos Luis Vílchez Torres.

Managua, 19 Septiembre de 2016



Líder en Ciencia y Tecnología

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA**

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

GUEVARA VALLECILLO FRANKLIN ANTONIO

Carne: **2011-37323** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

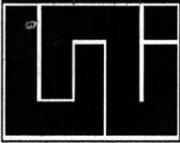
Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los cuatro días del mes de octubre del año dos mil dieciseis.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad



Managua, Nicaragua. Apdo. 5595 Tel: 22486879-22490942-22401653



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

NÚÑEZ PARRALES LUIS MANUEL

Carne: **2011-37231** Turno **Diurno** Plan de Estudios **971A** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los diecisiete días del mes de septiembre del año dos mil quince.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad



DECANATURA

A: Brs. Franklin Antonio Guevara Vallecillo
Luis Manuel Núñez Parrales

DE: Facultad de Tecnología de la Industria

FECHA miércoles 02 de marzo del 2016

Por este medio hago constar que su trabajo de Investigación Titulado "**Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León.**", para obtener el título de Ingeniero Industrial y que contará con el Ing. Marcos Luis Vílchez Torres como tutor, ha sido aprobado por esta decanatura por lo que puede proceder a su realización.

Cordialmente,




Ing. Daniel Cuadra Horney
Decano

C/c Archivo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

DECANATURA

A: Brs. Franklin Antonio Guevara Vallecillo
 Luis Manuel Núñez Parrales

DE: Facultad de Tecnología de la Industria

FECHA: Viernes 24 de junio del 2016

Por este medio hago constar que la solicitud de prórroga para el trabajo de Investigación Titulado "**Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León.**", para obtener el título de Ingeniero industrial, y que contará con el Ing. Marcos Luis Vílchez Torres como tutor, ha sido aprobado para el día lunes 22 de agosto del año del 2016.

Cordialmente,


Ing. Daniel Cuadra Horney
Decano



C/c Archivo

Managua, 9 de Septiembre del 2016

Ing. Daniel Cuadra Horney

Decano de la Facultad de Tecnología de la Industria

Su Despacho

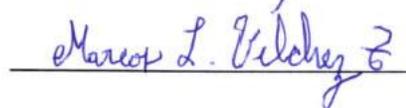
Estimado ingeniero Cuadra reciba un cordial saludo de mi parte. El motivo de la presente es para hacer de su conocimiento que he leído y revisado el trabajo monográfico titulado **“Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León”** el cual fue elaborado por los bachilleres:

Luis Manuel Núñez Parrales carnet: 2011-37231

Franklin Antonio Guevara Vallecillo carnet: 2011-37323

Cabe señalar que en la investigación antes mencionada he fungido como tutor. Agradeciendo de antemano a la presente, le saludos deseándole éxito en sus funciones.

Atentamente

A handwritten signature in blue ink, reading "Marcos L. Vilchez Torres", is written over a horizontal line.

Ingeniero Marcos Luis Vilchez Torres

Docente de la Facultad de Tecnología de la Industria

Departamento de Ingeniería Económica y Costos



MARTHA CRUZ LOPEZ
NAGAROTE-LEON
TEL.: 8805-9166 / 88285049

Ing. Daniel Cuadra Horney
Decano FTI
UNI-RUPAP

Nagarote, 25 de Agosto de 2016

Estimado Ingeniero:

Por medio de la presente hago constar que la monografía titulada: **“Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León”**, fue realizada en nuestra empresa por:

Nombres	Carnet	Cédula
Br. Franklin Antonio Guevara Vallecillo	2011-37323	287-030892-0004E
Br. Luis Manuel Núñez Parrales	2011-37231	001-030792-0024V

En un periodo de 6 meses, en el cual se les facilitó la información requerida, siempre y cuando dicha información pueda ser utilizada para fines de estudios en mención.

Atentamente:


Martha Cruz López
Propietaria

RESUMEN

Las pequeñas industrias salineras en Nicaragua actualmente se están enfocando en mejorar sus sistemas de control de calidad e inocuidad para garantizar que sus productos sean inocuos, seguros y que cumplan con las especificaciones requeridas por los consumidores. Estos aspectos requieren la mayor atención debido a las implicaciones que representa para la salud de los consumidores, donde las empresas deben cumplir con normativas legales obligatorias y voluntarias con respecto a las especificaciones de calidad e inocuidad que manejan. Para ello es necesario realizar proyectos de mejora continua para determinar las causas que generan productos defectuosos que afectan la calidad de las mismas.

En la empresa “La perla” conocida también como procesadora de sal, se analiza la generación de productos defectuosos en su proceso de producción. El presente proyecto monográfico consta de cinco capítulos.

El capítulo I: Se hace una breve descripción de la empresa y de su proceso de producción, tales como el registro mercantil de esta, organigrama jerárquico con su ficha organizacional, descripción y caracterización del producto, el ambiente laboral y condiciones de trabajo, diagrama de bloque y de flujo con un esquema donde se describe las etapas del proceso.

El capítulo II: Se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa, utilizando principalmente herramientas estadísticas de calidad, tales como gráficas de control Xbarra-S, Histogramas y tablas de frecuencia, llevando a cabo diferentes metodología de recolección de datos, donde se tomaron variables tipo medibles y no medibles tales como el peso y los elementos defectuosos del producto, utilizando diferentes tipos de formatos para cada uno. Los cálculos se resumen en diferentes tablas.

El capítulo III: Se identifican las variables que afectan la calidad del proceso, utilizando diagrama de dispersión, diagrama de causa y efecto, y diagrama de Pareto con sus respectivos análisis de cada uno.

El capítulo IV: Se determinaron los índices de capacidad tanto muestrales como poblacional con sus respectivos cuadros de análisis de cada uno. Todo esto con el objetivo de conocer si el proceso es capaz de cumplir de acuerdo a las especificaciones estimadas.

El capítulo V: Se presentan las diferentes alternativas de mejora continua como propuestas para mejorar la situación actual del proceso de producción, tales como la metodología 5S, el Mantenimiento Productivo Total (TPM) y el Ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar).

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	2
3. JUSTIFICACIÓN.....	3
4. OBJETIVOS	4
4.1 OBJETIVO GENERAL	4
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	4
5. MARCO TEÓRICO.....	5
5.1 CALIDAD.....	5
5.2 DIMENSIONES DE LA CALIDAD.....	5
5.3 CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD	6
5.3.1 Control estadístico del proceso (SPC, Statistical Process Control).....	6
5.3.2 Muestreo de aceptación	6
5.4 CATEGORÍAS DE LOS COSTOS DE CALIDAD	8
5.5 CARTA DE CONTROL	9
5.5.1 Tipos de cartas de control.....	9
5.6 LAS SIETE HERRAMIENTAS DE CONTROL DE CALIDAD	17
5.6.1 Propósito de las siete herramientas de control de la calidad	18
5.7 CAPACIDAD DE PROCESO.....	18
5.7.1 Tendencia central	18
5.7.2 Media.....	18
5.7.3 Mediana o percentil 50	19
5.7.4 Moda.....	19
5.7.5 Desviación estándar muestral	19
5.7.6 Desviación estándar del proceso	19
5.7.7 Rango.....	19
5.7.8 Desigualdad de Chebyshev	19
5.7.9 Histograma	20
5.7.10 Tabla de frecuencias.....	20
5.7.11 Interpretación del histograma	20
5.7.12 Cuantiles (Percentiles).....	22

5.8	ÍNDICES DE CAPACIDAD PARA VARIABLES MEDIBLES	22
5.8.1	Índice Cp.....	23
5.8.2	Índice Cr.....	23
5.8.3	Índice Cpi.....	23
5.8.4	Índice Cps.....	23
5.8.5	Índice Cpk.....	24
5.8.6	Índice K.....	24
5.8.7	Índice Cpm (Índice de Taguchi)	24
5.9	INDICE DE CAPACIDAD PARA ATRIBUTOS (DPMO).....	25
5.9.1	Índice DPU (Defectos Por Unidad).....	25
5.9.2	Índice DPO (Defectos Por Oportunidad).....	25
5.9.3	DPMO (Defectos Por Millón de Oportunidades).....	25
5.10	TÉCNICAS DE MEJORA CONTINUA PARA EL DESARROLLO DE PROCESOS.....	26
5.10.1	Ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar)	27
5.10.2	Metodología 5 S.....	28
5.10.3	Mantenimiento Productivo Total (TPM: Total Productive Maintenance).....	29
5.11	CONCEPTOS, USOS Y TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE SAL.....	30
5.11.1	SAL COMÚN.....	30
5.11.2	TIPOS DE SAL	30
5.11.3	USOS INDUSTRIALES	30
5.11.4	OBTENCIÓN DE LA SAL.....	32
6.	DISEÑO METODOLÓGICO	36
6.1	ENFOQUE.....	36
6.2	INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA – DOCUMENTAL.....	36
6.3	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	36
6.3.1	Exploratorio	36
6.3.2	Descriptivo	36
6.4	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	37
6.4.1	Población	37
6.4.2	Muestra	37
6.5	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	38
6.5.1	Tablero para recolección de datos y cuaderno de notas	38
6.5.2	Balanza electrónica.....	38
6.5.3	Formatos u hojas de verificación	38
6.5.4	Croquis del área de trabajo.....	41
6.5.5	Estudio detallado de la operación.....	41
6.6	PROCEDIMIENTOS	42

6.6.1	Selección del lugar de trabajo	42
6.6.2	Caracterización del producto	42
6.6.3	Descripción del proceso de elaboración	42
6.6.4	Elaboración del diagrama de flujo.....	42
6.6.5	Definición de las características de calidad que se controlan en el producto	42
6.6.6	Selección de las características de calidad vitales	42
6.6.7	Aplicación de las siete herramientas básicas de la calidad.....	42

7. CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE SAL 43

7.1	REGISTRO MERCANTIL.....	43
7.2	ORGANIGRAMA JERÁRQUICO DE LA EMPRESA.....	44
7.3	FICHA ORGANIZACIONAL	44
7.4	CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO.....	45
7.5	AMBIENTE LABORAL Y CONDICIONES DE TRABAJO	45
7.6	ANÁLISIS DEL ENTORNO EMPRESARIAL.....	46
7.7	PROCESO DE PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD	48
7.7.1	Diagrama de bloques de proceso de obtención de la sal desde el mar	48
7.7.2	Diagrama de flujo de proceso de obtención de la sal desde el mar.....	49
7.7.3	Explicación por etapa del flujo del proceso de producción	50
7.7.4	Caracterización de la calidad del producto.....	51

8. CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL 54

8.1	EVALUACIÓN ESTADÍSTICA	54
8.1.1	METODOLOGÍA PARA TOMA DE LOS DATOS VARIABLES TIPO MEDIBLE	54
8.1.2	METODOLOGÍA PARA TOMA DE LOS DATOS VARIABLES TIPO ATRIBUIBLE ...	70

9. CAPÍTULO III: IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES QUE AFECTAN LA CALIDAD 85

7.8	DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO	85
7.9	DIAGRAMA DE PARETO.....	87
7.10	DIAGRAMA DE DISPERSIÓN	89
7.10.1	Relación Peso promedio vs Defecto Mal sellado	91
7.10.2	Relación Peso promedio vs Defecto Orificios.....	92
7.10.3	Relación Peso promedio vs Defecto Suciedad.....	93

7.10.4	Relación Peso promedio vs humedad.....	94
10.	CAPÍTULO IV: ÍNDICE DE CAPACIDAD Y ESTABILIDAD DEL PROCESO.....	97
10.1	ÍNDICE DE CAPACIDAD PARA DATOS VARIABLES TIPO MEDIBLE.....	97
10.1.1	Calculo de los índices Cp, Cr, Ci, Cs, Cpk, Cpm y K.....	97
10.2	ÍNDICE DE CAPACIDAD PARA DATOS VARIABLES TIPO ATRIBUIBLE.....	101
10.2.1	Calculo de los índices DPU, DPO, DPMO.....	101
11.	CAPÍTULO V: ALTERNATIVAS DE MEJORA PARA LA LÍNEA.....	103
11.1	METODOLOGÍA 5S	103
11.1.1	SEIRI: Clasificación y Descarte (La 1er S).....	104
11.1.2	SEITON: Organización (La 2da S).....	105
11.1.3	SEISO: Limpieza (La 3er S).....	106
11.1.4	SEIKETSU: Higiene y Visualización (La 4ta S)	106
11.1.5	SHITSUKE: Compromiso y Disciplina (La 5ta S)	108
11.1.6	Programa propuesto de ejecución de la 5 s (Ejemplo).....	108
11.2	EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)	109
11.2.1	DEFINICIÓN.....	109
11.2.2	PILARES.....	109
11.2.3	FASES PARA IMPLEMENTAR EL TPM	112
11.2.4	TIEMPO REQUERIDO PARA ACTIVIDADES DE TPM.....	115
11.2.5	COSTOS ESTIMADOS PARA IMPLEMENTAR TPM	115
11.3	EL CICLO PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar)	116
11.3.1	INTRODUCCIÓN.....	116
11.3.2	OCHOS PASOS EN LA SOLUCIÓN DE UN PROBLEMA	116
11.3.3	Programa propuesto de ejecución del ciclo PHVA (ejemplo).....	117
12.	CONCLUSIONES.....	118
13.	RECOMENDACIONES.....	123
14.	BIBLIOGRAFÍA.....	124

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

1. INTRODUCCIÓN

En 1980 nace la empresa productora de sal “La Perla” ubicada en la ciudad de Nagarote Departamento de León, fundada por la Sra. Amina López Novoa actual propietaria, iniciando operaciones con tres personas donde eran familiares, elaborando el producto y distribuirlo inicialmente en esa ciudad. La empresa surgió a través de una iniciativa de negocio debido a que no existían empresas dedicadas al rubro. A través del paso del tiempo la empresa fue creciendo dando como resultado el aumento de la producción y las demandas de productos, de esta forma se logró un mayor crecimiento del negocio y aumento de los canales de distribución.

La empresa “La Perla” fue la primera en ofrecer el producto “sal” y distribuirlos dentro de la ciudad y ciudades aledañas. Actualmente este producto se comercializa en todo el país, siendo un producto ya conocido por sus consumidores.

Durante el análisis del proceso de producción se realizó un diagnóstico visual de la situación actual de la empresa, para tal análisis se tomó como referencia el sistema de control de calidad, donde se encontró inconformidades en el producto final. Tal resultado instó a tomar acciones de mejora. Tales como las siete herramientas de control de la calidad y la técnica del mejoramiento continuo a través del Ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar), uso de la metodología 5´S y el TPM (Mantenimiento Productivo Total).

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Desde los inicios de operación no ha existido un método de control de calidad en el proceso productivo, solamente se consideran variables como el peso del producto y evitar la humedad de la sal, realizándose por simple inspección de los trabajadores con experiencia. Las bolsas de sal que no cumplan los aspectos mencionados, son descartados y reprocesados, generando pérdida de tiempo y aumento en los costos.

Este mecanismo de control del producto ha ocasionado retrasos, desperdicios de materia prima y materiales, volviendo a reprocesar los productos y realizando inspección excesiva, y esto es debido a que no sea mejorado aquellos aspectos que son críticos en el proceso como el desempeño y habilidad de los trabajadores.

La empresa no ha implementado un sistema de mejora continua definido y fundamentado en herramientas estadísticas para medir y controlar los principales aspectos de calidad que logren potenciar la marca al producto y hacerlo más competitivo en el mercado.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

3. JUSTIFICACIÓN

Los grandes consumidores exigen que sus productos y servicios sean de excelente calidad y a precios accesibles, siendo estos elementos sinónimos de competitividad, los cuales hacen que las pequeñas empresas estén en la búsqueda constante de alternativas de mejora en la producción, tecnología y rentabilidad.

Para la empresa es una necesidad las alternativas de mejora, debido a que ésta no cuenta con un sistema de control de calidad, ni de los puntos críticos que afectan en su línea de producción, lo que hace necesario implementar un método a través de un plan de mejora de la calidad en su proceso productivo. El resultado de dicha metodología lograría conducir a una mejora en la eficiencia de la línea, optimización de la producción, mayor productividad y rentabilidad.

La empresa desarrolla métodos tradicionales para controlar el producto, en el cual es la simple inspección visual de los trabajadores para garantizar la calidad del mismo.

Es muy importancia que esta empresa posea un método para controlar estadísticamente los parámetros de calidad, para luego desarrollar estrategias de mejora que refuercen el sistema de trabajo antes sus clientes, incluyendo el personal administrativo en mediano y largo plazo, para crear un entorno que estimule a la solución de problemas de manera conjunta que se reflejará en la reducción de costos por perdidas de materia prima y unidades terminadas defectuosas.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- Proponer un sistema de mejora para controlar la calidad con herramientas estadísticas en la línea de producción de la empresa “La Perla” en el proceso de obtención de la sal.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Describir el proceso de producción de la empresa a través del diagrama de flujo.
2. Aplicar las siete herramientas de la calidad para determinar la situación actual.
3. Identificar las variables de calidad en el proceso productivo.
4. Evaluar el índice de capacidad y estabilidad del proceso con técnicas estadísticas.
5. Presentar alternativas de mejora continua de la calidad para la línea de producción de sal.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5. MARCO TEÓRICO

5.1 CALIDAD

Es el juicio que el cliente tiene sobre un producto o servicio, resultado del grado con el cual un conjunto de características inherentes al producto cumple con sus requerimientos.¹

5.2 DIMENSIONES DE LA CALIDAD

Existen varias maneras de evaluar la calidad de un producto. Garvín ofrece una excelente discusión de los ocho componentes o dimensiones de la calidad. Resumimos sus puntos claves respecto de estas dimensiones como sigue²:

Dimensiones	Descripción
Desempeño	¿Servirá el producto para el fin proyectado? Los clientes potenciales suelen hacer evaluación de un producto para determinar si puede desempeñar ciertas funciones específicas y qué tan bien lo hace.
Confiabilidad	¿Con que frecuencia falla el producto? Productos complejos, tales como muchos aparatos domésticos y de oficina, automóviles o aviones, generalmente requerirán una reparación en el curso de su vida de servicio.
Durabilidad	¿Cuánto tiempo dura el producto? Se trata de la vida del servicio efectivo del producto. Los clientes quieren, obviamente, productos que tengan un desempeño satisfactorio durante un periodo de tiempo prolongado.
Facilidad de servicio	¿Qué tan fácil es reparar el producto? Hay muchas industrias en las que la percepción del cliente sobre la calidad recibe la influencia directa de la rapidez y la economía con que puede llevarse a cabo una actividad de mantenimiento de rutina o una reparación.
Estética	¿Cómo luce el producto? Se trata del atractivo visual del producto, con frecuencia tomando en consideración factores tales como estilo, color, forma, alternativas del empaque, características táctiles y otros aspectos sensoriales.
Características incluidas	¿Qué hace el producto? En general, los clientes asocian la alta calidad con los productos que tienen características adicionales: es decir, que tienen características que superan el desempeño básico de la competencia.
Calidad percibida	¿Cuál es la reputación de la compañía o de su producto? En muchos casos los clientes se basan en la reputación de la compañía respecto a la calidad de sus productos. En esta reputación influyen de manera directa las fallas del producto que son muy visibles para el público o que requieren la devolución del mismo, así como el trato que recibe el cliente cuando informa de un problema relacionado con la calidad del producto. La calidad percibida, la lealtad del cliente y los negocios repetidos están estrechamente interconectados.

¹ Humberto Gutiérrez Pulido. (2009). Control Estadístico de la Calidad, Calidad. (Segunda edición). México: McGraw-Hill/INTERAMERICANA

² Montgomery Douglas C. (2004). Control Estadístico de la calidad, Dimensiones de la Calidad (Tercera edición). México: LIMUSA

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Conformidad con los estándares	¿El producto se fábrica exactamente como lo proyectó el diseñador? Es común considerar que un producto es de alta calidad cuando cumple puntualmente con los requerimientos que se le asignan.
---------------------------------------	--

5.3 CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD (SQC, Statistical Quality Control)

Es la aplicación de técnicas estadísticas para medir y mejorar la calidad de los procesos. El control estadístico del proceso (SPC, Statistical Process Control) y el muestreo de aceptación son las dos partes principales del control estadístico de la calidad.

5.3.1 Control estadístico del proceso (SPC, Statistical Process Control)

Es una técnica estadística utilizada ampliamente para asegurar que los procesos cumplan con los estándares.³

Se utiliza el control estadístico del proceso para medir el desempeño de un proceso. Un proceso opera bajo control estadístico cuando su única fuente de variación consiste en las causas comunes (naturales). El proceso debe ponerse primero bajo control estadístico detectando y eliminando las causas especiales (asignables) de variación. Después de esto su desempeño es predecible y se evalúa su habilidad para satisfacer las expectativas del cliente. El objetivo es proporcionar una señal estadística cuando están presentes causas de variación asignables. Dicha señal puede acelerar la acción apropiada para eliminar las causas asignables.

5.3.2 Muestreo de aceptación

Es una manera de realizar pruebas que implica tomar muestras aleatorias de lotes o grupos de productos terminados para medirlas contra estándares predeterminados.⁴

³ Jay Heizer, Barry Render. (2009). Principios de Administración de Operaciones, Control estadístico del proceso. (Séptima edición). México: PEARSON EDUCACIÓN

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

El muestreo de aceptación suele aplicarse cuando los materiales llegan a la planta o en la inspección final, pero casi generalmente se usa para controlar los lotes de productos comprados entrantes. Un lote de artículos rechazados, con base en un nivel inaceptable de defectos encontrados en la muestra, puede (1) regresarse al proveedor o (2) inspeccionarse al 100% para separar todos los defectuosos, usualmente cobrando al proveedor el costo de esta exploración. Sin embargo, el muestreo de aceptación no es un sustituto de los controles adecuados del proceso. De hecho, el enfoque actual es construir controles estadísticos de calidad para los proveedores con el propósito de que el muestreo de aceptación pueda eliminarse.

5.3.2.1 Curva característica de operación (OC)

Gráfica que describe qué tan bien discrimina un plan de aceptación entre lotes buenos y malos.⁵

Una curva pertenece a un plan específico es decir, a una combinación de tamaño de la muestra (**n**) y nivel de aceptación (**c**). El objetivo es mostrar la probabilidad de que el plan acepte lotes con diferentes niveles de calidad. La curva OC muestra las características de un plan de muestreo en particular, incluyendo los riesgos de tomar una decisión equivocada.

⁴Jay Heizer, Barry Render. (2009). Principios de administración de operaciones, Muestreo de Aceptación. (Séptima edición). México: PEARSON EDUCACIÓN.

⁵Jay Heizer, Barry Render. (2009). Principios de administración de operaciones, Curva Característica de Operación. (Séptima edición). México: PEARSON EDUCACIÓN.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.4 CATEGORÍAS DE LOS COSTOS DE CALIDAD

Colectivamente, las cuatro categorías a menudo reciben el nombre de “costo de calidad”. El costo de la mala calidad incluye las categorías de fallas internas y externas, mientras que las categorías de evaluación y prevención se consideran como inversiones para lograr los objetivos de calidad.⁶

Costos	Descripción	Ejemplos
Costos de fallas internas	Son los costos de las imperfecciones descubiertas antes de la entrega, que están asociadas con el fracaso de cumplir con los requisitos explícitos o con las necesidades implícitas de los clientes.	Desperdicios, Trabajos de reelaboración, Análisis de fallas, Desperdicios y trabajos de reelaboración-proveedor, Inspección de clasificación al cien por ciento, Repetición de la inspección y de las pruebas, Procesos cambiantes, Rediseño del hardware, Rediseño del software, Desechar los productos obsoletos, Desecho en operaciones de apoyo, Trabajos de reelaboración en operaciones internas de apoyo, Degradar.
Costos de fallas externas	Están asociados con las imperfecciones que se encuentran después de que el cliente recibe el producto. También están incluidas las oportunidades perdidas de ingresos de ventas. Estos costos también desaparecerían si no hubiera deficiencias.	Gastos de garantía, Ajustes por quejas, Material devuelto, Descuentos, Sanciones debidas a la mala calidad, Trabajos de reelaboración en operaciones de apoyo, Pérdidas de ingresos en las operaciones de apoyo.
Costos de evaluación	Se incurre en los costos de evaluación para determinar el grado de cumplimiento con los requisitos de la calidad.	Inspección y prueba de entrantes, Inspección y prueba en proceso, Inspección y prueba final, Revisión de documentos, Saldo, Auditorías de calidad de producto, Mantenimiento de la precisión de los equipos de prueba, Materiales y servicios de inspección y prueba, Evaluación de existencias.
Costos de prevención	Se incurre en los costos de prevención para mantener al mínimo los costos de fallas y evaluación.	Planeación de calidad, Revisión de nuevos productos, Planeación de procesos, Control de procesos, Auditorías de calidad, Evaluación de calidad de los proveedores, Capacitación.

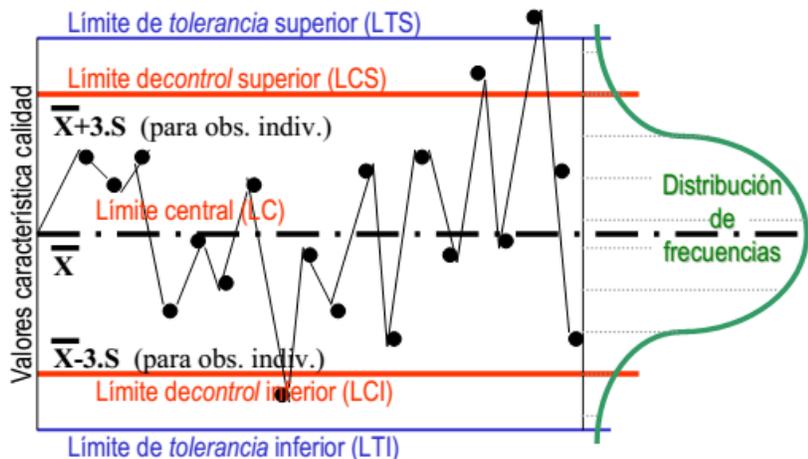
⁶Frank M. Gryna, Richard C. H. Chua, Joseph A. De Feo. (2007). ANÁLISIS Y PLANEACIÓN DE LA CALIDAD. MÉTODO JURAN, Categorías de los costos de calidad. (Quinta edición). México: McGraw-Hill/INTERAMERICANA

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.5 CARTA DE CONTROL

Es una gráfica que sirve para observar y analizar la variabilidad y el comportamiento de un proceso a través del tiempo.⁷

Cuando se habla de analizar el proceso se refiere principalmente a las variables de salida (características de calidad), pero las cartas de control también pueden aplicarse para analizar la variabilidad de variables de entrada o de control del proceso mismo.



⁸Carta de control

5.5.1 Tipos de cartas de control

Existen dos tipos generales de cartas de control: para variables y para atributos.

5.5.1.1 Cartas de control para variables

Diagramas que se aplican a variables o características de calidad de tipo continuo (peso, volumen, longitud, etcétera).

- \bar{x} (de medias).
- R (de rangos).
- S (de desviaciones estándar).
- X (de medidas individuales).

⁷Humberto Gutiérrez Pulido. (2009). Control Estadístico de la Calidad, Carta de control. (Segunda edición). México: McGraw-Hill/INTERAMERICANA.

⁸ Producción Industrial TRAINING: Control de la Calidad de procesos. (2007). MEXICO.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.5.1.2 Elementos para la selección y elaboración de una gráfica de control para variables

Gráfica	Propósito	Uso	Tamaño de Subgrupo, n	Consideraciones Adicionales
De medias \bar{X}	Analiza las medias de subgrupos como una forma de detectar cambios en el promedio del proceso. Aunque la gráfica está inspirada en la distribución normal, funciona bien para otras funciones debido al teorema central del límite	Procesos masivos (de mediano a alto volumen), donde en un corto tiempo se producen varios artículos y/o mediciones.	n > 3 A medida que n crece la gráfica detecta incluso pequeños cambios en el proceso. Por ello, generalmente un tamaño de n menor que 10 es suficiente para detectar cambios moderados y grandes, que son los de mayor interés en la práctica.	Los límites de control indican dónde se espera que varíen las medias de los subgrupos, por lo que no indican dónde varían las mediciones individuales, y no tienen nada que ver con las especificaciones.
Rangos (R)	Analiza los rangos de amplitud de la variación de los subgrupos como una estrategia para detectar cambios en la proceso. La falta de normalidad afecta un poco a la gráfica.	Se usa conjuntamente con la gráfica \bar{X} cuando n < 11 . Por lo tanto, se aplica al mismo tipo de proceso que tal gráfica.	3 < n < 11 A medida que n crece es capaz de detectar cambios más pequeños en la amplitud de la dispersión del proceso.	Es importante utilizarla junto con una gráfica \bar{X} . De los criterios para cambios de nivel, sólo utilizar el de puntos fuera de los límites.
Desviación estándar (S)	Analiza la desviación estándar que se calcula a cada subgrupo, como una estrategia para detectar cambios en la amplitud de la variación del proceso. La falta de normalidad afecta un poco a la gráfica.	Se usa conjuntamente con la gráfica \bar{X} cuando n > 10 . Por lo tanto, se aplica al mismo tipo de proceso que tal gráfica.	n > 10 Dado el tamaño de Subgrupo recomendado. Usarla sólo cuando se quieran detectar incluso pequeños cambios en la Dispersión del proceso y se esté dispuesto a atender estos cambios.	Tanto la gráfica \bar{X} como ésta, tienen una mayor sensibilidad cuando n crece, usarlas cuando se quiere y se esté dispuesto a tener un control estricto sobre el proceso. De los criterios para cambios de nivel, sólo utilizar el de puntos fuera de los límites.
Individuales (X)	Analiza cada medición individual del proceso y detecta cambios grandes tanto en la media como en la amplitud de la dispersión. Si la distribución no es normal, la gráfica puede resultar un poco afectada.	Procesos de bajo volumen, donde se requiere un tiempo considerable (de una a más horas) para obtener un resultado o medición. También cuando mediciones cercanas en el tiempo sólo difieren por error de medición.	Por propósito n = 1	Si en estos procesos es importante detectar cambios más pequeños y medianos, se recomienda utilizar otra más sensible (la EWMA o CUSUM).

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Tipo de gráfica	Descripción y formulas			
Gráfica de control $\bar{X} - R$	Diagramas para variables que se aplican a procesos masivos, en donde en forma periódica se obtiene un subgrupo de productos, se miden y se calcula la media y el rango R para registrarlos en la gráfica correspondiente. Los límites de control de la gráfica $\bar{X} - R$ se calculan del siguiente modo:			
	Fórmulas para gráfica de media con respecto al rango		Fórmulas para gráfica de rango	
	$CLx = \bar{x}$ $UCLx = \bar{x} + A_2\bar{R}$ $LCLx = \bar{x} - A_2\bar{R}$		$CLr = \bar{R}$ $UCLr = D_4\bar{R}$ $LCLr = D_3\bar{R}$	
Donde \bar{X} es el gran promedio de varios promedios anteriores de \bar{X} y R es el promedio de varios valores anteriores de R . La amplitud del rango R es, simplemente, el valor más grande menos el valor más pequeño de una muestra. En las fórmulas anteriores, D_4 y D_3 son constantes que incluye tres desviaciones estándar en términos de la amplitud del rango.				
Gráfica de control $\bar{X} - S$	Diagrama para variables que se aplican a procesos masivos, en los que se quiere tener una mayor potencia para detectar pequeños cambios. Por lo general, el tamaño de los subgrupos es $n > 10$. Los límites de control de la gráfica $\bar{X} - S$ se calculan del siguiente modo:			
	Fórmulas para gráfica de media con respecto a la desviación		Fórmulas para gráfica de desviación estándar	
	$UCLx = \bar{x} + A_3\bar{S}$ $CLx = \bar{x}$ $LCLx = \bar{x} - A_3\bar{S}$		$\bar{x} = \frac{\sum \bar{x}_i}{n}$	$UCLs = B_4\bar{S}$ $CLs = \bar{S}$ $LCLs = B_3\bar{S}$
Gráfica X individuales $I - MR$	Diagrama para variables de tipo continuo, pero en lugar de aplicarse a procesos semi-masivos o masivos como es el caso de la gráfica $\bar{X} - R$, se emplea en procesos lentos, en los cuales para obtener una medición o una muestra de la producción se requieren periodos relativamente largos. El tamaño de la muestra usado para monitorear el proceso es $n = 1$; es decir, la muestra consta de una unidad individual. Algunos ejemplos de estas situaciones son:			
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Procesos químicos que trabajan por lotes. 2. Industria de bebidas alcohólicas, en las que deben pasar desde una hasta más de 100 horas para obtener resultados de los procesos de fermentación y destilación. 3. Procesos en los que las mediciones cercanas sólo difieren por el error de medición. Por ejemplo, temperaturas en procesos, humedad relativa en el medio ambiente, etcétera. 4. Algunas variables administrativas cuyas mediciones se obtienen cada día, cada semana o más. Por ejemplo, mediciones de productividad, de desperdicio, de consumo de agua, electricidad, combustibles, etcétera. 			
	En estos casos, la mejor alternativa es usar una gráfica de individuales, donde cada medición particular de la variable que se quiere analizar se registra en una carta. En muchas aplicaciones de la gráfica de control para unidades individuales se usa el rango móvil de dos observaciones sucesivas como base para estimar la variabilidad del proceso. El rango móvil (MR , por sus siglas en inglés) se define como: $MR_i = X_i - X_{i-1} $			
Fórmula para gráfica de rango móvil		Fórmula para gráfica de x individuales		
$UCL_{MR} = D_4\overline{MR}$ $CL_{MR} = \overline{MR}$ $LCL_{MR} = D_3\overline{MR}$		$UCL_{Xin} = \bar{X} + 3\frac{\overline{MR}}{d_2}$ $CL_{Xin} = \bar{X}$ $LCL_{Xin} = \bar{X} - 3\frac{\overline{MR}}{d_2}$		

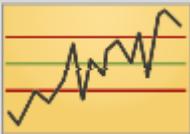
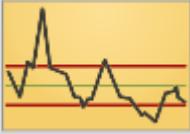
Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.5.1.3 Cartas de control para atributos

Diagramas que se aplican al monitoreo de características de calidad del tipo “pasa, o no pasa”, o donde se cuenta el número de no conformidades que tienen los productos analizados.

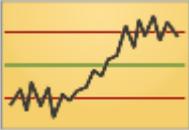
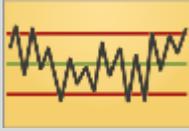
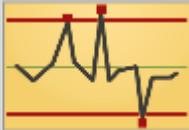
- p (proporción o fracción de artículos defectuosos).
- np (número de unidades defectuosas).
- c (número de defectos).
- u (número de defectos por unidad).

Para el análisis de las cartas de control (Variables y de atributos) se debe considerar los diferentes patrones de tendencia tales como:⁹

Patrones de tendencia	Descripción
<p>Tendencia global</p> 	<p>Una tendencia global tiene un movimiento bastante consistente en todo el rango de datos, como una tendencia ascendente o descendente. Es más probable que esta tendencia ocurra con la media del proceso que con la variación del proceso, de modo que esta tendencia suele aparecer en la gráfica X barra y no en la gráfica S. Las gráficas con una tendencia global no parecen estar bajo control porque la media cambia constantemente, pero las tendencias globales suelen ser una parte natural del proceso y representan variación por causa común.</p>
<p>Cíclico</p> 	<p>Un patrón cíclico se repite durante periodos de tiempo más largos. La duración del ciclo no es fija y el patrón no es estructurado. Es más probable que los ciclos ocurran con la media del proceso que con la variación del proceso, así que comúnmente aparecen en la gráfica X barra y no en la gráfica S. Las graficas con un patrón cíclico no parecen estar bajo control porque la media cambia constantemente, pero los ciclos suelen ser una parte natural del proceso y representan variación por causa común.</p>
<p>Cambios rápidos</p> 	<p>Los cambios rápidos en los datos son cambios notables y sostenidos de la media del proceso o de la variación del proceso. Los cambios rápidos pueden ser permanentes o temporales y suelen ser resultado de un cambio en el proceso. Un cambio rápido en la gráfica X barra indica un cambio rápido en la media del proceso y un cambio rápido en la gráfica S indica un cambio en la variación del proceso. Si existen cambios rápidos en su proceso, las estimaciones de la media o la variación del proceso pueden no reflejar de manera exacta el estado actual o futuro del proceso. Por lo general los cambios rápidos representan causas especiales en lugar de causas comunes.</p>

⁹ Minitab ®. Análisis de gráfico: Análisis de gráficas de control. [Software de cómputo]. (2013). Versión 17.1.0. US/Canadá/México: Minitab Inc., LEAD Technologies, Inc.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

<p>Cambios graduales</p> 	<p>Cuando un proceso cambia gradualmente, se observa un movimiento gradual ascendente o descendente en los datos. Los datos pueden permanecer en el nuevo nivel o regresar gradualmente al nivel original. Los cambios graduales a veces se describen como tendencias locales y suelen ocurrir cuando una entrada del proceso cambia gradualmente, las estimaciones de la media o la variación del proceso pueden no reflejar de manera exacta el estado actual o futuro del proceso.</p> <p>Es más probable que los cambios graduales ocurran con la media del proceso que con la variación del proceso, de modo que suelen aparecer en la gráfica X barra y no en la gráfica S.</p> <p>Por lo general los cambios graduales representan causas especiales en lugar de causas comunes. Debe investigar las posibles causas de los cambios graduales para resolver el problema</p>
<p>Oscilaciones</p> 	<p>Los datos que oscilan exhiben un patrón persistente de movimiento ascendente o descendente. Este patrón puede tener muchas causas por ejemplo, si un proceso está fuera del objetivo, es posible que los operadores ajusten repetidamente el proceso hacia arriba y hacia abajo para solucionar el problema. Es más probable que las oscilaciones ocurran con la media del proceso que con la variación del proceso, de modo que suele aparecer en la gráfica X barra y no en la gráfica S.</p> <p>Por lo general las oscilaciones representan causas especiales en lugar de causas comunes. Debe investigar las posibles causas del patrón para poder resolver el problema.</p>
<p>Mezcla</p> 	<p>Un patrón de mezcla exhibe un movimiento ascendente y descendente persistente en los datos, con una ausencia de puntos cerca de la línea central. Este patrón suele ocurrir cuando los datos se recolectan a partir de más de una fuente o más de un proceso. Por ejemplo, las mediciones se recolectan a partir de dos máquinas en un patrón alterno (Máquina A, Máquina B, Máquina A, y así sucesivamente).</p> <p>Es más probable que un patrón de mezcla ocurra con la media del proceso que con la variación del proceso, por lo que comúnmente aparece en la gráfica X barra y no en la gráfica S.</p> <p>Por lo general, un patrón de mezcla representa causas especiales en lugar de causas comunes. Usted debe investigar las posibles causas del patrón de mezcla para que pueda abordar el problema.</p>
<p>Fuera de control excesivo</p> 	<p>Si más del 2% de todos los puntos está fuera de los límites de control, el número de puntos fuera de control es excesivo. Los puntos fuera de control suelen deberse a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambios rápidos, tendencias o ciclos en los datos. • Causas especiales asociadas con eventos inesperados, como fallas del suministro de electricidad. • Auto correlación (correlación entre puntos de los datos consecutivos). <p>Usted puede detectar cambios rápidos, tendencias, ciclos y causas especiales en la gráfica. El auto correlación es difícil de evaluar y convendría que obtenga ayuda para evaluar el problema.</p> <p>Los puntos fuera de control excesivo en la gráfica S suele indicar que la variación del proceso no es estable, lo que puede afectar la validez de los límites de control en la gráfica X barra.</p>

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.5.1.4 Elementos para la selección y elaboración de una gráfica de control para atributos.

Gráfica	Propósito	Uso	Tamaño de Subgrupo, n	Consideraciones Adicionales
Proporción de defectuosos (P)	Analizar la proporción de artículos defectuosos por subgrupo (unidades rechazadas / unidades inspeccionadas). Se supone una distribución binomial.	Por lo general es utilizada para reportar resultados en puntos de inspección, donde una o más características de calidad son evaluadas, y en función de esto el artículo es aceptado o rechazado.	El valor de n puede ser constante o variable, pero suficientemente grande para tener una alta probabilidad de que en cada subgrupo se detecte por lo menos una pieza defectuosa. Esto se logra tomando a n tal que $n > 9 \left[\frac{1 - \bar{p}}{\bar{p}} \right]$	No es adecuada si n es mucho más pequeña que el valor recomendado. Para n muy grande, de uno o varios miles, los límites de control estarán muy estrechos; por lo tanto, es mejor graficar la proporción en una gráfica de individuales. Si n es muy variable de un subgrupo a otro (más de 25%), se debe utilizar una gráfica estandarizada o una con límites variables.
Número de defectuosos (NP)	Monitorea el número de unidades defectuosas por subgrupo (número de artículos rechazados por cada muestra inspeccionada). Se supone una distribución Binomial.	Se aplica en la misma situación que la carta p , pero con el tamaño de subgrupo constante. Es más fácil graficar los puntos en la gráfica al estar trabajando con números enteros.	El valor de n debe ser constante y en cuanto a su tamaño se aplican los mismos criterios que en la gráfica p	Aplican las dos primeras observaciones para la gráfica p . Cuando n crece, la sensibilidad o potencial de la gráfica para detectar cambios es mayor.
Número de defectos por subgrupo (C)	Analiza el número de defectos por subgrupo o unidad, ésta puede ser un artículo o un lote, una medida de longitud o de tiempo, una medida de área o volumen. Se supone una distribución de Poisson.	Uno de sus usos es en puntos de inspección, donde se busca localizar uno o más tipos de defectos relativamente menores, de tal forma que aunque se encuentren defectos, el artículo no se rechaza. También se usa para variables como número de quejas, de errores, de paros, de clientes, etcétera.	El tamaño de subgrupo o unidad es constante. De ser posible se elige de tal forma que el número promedio de defectos por subgrupo (línea central) sea mayor que nueve	Si en cada subgrupo se esperan cero o muy pocos defectos, mucho menos que nueve, usualmente la gráfica no es efectiva. En esos casos, se debe buscar un incremento en el tamaño de subgrupo u otras alternativas.
Número promedio de defectos por unidad (U)	Monitorea el número promedio de defectos por artículo o unidad inspeccionada. Se supone una distribución de Poisson.	Igual que la gráfica c , pero aquí se prefiere analizar el número promedio de defectos por artículo o unidad, en lugar del número de defectos por subgrupo.	El tamaño de subgrupo puede ser constante o variable, pero siempre está conformado por varias unidades de referencia o artículos. Buscar que n cumpla que $n > \frac{9}{\bar{u}}$	Si n es mucho menor que el número recomendado, la gráfica u suele no ser útil. En esos casos, buscar incrementar n , o utilizar otra carta de control.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Tipo de grafica	Descripción y formulación	
Grafica P	<p>La Gráfica P también llamada gráfica de proporciones. Lleva un registro de la proporción o porcentaje de unidades no conformes (o el porcentaje defectuoso) en cada muestra durante el tiempo. Realiza el seguimiento de la proporción de defectuosos y detecta la presencia de causas especiales. Los parámetros para la construcción de la gráfica P son:</p>	
	$UCL_P = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$ $CL_P = \bar{p}$ $LCL_P = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$	$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n}$ <p>Dónde: \bar{p} = Proporción promedio de no conformes para muchos subgrupos. n = Número inspeccionado en un subgrupo.</p>
Grafica NP	<p>La gráfica np hace un seguimiento del número de defectuosos y detecta la presencia de causas especiales. Está gráfica lleva un registro del número de unidades no conformes (o defectuosas) en cada muestra a lo largo del tiempo. La gráfica de número de conformes, o gráfica np, es casi igual que la gráfica p sin embargo, no se usa las dos para el mismo objetivo. La gráfica np es más fácil de comprender para el personal de operación, que la gráfica P también, los resultados de la inspección se anotan directamente en ella, sin hacer más cálculos. Los parámetros para la construcción de la gráfica np son:</p>	
	$UCL_{np} = \bar{np} + 3\sqrt{\bar{np}(1-\bar{p})}$ $CL_{np} = \bar{np}$ $LCL_{np} = \bar{np} - 3\sqrt{\bar{np}(1-\bar{p})}$	
Grafica C	<p>El objetivo de la Gráfica C es analizar la variabilidad del número de defectos por subgrupo o unidad, cuando el tamaño del subgrupo se mantiene constante. Parámetros:</p>	
	$CL_c = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$ $CL_c = \bar{c}$ $LCL_c = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$	
Grafica U	<p>La gráfica U Analiza la variación del número promedio de defectos por artículo o unidad en lugar del total de defectos en la muestra o subgrupo. Se usa cuando el tamaño del subgrupo no es constante. De manera de que para cada subgrupo o muestra se gráfica:</p>	
	$\bar{U} = \frac{\sum C_i}{\sum n_i}$	$UCL_U = \bar{U} + 3 \sqrt{\frac{\bar{U}}{n}}$ $CL_U = \bar{U}$ $LCL_U = \bar{U} - 3 \sqrt{\frac{\bar{U}}{n}}$
<p>Donde C_i es la cantidad de defectos en el subgrupo i y n_i es el tamaño del subgrupo i.</p>		

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.5.1.5 Método para el cálculo del tamaño de la muestra n

Un método preciso para determinar el tamaño de la muestra consiste en aplicar la fórmula¹⁰:

$$n = p(1 - p) \left(\frac{Z_{\alpha/2}}{E} \right)^2$$

Donde

n = Tamaño de la muestra.

p = Estimación de la proporción de no conformes en la población. Si no se dispone de alguna estimación, suponer el “caso peor” de $p = 0.50$. Por seguridad se debe estimar por exceso.

$Z_{\alpha/2}$ = Coeficiente de distribución normal (valor Z) para el área entre las dos colas. Esa área representa el equivalente decimal del límite de confianza.

$Z_{\alpha/2}$	Límite de confianza
1.036	70%
1.282	80%
1.645	90%
1.96	95%
2.575	99%
3.00	99.73%

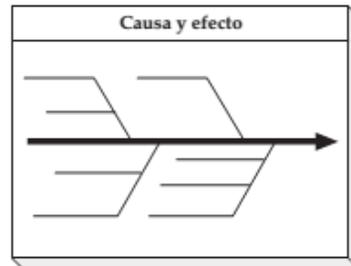
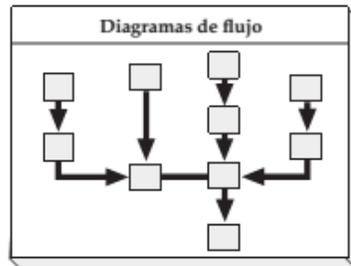
E = Error máximo admisible en la estimación de p , que también se llama precisión deseada.

¹⁰Dale H. Besterfield. (2009). Control Estadístico de la Calidad, Elaboración de la gráfica P para tamaño constante de subgrupo. (Segunda edición). México: McGraw-Hill/INTERAMERICANA.

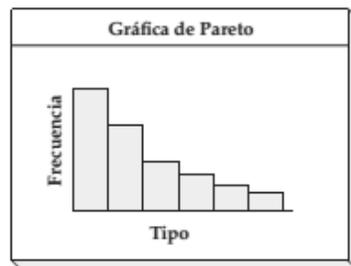
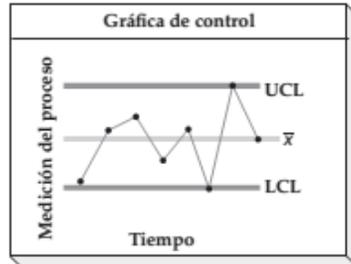
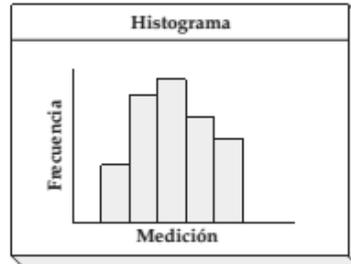
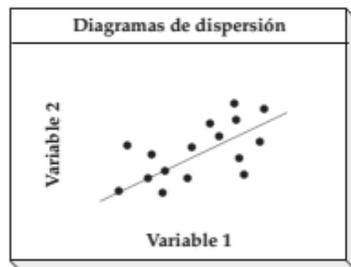
Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.6 LAS SIETE HERRAMIENTAS DE CONTROL DE CALIDAD

Las siete herramientas de control de la calidad que fueron descritas por primera vez por los japoneses, las utilizan pequeños equipos de trabajadores junto con administradores e ingenieros para controlar y mejorar los procesos.¹¹



Hoja de verificación	
observación	datos
1	
2	
3	
4	
5	



¹¹ Schroeder Roger G., Goldstein Susan Meyer, Rungtusanatham, M. Johnny (2011). Administración de Operaciones, Las siete herramientas de la calidad. (Quinta edición). México: McGraw-Hill/INTERAMERICANA.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.6.1 Propósito de las siete herramientas de control de la calidad

Herramientas	Propósito
Diagramas de flujo	Entender el proceso e identificar las posibles áreas problemáticas
Hojas de verificación	Tabular datos sobre un área problemática
Histogramas	Ilustrar la frecuencia de ocurrencia de las medidas
Diagramas de Pareto	Identificar los problemas más importantes
Diagramas de causa y efecto	Mostrar las posibles causas del problema
Diagramas de dispersión	Investigar las causas y los efectos
Gráficas de control	Mantener las ganancias provenientes del mejoramiento del proceso

5.7 CAPACIDAD DE PROCESO

Consiste en conocer la amplitud de la variación natural del proceso para una característica de calidad dada; esto permitirá saber en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria (cumple especificaciones).¹²

5.7.1 Tendencia central

Valor en torno al cual los datos o mediciones de una variable tienden a aglomerarse o concentrarse.

5.7.2 Media

Medida de tendencia central que es igual al promedio aritmético de un conjunto de datos, que se obtiene al sumarlos y el resultado se divide entre el número de datos.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

¹²Humberto Gutiérrez Pulido. (2009). Control Estadístico de la Calidad, Capacidad de proceso. (Segunda edición). México: McGraw-Hill/INTERAMERICANA

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.7.3 Mediana o percentil 50

Medida de tendencia central que es igual al valor que divide a la mitad a los datos cuando son ordenados de menor a mayor.

5.7.4 Moda

Medida de tendencia central de un conjunto de datos que es igual al dato que se repite más veces.

5.7.5 Desviación estándar muestral

Medida de la variabilidad que indica qué tan esparcidos están los datos con respecto a la media.

$$S = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

5.7.6 Desviación estándar del proceso

Refleja la variabilidad de un proceso. Para su cálculo se debe utilizar un número grande de datos que hayan sido obtenidos en el transcurso de un lapso de tiempo amplio. Se denota con la letra griega sigma σ

5.7.7 Rango

Medición de la variabilidad de un conjunto de datos que es resultado de la diferencia entre el dato mayor y el dato menor de la muestra.

5.7.8 Desigualdad de Chebyshev

La desigualdad de Chebyshev es el resultado teórico que relaciona \bar{X} y S , y establece el porcentaje mínimo de datos que caen en el intervalo $(\bar{X} - kS, \bar{X} + kS)$, con $k = 1, 2, 3$

- Entre $\bar{X} - S$ y $\bar{X} + S$ está 68% de los datos de la muestra.
- Entre $\bar{X} - 2S$ y $\bar{X} + 2S$ está 95%
- Entre $\bar{X} - 3S$ y $\bar{X} + 3S$ está 99.7%

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.7.9 Histograma

Representación gráfica de la distribución de un conjunto de datos o de una variable, donde los datos se clasifican por su magnitud en cierto número de clases. Permite visualizar la tendencia central, la dispersión y la forma de la distribución.

5.7.10 Tabla de frecuencias

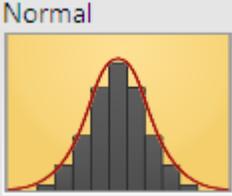
Representación en forma de tabla de la distribución de unos datos, a los que se clasifica por su magnitud en cierto número de clases.

5.7.11 Interpretación del histograma

Cuando un histograma se construye de manera correcta, es resultado de un número suficiente de datos (de preferencia más de 100), y éstos son representativos del estado del proceso durante el periodo de interés; entonces, se recomienda considerar los siguientes puntos en la interpretación del histograma.

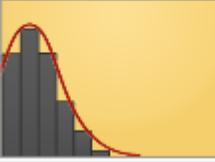
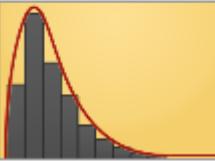
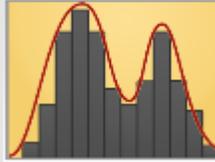
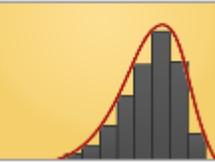
- Observar la tendencia central de los datos.
- Estudiar el centrado del proceso.
- Examinar la variabilidad del proceso.
- Analizar la forma del histograma.

Para el análisis de la forma del histograma considerar los siguientes patrones:¹³

 A histogram with a normal distribution curve overlaid. The word "Normal" is written in blue above the graph. The histogram has several bars of varying heights, with the tallest bar in the center. The curve is a smooth, bell-shaped line that fits the bars.	<p>Si sus datos siguen una distribución normal:</p> <ul style="list-style-type: none">• Los datos se asemejan a una curva con forma de campana. La mayoría de los datos están cerca de la media, en el centro de la gráfica, y las barras a cada lado del centro (colas) se estrechan gradualmente.• Un número similar a cada lado barra del centro.• La distancia desde cada extremo de las barras hasta el centro es aproximadamente la misma.
---	--

¹³ Minitab  ®. Análisis de gráfico: Histograma. [Software de cómputo]. (2013). Versión 17.1.0.US/Canadá/México: Minitab Inc., LEAD Technologies, Inc.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

<p>Asimetría moderada hacia la derecha</p> 	<p><u>Si sus datos son asimétricos a la derecha:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • La mayoría de los datos se sitúa hacia el lado izquierdo de la gráfica. • Las barras más cortas se extienden lejos hacia la derecha, formando una cola larga. <p>Los datos asimétricos a la derecha ocurren comúnmente en procesos que utilizan métricas financieras y de tiempo de ciclo. Si su proceso no produce datos asimétricos a la derecha de forma natural. Debe investigar las posibles causas de ese patrón.</p>
<p>Normales Truncados</p> 	<p><u>Si sus datos siguen una distribución normal truncada:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • La forma de los datos en un lado de la gráfica se asemeja a una distribución normal. • La cola del otro lado no se estrecha gradualmente si no que se trunca (se corta). <p>Esta forma puede ocurrir cuando se descartan todas las partes que están fuera del límite de especificación o cuando existe un límite natural en los datos, como cuando las mediciones no pueden ser menores que 0.</p>
<p>Asimetría severa hacia la derecha</p> 	<p><u>Si sus datos son severamente asimétricos a la derecha:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • La mayoría de los datos se sitúa hacia el lado izquierdo de la gráfica. • Las barras más cortas se extienden lejos hacia la derecha, formando una cola larga. <p>Los datos asimétricos a la derecha ocurren comúnmente en procesos que utilizan métricas financieras y de tiempo de ciclo. Si su proceso no produce datos asimétricos a la derecha de forma natural, debe investigar las posibles causas de ese patrón.</p>
<p>Bimodal</p> 	<p><u>Si los datos son bimodales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hay dos picos en la gráfica. <p>Los datos bimodales comúnmente ocurren cuando se recolectan datos de procesos diferentes o del mismo proceso en diferentes condiciones.</p> <p>Considere agregar una variabilidad X categoría que represente los diferentes procesos o condiciones, y determine si X explica los picos presente en los datos.</p>
<p>Asimetría moderada hacia la izquierda</p> 	<p><u>Si sus datos son asimétricos hacia la izquierda:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • La mayoría de los datos están a la derecha. • Muchas barras más cortas se extienden hacia la izquierda y forman una cola. <p>Los datos asimétricos hacia la izquierda no son comunes y es probable que sean resultado de un límite superior natural en los datos. Si su proceso no produce naturalmente datos asimétricos hacia la izquierda, usted debe investigar las posibles causas de este patrón.</p>

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

<p>Uniforme</p> 	<p>Si sus datos siguen una distribución uniforme:</p> <ul style="list-style-type: none">• Todas las barras de la gráfica tienen aproximadamente la misma altura.• Todos los datos de Y tiene la misma probabilidad de ocurrir. <p>Este tipo de datos es común cuando se trata de tiempos de espera o de datos uniformes de manera natural, debe investigar las posibles causas de este patrón.</p>
<p>Valores atípicos</p> 	<p>Los valores atípicos son barras en cualquier extremo de datos que no parecen ser parte del resto de los datos. Dado que los valores atípicos pueden influir considerablemente en los resultados de cualquier análisis estadístico que usted realice con estos datos, debe intentar identificar la causa de su naturaleza poco común. Corrija cualquier error de entrada de datos o de medición.</p>

5.7.12 Cuantiles (Percentiles)

Medidas de localización que separan por magnitud un conjunto de datos en cierto número de grupos o partes que contienen la misma cantidad de datos. Por ejemplo, los deciles dividen los datos en 10 grupos.

5.8 ÍNDICES DE CAPACIDAD PARA VARIABLES MEDIBLES

Para calcular los índices de capacidad e interpretarlos se necesita conocer la media, μ , y la desviación estándar, σ , del proceso con una buena aproximación. Sin embargo, cuando no se conocen estos parámetros será necesario utilizar datos muestrales y estimar por intervalo a estos índices. Sea $x_1, x_2 \dots x_n$ una muestra aleatoria del proceso, y \bar{X} y S la media y la desviación estándar de tal muestra.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.8.1 Índice Cp

Indicador de la capacidad potencial del proceso que resulta de dividir el ancho de las especificaciones (variación tolerada) entre la amplitud de la variación natural del proceso.¹⁴

Poblacional	Muestral
$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma}$	$\hat{C}_p = \frac{ES - EI}{6S}$

5.8.2 Índice Cr

Indicador de la capacidad potencial del proceso que divide la amplitud de la variación natural de éste entre la variación tolerada. Representa la proporción de la banda de especificaciones que es cubierta por el proceso.

Poblacional	Muestral
$C_r = \frac{6\sigma}{ES - EI}$	$\hat{C}_r = \frac{6S}{ES - EI}$

5.8.3 Índice Cpi

Indicador de la capacidad de un proceso para cumplir con la especificación inferior de una característica de calidad.

Poblacional	Muestral
$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma}$	$\hat{C}_{pi} = \frac{\bar{X} - EI}{3S}$

5.8.4 Índice Cps

Indicador de la capacidad de un proceso para cumplir con la especificación superior de una característica de calidad.

Poblacional	Muestral
$C_{ps} = \frac{ES - \sigma}{3\sigma}$	$\hat{C}_{ps} = \frac{ES - \bar{X}}{3S}$

¹⁴Ver Anexo I. Pág. 16: Sección de Tablas: Valores del Cp. y su interpretación.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.8.5 Índice Cpk

Indicador de la capacidad real de un proceso que se puede ver como un ajuste del índice Cp para tomar en cuenta el centrado del proceso.

Poblacional	Muestral
$C_{pk} = \text{Mínimo} \left[\frac{\mu - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \mu}{3\sigma} \right]$	$\hat{C}_{pk} = \text{Mínimo} \left[\frac{\bar{X} - EI}{3S}, \frac{ES - \bar{X}}{3S} \right]$

5.8.6 Índice K

Es un indicador de qué tan centrada está la distribución de un proceso con respecto a las especificaciones de una característica de calidad dada.

Poblacional	Muestral
$K = \frac{\bar{X} - N}{\frac{1}{2}(ES - EI)}$	$\hat{K} = \frac{\bar{X} - N}{\frac{1}{2}(ES - EI)}$

El valor de **N** por lo general es igual al punto medio de las especificaciones, es decir, $N = 0.5(ES + EI)$

5.8.7 Índice Cpm (Índice de Taguchi)

Poblacional	Muestral
$C_{pm} = \frac{ES - EI}{6\tau}$	$\hat{C}_{pm} = \frac{ES - EI}{6\tau}$

Índice de Taguchi similar al **Cpk** que, en forma simultánea, toma en cuenta el centrado y la variabilidad del proceso. Donde τ (tau) está dada por: $\tau = \sqrt{S^2 + (\bar{X} - N)^2}$

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.9 INDICE DE CAPACIDAD PARA ATRIBUTOS (DPMO)

El índice **Z** se emplea como métrica en Seis Sigma cuando la característica de calidad es de tipo continuo; sin embargo, muchas características de calidad son de atributos. En este caso se utilizará como métrica a los Defectos por millón de oportunidades de error (**DPMO**)

5.9.1 Índice DPU (Defectos Por Unidad)

El índice **DPU** (defectos por unidad), el cual es una métrica que determina el nivel de no calidad de un proceso que no toma en cuenta las oportunidades de error y se obtiene con el siguiente cociente:

$$DPU = \frac{d}{U}$$

Donde **U** es el número de unidades inspeccionadas en las cuales se observaron **d** defectos; ambas referidas a un lapso de tiempo específico.

5.9.2 Índice DPO (Defectos Por Oportunidad)

Métrica de calidad que es igual al número de defectos encontrados entre el total de oportunidades de error al producir una cantidad específica de unidades.

$$DPO = \frac{d}{U \times O}$$

Donde **U** y **d** son como antes, y **O** es el número de oportunidades de error por unidad. Nótese que para calcular **DPO** es necesario dividir el total de defectos encontrados, **d**, entre el total de oportunidades de error, ya que éste se obtiene multiplicando el total de unidades inspeccionadas, **U**, por el número de oportunidades de error por unidad, **O**

5.9.3 DPMO (Defectos Por Millón de Oportunidades)

Métrica Seis Sigma para procesos de atributos que cuantifica los defectos esperados en un millón de oportunidades de error. Para lograr un mejor entendimiento de la métrica **DPO**, es mejor obtener el índice **DPMO** (Defectos por millón de oportunidades), el cual cuantifica los defectos del proceso en un millón de oportunidades de error, y se obtiene al multiplicar al **DPO** por un millón.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.10 TÉCNICAS DE MEJORA CONTINUA PARA EL DESARROLLO DE PROCESOS

Al analizar los procesos de la organización y sus posibilidades de mejora, podemos encontrarnos con diferentes situaciones, y por lo tanto, las mejoras a introducir puede ser dos tipos: mejoras estructurales o mejoras en el funcionamiento. Las mejoras estructurales son necesarias cuando el proceso tiene un nivel de funcionamiento muy deficiente en muchos aspectos y no alcanza sus objetivos o cuando el proceso tiene un funcionamiento muy desestructurado, no se siguen procedimientos homogéneos entre las diferentes personas que lo llevan a cabo y no está en situación estabilizada y de control. Son problemas principalmente conceptuales, y para su consecución se emplean herramientas y técnicas de tipos creativo o conceptual. Por otro lado, las mejoras funcionales son necesarias cuando el proceso tiene un funcionamiento deficiente y no alcanza algunos de sus objetivos de eficacia o eficiencia; por tanto, consisten en que un determinado proceso funcione de manera más eficaz y eficiente.¹⁵

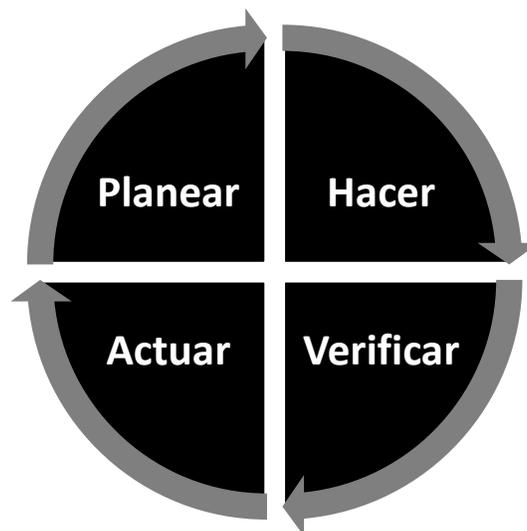
¹⁵Camisón Cesar, Cruz Sonia, González Tomás (2007). Gestión de la calidad, Métodos para la mejora y el desarrollo de procesos. (Primera edición). México, Madrid, Santa fe de Bogotá, Buenos Aires, Caracas, Lima, Montevideo, San Juan, San José, Santiago, São Paulo, White Plains: PEARSON Prentice Hall.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.10.1 Ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar)

Proceso de cuatro etapas para desarrollar proyectos de mejora; consiste en planear, hacer, verificar y actuar (PHVA).¹⁶

En este sentido la mayoría de metodologías de solución de problemas están inspiradas en el ciclo de la calidad o ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar), en el que se desarrolla de manera objetiva y profunda un plan (planificar); éste se prueba en pequeña escala o sobre una base de ensayo tal como ha sido planeado (hacer); se analiza si se obtuvieron los efectos esperados y la magnitud de los mismos (verificar), y de acuerdo con lo anterior se actúa en consecuencia (actuar), ya sea con la generalización del plan si dio resultado, con medidas preventivas para que la mejora no sea reversible, o bien, se reestructura el plan si los resultados no fueron satisfactorios, con lo que se vuelve a iniciar el ciclo.



¹⁶Humberto Gutiérrez Pulido. (2009). Control Estadístico de la Calidad, Ciclo de la calidad. (Segunda edición). México: McGraw-Hill/INTERAMERICANA

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.10.2 Metodología 5 S

Es una técnica que se aplica en todo el mundo con excelentes resultados por su sencillez y efectividad. Su aplicación mejora los niveles de:¹⁷

- Calidad
- Eliminación de tiempos muertos
- Reducción de costos

La aplicación de esta técnica requiere el compromiso personal de la empresa para que sea un auténtico modelo de organización, limpieza, seguridad e higiene.

Los primeros en asumir este compromiso son los Gerentes y los Jefes y la aplicación de esta es el ejemplo más claro de resultados a corto plazo.



¹⁷ Sr. Justo Rosas D. (2012). Mejora de la calidad: LAS 5`S HERRAMIENTAS BASICAS DE MEJORA DE LA CALIDAD, Paritarios, recuperado el 09 de Noviembre de 2015 de http://www.paritarios.cl/especial_las_5s.htm.

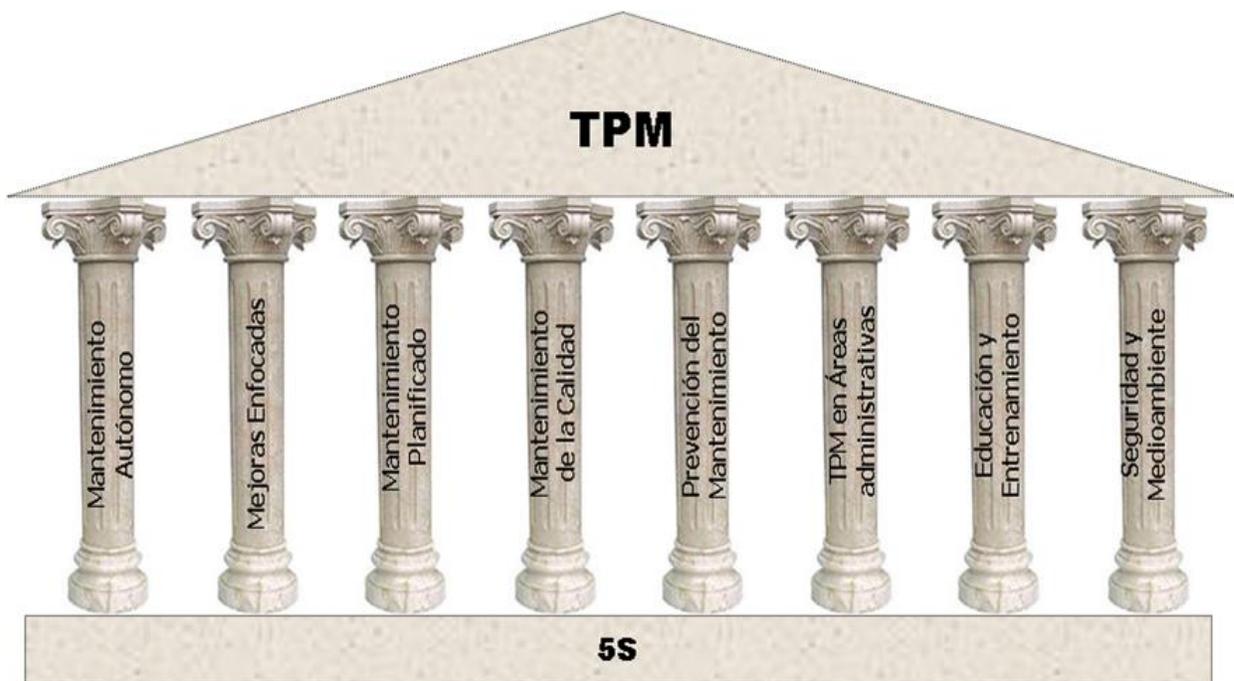
Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.10.3 Mantenimiento Productivo Total (TPM: Total Productive Maintenance)

El **TPM** (Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total) se centra en la eliminación de pérdidas ocasionadas o relacionadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción.¹⁸

En contra del enfoque tradicional del mantenimiento, en el que unas personas se encargan de producir y otras de reparar cuando hay averías, el **TPM** aboga por la implicación continua de toda la plantilla en el cuidado, limpieza y mantenimiento preventivos, logrando de esta forma que no se lleguen a producir averías, accidentes o defectos.

Para comprender mejor el significado del **TPM** hay que entender que éste se sustenta en 8 pilares:



¹⁸Jon Campos (2012). TPM (Mantenimiento Productivo Total), EUSKALIT GESTION AVANZADA, recuperado el 20 de Enero de 2016 de <http://www.euskalit.net/gestion/?p=855>.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.11 CONCEPTOS, USOS Y TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE SAL

5.11.1 SAL COMÚN

Conocida popularmente como sal, corresponde a la sal denominada cloruro sódico (o cloruro de sodio), cuya fórmula química es NaCl.¹⁹

5.11.2 TIPOS DE SAL

Existen diversos tipos de sal en función de diferentes parámetros como puede ser: la procedencia geográfica, el origen (sal marina o de mina de sal), el tratamiento proporcionado antes de ser ofrecida al consumidor y los aditivos que posea (artificiales o naturales). Todos estos tipos de sal obedecen fundamentalmente a gustos locales y hacen que sean empleadas de formas diferentes según sea el tipo. Los tipos pueden ser descritos en función de su elaboración (evaporada, marina, minera), de su contenido en oligoelementos (magnesio, calcio, etc.), de los aditivos empleados (especias, sabores, etc.), de su textura (gruesa, suave como un copo de nieve, etc.), etc.²⁰

5.11.3 USOS INDUSTRIALES

Aproximadamente el 60% de la producción mundial se dedica a aplicaciones industriales, principalmente en la elaboración de carbonato sódico sintético (Na_2CO_3) y álcalis de cloro empleado en la industria química. El consumo humano representa tan solo el 25%.

La demanda mundial de sal para este tipo de procesos ha ido creciendo desde la revolución industrial, en algunos casos el empleo de la sal para generar cloro ha decrecido debido a los temores de generación de dioxinas como subproductos. Se emplea en la preparación de aguas salobres de pecera. Existen ramas de la agricultura que se dedican a medir la biosalinidad (sal existente en los terrenos de cultivo).

¹⁹ Wikipedia. (2015, Octubre) Sal, Sal común. Recuperado el 24 de Octubre de 2015, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Sal#Salinas>

²⁰ Wikipedia. (2015, Octubre) Sal, Tipos de sal. Recuperado el 24 de Octubre de 2015, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Sal#Salinas>

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

En ganadería, la sal se utiliza para suplir a la falta de cloro y sodio en la alimentación de los bóvidos y óvidos, que lamen sal en bloques que se ponen a lo largo de los prados. Se les puede suministrar también mezclada con otros minerales.²¹

5.11.3.1 Industria química

La sal es una fuente de cloro que proporciona a la industria química este elemento en grandes cantidades, un ejemplo es su empleo en la elaboración del plástico denominado: PVC (Poli cloruro de Vinilo). Se emplea como aditivo en la formación de ciertas cerámicas.

La industria química emplea la sal en la elaboración de otras sales derivadas como puede ser el hipoclorito cálcico ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$), dióxido de cloro (ClO_2), clorato sódico (NaClO_3), flúor silicato sódico (Na_2SiF_6), hipoclorito sódico (NaClO), perclorato sódico ($\text{NaClO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Resulta evidente que la sal es uno de los compuestos más empleados en la obtención de cloro gaseoso y sodio metálico.

5.11.3.2 Industria farmacéutica

En la industria farmacéutica se emplea en la elaboración de infusiones, drogas y sueros clínicos. Es frecuente emplearla en la electrólisis en los denominados puentes de sal. Se emplea a veces como mordiente en la industria textil.

5.11.3.3 Industria de la construcción

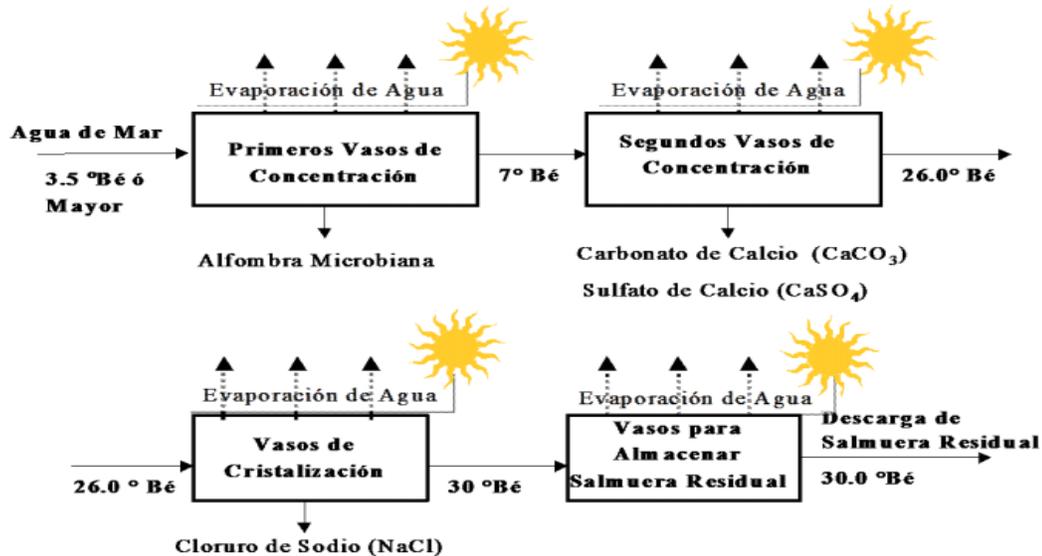
La sal se emplea en otros campos diferentes de la alimentación. Uno de los más comunes en los lugares de clima frío es la aplicación en las carreteras, calles y pavimentos para derretir la nieve y evitar la formación de hielo. Esta práctica cambia con frecuencia la salinización del suelo provocando serios trastornos al medio ambiente.

²¹ Wikipedia. (2015, Octubre) Sal, Usos Industriales. Recuperado el 24 de Octubre de 2015, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Sal#Salinas>.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.11.4 OBTENCIÓN DE LA SAL

5.11.4.1 Evaporación solar



²²Método por Evaporación Solar

Este proceso se inicia con la captación de agua de mar, mediante bombeo o por gravedad. El proceso, particularmente en las grandes salinas, se divide en dos etapas básicas:

a) Concentración

El agua de mar es alimentada hacia un área donde por efecto de la acción del sol y del viento, se evapora el exceso de agua contenido en el agua de mar y se obtiene una solución o salmuera saturada rica en cloruro de sodio. En el área de concentración precipitan sales de carbonatos y sulfatos de calcio, no deseadas para la siguiente etapa.

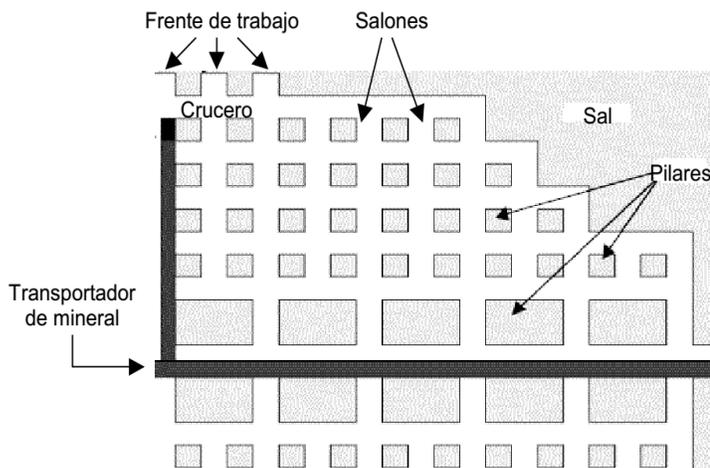
²² Coordinación General de Minería. Dirección General de Desarrollo Minero: Evaporación solar. (2013). México: Guerrero Negro, Baja California Sur, Estados de Veracruz, Nuevo León y Colima.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

b) Cristalización

La salmuera saturada generada en la etapa anterior se alimenta a una nueva área donde, al continuar el proceso de evaporación solar, cristaliza la sal de cloruro de sodio. En esta área precipita únicamente cloruro de sodio con impurezas menores de sulfatos. La sal producida en el área de cristalización se cosecha, se lava para eliminar impurezas, se clasifica y apila por tamaños y calidades, se envasa y embarca.

5.11.4.2 Minado por salones y pilares



²³Método minado salones y pilares

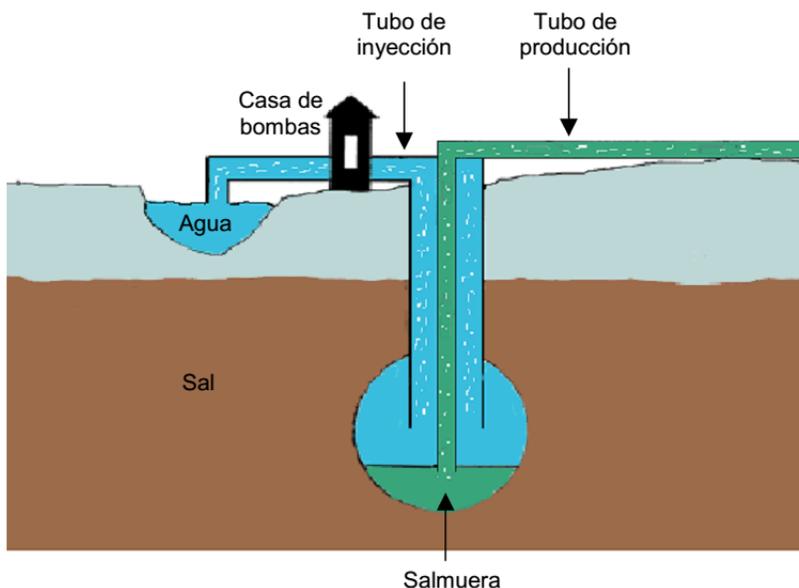
Este tipo de minado subterráneo consiste en desarrollar una retícula formada por obras mineras horizontales que cortan a la veta, las cuales se denominan cruceros y obras horizontales en la misma dirección de la veta, llamadas frentes. Conforme se tumba y extrae la roca y/o mineral se van formando amplios espacios abiertos en el interior de la mina que reciben el nombre de salones, los cuales serán tan grandes como las reglas de seguridad lo permitan, y las zonas sin minar pasan a constituir los pilares, que sirven de soporte natural del techo de la mina.

²³ Coordinación General de Minería. Dirección General de Desarrollo Minero: Minado por salones y pilares. (2013). México: Guerrero Negro, Baja California Sur, Estados de Veracruz, Nuevo León y Colima.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

La sal será llevada a la planta trituradora en la que se fragmentará de acuerdo al tamaño requerido y posteriormente es transportada para ser almacenada en pilas.

5.11.4.3 Minado por solución



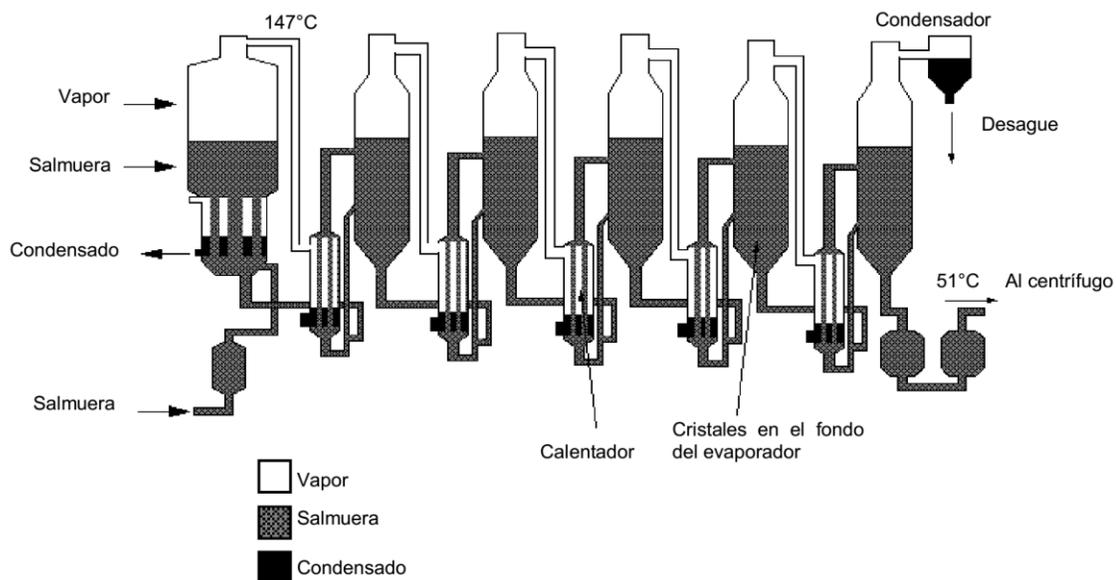
²⁴Método por solución

El agua es inyectada a través de pozos que se conectan con el interior de la formación rocosa que contiene el mineral. Una serie de tubos son cementados en el interior de los pozos perforados para mejorar la protección a los sedimentos circunvecinos. Después un tubo de inyección y uno de producción son bajados al fondo del pozo perforado. El agua es bombeada a la superficie a través del tubo de inyección, la sal es disuelta y la sal resultante de la salmuera saturada es bombeada a la superficie a través del tubo de producción. La solución extraída se somete al calor de una planta de evaporación para la producción de sal evaporada.

²⁴ Coordinación General de Minería. Dirección General de Desarrollo Minero: Minado por solución. (2013). México: Guerrero Negro, Baja California Sur, Estados de Veracruz, Nuevo León y Colima.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

5.11.4.4 Al vacío



²⁵Método al Vacío

Es una planta constituida por una serie de tubos verticales a través de los cuales la salmuera es circulada. El primer tubo recibe vapor de baja presión y la salmuera se calienta a una temperatura generada por la entrada de presión de vapor. La salmuera caliente en el primer tubo produce vapor y causa que los cristales de sal se desarrollen. La sal en la suspensión resultante es alimentada al segundo tubo y circulada a través de un segundo calentador que utiliza vapor consumido a partir del primer tubo. Las presiones y las temperaturas llegan a ser más bajas de un extremo a otro de la serie de evaporadores y al final operan en vacío habilitando la salmuera a temperaturas mucho más bajas. La salmuera en suspensión es tomada del fondo del tubo final y alimenta al centrífugo para extraer más humedad. La sal de los centrífugos es para alimentar los enfriadores y/o secadores para un secado adicional. Después del secado, la sal es cribada y clasificada, más adelante es transferida a las grandes tolvas de almacenamiento y por último, es empacada y distribuida en sacos o buques cisterna.

²⁵ Coordinación General de Minería. Dirección General de Desarrollo Minero: Al vacío. (2013). México: Guerrero Negro, Baja California Sur, Estados de Veracruz, Nuevo León y Colima.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 ENFOQUE

El proyecto se enfoca en el paradigma cualitativo y cuantitativo porque se realizó una investigación desde los actores del lugar, la información obtenida sirvió de referencia para interpretarla con el sustento científico y profesional con el que se pretendió identificar los problemas.

Cuantitativos: porque se realizó el conteo del número de defectuoso del producto terminado (sal). Y la medición del peso.

Cualitativos: porque los resultados obtenidos se analizaron con base en el marco teórico consultado, y sirvieron para la toma de decisiones.

6.2 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA – DOCUMENTAL

Se realizó una investigación bibliográfica - documental para poder obtener información más profunda con respecto a problemas similares, de esta manera se recopiló información valiosa que sirvió de apoyo en la realización del proyecto.

6.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

6.3.1 Exploratorio

Exploratorio porque fue necesario realizar el estudio en la línea de Producción de la Empresa “La Perla”, para establecer el origen del problema, además de investigar las causas del problema y el por qué se da el mismo.

6.3.2 Descriptivo

Descriptivo porque se analizó el problema, cuáles eran las causas, las posiciones y las dificultades por la que está atravesando la empresa.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

6.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

6.4.1 Población

En el desarrollo del presente estudio se determinó que la población corresponde a todo el personal de la línea de producción encargados de realizar el proceso correspondiente a la producción de sal yodada.

6.4.2 Muestra

Se tomaron en consideración las bolsas de arrobas conformadas por 25 bolsas de sal, en el cual se tomó como el tamaño del subgrupo. Por lo tanto para estimar la cantidad a inspeccionar se utilizó un método preciso.

Un método preciso para determinar el tamaño de muestra consiste en aplicar la fórmula

$$n = p(1 - p) \left(\frac{Z_{\alpha/2}}{E} \right)^2$$

donde n = tamaño de muestra.

p = estimación de la proporción de no conformes en la población. Si no se dispone de alguna estimación, suponer el “caso peor” de $p = 0.50$. Por seguridad se debe estimar por exceso.

$Z_{\alpha/2}$ = coeficiente de distribución normal (valor Z) para el área entre las dos colas. Esa área representa el equivalente decimal del límite de confianza.

$Z_{\alpha/2}$	LÍMITE DE CONFIANZA
1.036	70%
1.282	80%
1.645	90%
1.96	95%
2.575	99%
3.00	99.73%

E = error máximo admisible en la estimación de p , que también se llama precisión deseada.

Fuente: Dale H. Besterfield. (2009). Control Estadístico de la Calidad, Elaboración de la gráfica P para tamaño constante de subgrupo. (Segunda edición). México: McGraw-Hill/INTERAMERICANA.

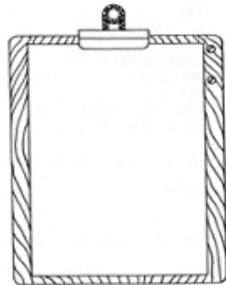
Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

6.5 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para realizar dicho estudio en la línea de producción se prepararon los instrumentos y el método de la siguiente manera:

6.5.1 Tablero para recolección de datos y cuaderno de notas

Para efectuar la recolección de datos se utilizó un tablero rectangular de madera de las siguientes dimensiones 345mm de largo x 230 mm de ancho.



6.5.2 Balanza electrónica

Para la medición del peso del producto se utilizó una balanza digital de precisión Modelo: Scout Pro SP2001 con una capacidad máxima de 2000 g y una sensibilidad de 0.1 g.



6.5.3 Formatos u hojas de verificación

Se utilizaron hojas de recolección de datos estándar como se muestra a continuación.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

HOJA DE VERIFICACIÓN PRODUCTOS DEFECTUOSOS				
Empresa:	LA PERLA		Área de inspección	Bodega
Inspector	Franklin Antonio Guevara Vallecillo		Fecha	
Producto	Sal yodada		Hora de inicio	
Cantidad inspeccionada			Hora de finalización	
Tamaño del subgrupo			Hoja #	
DEFECTOS	FRECUENCIA		OBSERVACIONES	SUBTOTAL
			TOTAL	

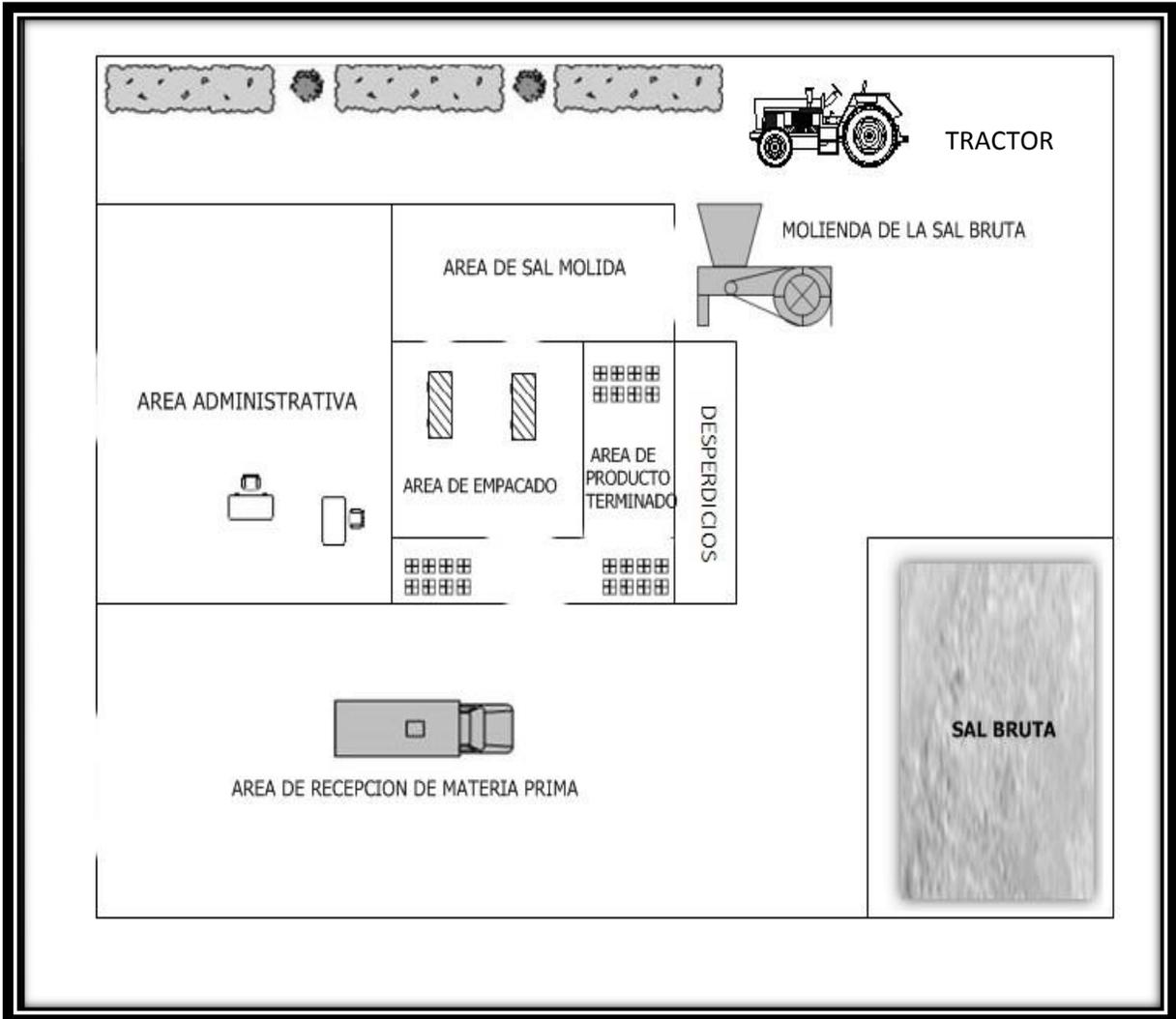
HOJA DE VERIFICACIÓN PRODUCTOS DEFECTUOSOS				
Empresa:	LA PERLA		Área de inspección	Bodega
Inspector	Luis Manuel Núñez Parrales		Fecha	
Producto	Sal yodada		Hora de inicio	
Cantidad inspeccionada			Hora de finalización	
Tamaño del subgrupo			Hoja #	
DEFECTOS	FRECUENCIA		OBSERVACIONES	SUBTOTAL
			TOTAL	

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

FORMATO DE RECOLECCIÓN PARA DATOS VARIABLES													
EMPRESA	LA PERLA			PRODUCTO	Sal yodada			ÁREA DE INSPECCIÓN			Bodega		
INSPECTOR	Autores			CARACTERISTICA CALIDAD			Peso	TOLERANCIA	(±) 0.1791 Lb			PERIODO	
SUBGRUPOS	25			CANTIDAD INSPECCIONADA			300	VALOR NOMINAL	1 libra			4 días	
DETALLES	Fecha												
	Hora												
	Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TAMAÑO DE LA MEDICIONES	X1												
	X2												
	X3												
	X4												
	X5												
	X6												
	X7												
	X8												
	X9												
	X10												
	X11												
	X12												
	X13												
	X14												
	X15												
	X16												
	X17												
	X18												
	X19												
	X20												
	X21												
	X22												
	X23												
	X24												
	X25												
Media	X barra												
Dev. Estándar	S												
Comentarios													

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

6.5.4 Croquis del área de trabajo



Fuente: Elaborado por autores con la herramienta de Diseño Adobe Photoshop CS3 en español, Phoxo Picture y Microsoft Visio 2010.

6.5.5 Estudio detallado de la operación.

Para dicho estudio se utilizó programas de cómputo tales como el software estadístico Minitab 17, Microsoft Excel, Photoshop CS3 español, Phoxo Picture y Microsoft Visio.²⁶

²⁶ Ver Anexo V. Pág. 31: Software de cómputo utilizado.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

6.6 PROCEDIMIENTOS

6.6.1 Selección del lugar de trabajo

Se seleccionó la línea de producto terminado para recolectar la frecuencia de defectuosa que tiene dicho producto y la medición del peso.

6.6.2 Caracterización del producto

En esta parte se identificó características medibles y no medibles del producto, como no medibles se tiene el color de la sal, ralladuras, orificios, entre otros daños. Y de tipo medibles se tiene el peso del mismo.

6.6.3 Descripción del proceso de elaboración

Se hizo una breve descripción del proceso de obtención de la sal yodada de la empresa para entender sistemáticamente su proceso productivo.

6.6.4 Elaboración del diagrama de flujo

Se elaboró un diagrama de flujo del proceso de la sal yodada como una forma representativa del proceso de producción de la empresa.

6.6.5 Definición de las características de calidad que se controlan en el producto

Se procedió a definir las posibles características de calidad que hacen control del producto.

6.6.6 Selección de las características de calidad vitales

Se seleccionó las características de mayor vitalidad para controlar dicho producto.

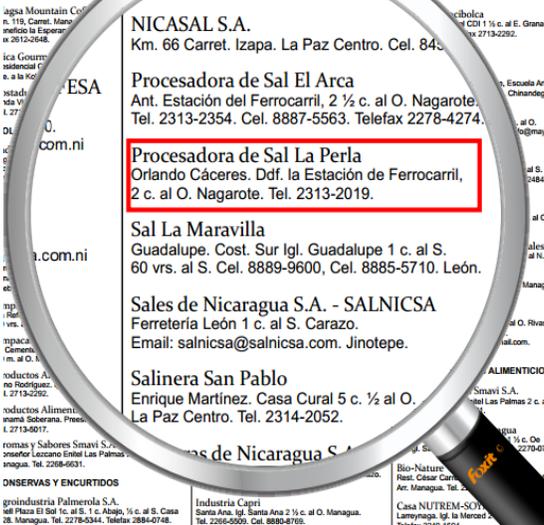
6.6.7 Aplicación de las siete herramientas básicas de la calidad.

Se hizo uso de las siete herramientas de la calidad para analizar e interpretar las posibles causas que generan los problemas comunes en el producto.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

7. CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE SAL

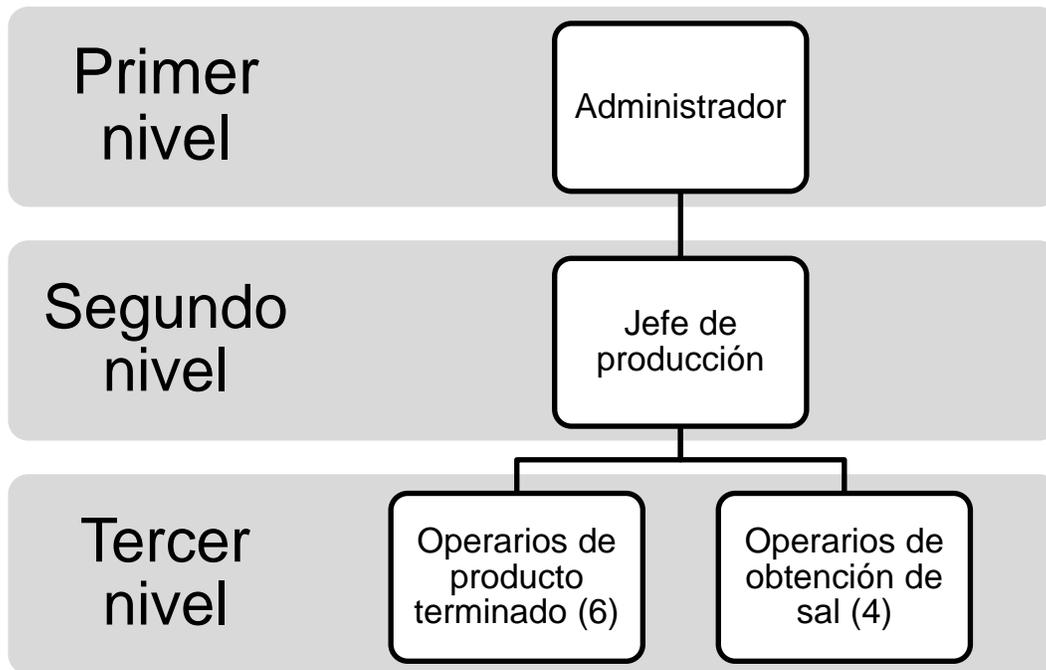
7.1 REGISTRO MERCANTIL

Registro	Breve descripción	Presentación
 <p>Ministerio de Fomento, Industria y Comercio - MIFIC²⁷</p>	<p>Este Directorio incluye un poco más de 14 mil establecimientos, micro, pequeños, medianos y grandes de las actividades de transformación industrial, minería, construcción, comercio mayoristas de bienes de consumo, comercio de materias primas, materiales, insumos, maquinaria y equipos, así como los servicios para las unidades de producción, las instituciones y organizaciones más importantes. Las empresas están incluidas en 955 grupos de producción y servicios correspondientes a 95 actividades de la economía nacional. No incluye el comercio minorista de bienes de consumo final, como tampoco los servicios personales.</p>	 <p>NICASAL S.A. Km. 66 Carret. Izapa. La Paz Centro. Cel. 848-2354</p> <p>Procesadora de Sal El Arca Ant. Estación del Ferrocarril, 2 ½ c. al O. Nagarote. Tel. 2313-2354. Cel. 8887-5563. Telefax 2278-4274.</p> <p>Procesadora de Sal La Perla Orlando Cáceres. Ddf. la Estación de Ferrocarril, 2 c. al O. Nagarote. Tel. 2313-2019.</p> <p>Sal La Maravilla Guadalupe. Cost. Sur Igl. Guadalupe 1 c. al S. 60 vrs. al S. Cel. 8889-9600, Cel. 8885-5710. León.</p> <p>Sales de Nicaragua S.A. - SALNCSA Ferretería León 1 c. al S. Carazo. Email: salnicsa@salnicsa.com. Jinotepe.</p> <p>Salinera San Pablo Enrique Martínez. Casa Cural 5 c. ½ al O. La Paz Centro. Tel. 2314-2052.</p>

²⁷ www.mific.gob.ni/LinkClick.aspx?File=ticket=R2FqOUR9PKs%3D...

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

7.2 ORGANIGRAMA JERÁRQUICO DE LA EMPRESA



7.3 FICHA ORGANIZACIONAL

Nivel Ejecutivo	
Administrador	Dirige, planea y evalúa. Encargada de llevar la contabilidad, ingreso, egreso. Elaboración de roles de pagos.
Nivel Operativo	
Jefe de producción y operaciones	Depende del administrador y tiene como función coordinar, supervisar las labores de producción y operaciones desde la extracción de la sal del mar hasta la empresa, además se encarga del mantenimiento de las maquinarias.
Operarios de obtención de sal	Depende del jefe de producción y operaciones y se encargan de extraer la sal desde el mar
Operarios de producto terminado	Depende del jefe de producción y operaciones y se encargan de empacar la sal yodada molida para luego ser comercializada.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

7.4 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO

<p>Descripción del producto</p> 	
Nombre del producto:	Sal yodada
Peso Estándar:	1 Libra aproximadamente
Composición Química:	Carbonato de calcio (CaCO ₃) Cloruro de sodio (NaCl) Yodato de potasio (KIO ₃)
Humedad:	5% aproximadamente
Dimensiones:	13x10 x 2 (Altura x Base x Ancho) en cm
Registro Sanitario # 1526	MINSA

7.5 AMBIENTE LABORAL Y CONDICIONES DE TRABAJO

Los elementos de condiciones de trabajo y ambiente laboral de la empresa deben estar ligados a una norma sobre higiene industrial en los lugares de trabajo.²⁸

Elementos	Descripción
Condiciones Ergonómicas	Los operarios por lo general en todas las actividades de la producción se mantienen de pies.
Condiciones de Higiene	La empresa cumple con los requerimientos de higiene adecuado tales como la limpieza de las áreas de trabajo.
Condiciones de Seguridad	Los operarios no cuentan con todos los equipos de protección personal, solo con guantes de manos.
Micro ambiente	No existen elementos negativos que afecten en las labores de producción de la empresa.
Macro ambiente	Existen dos elementos que afectan la producción de la materia prima (Sal bruta) como la lluvia y los vientos fuertes, generando retraso en su proceso.

²⁸ Ver Anexo IV. Pág. 22: Normativas. Normas Jurídicas de Nicaragua sobre higiene industrial en los lugares de trabajo.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

7.6 ANÁLISIS DEL ENTORNO EMPRESARIAL



Fuente: Elaboración propia

ENTORNO

El entorno empresarial hace referencia a los factores externos de la empresa que influyen en esta y que condicionan su actividad como trabajo, materiales y recursos denominados elementos de entrada, que una vez transformadas proporcionarían elementos de salidas, que serán los productos o servicios que la empresa ofrecerá al mercado. La influencia del entorno es de gran consideración para la ejecución a nivel ejecutivo y poder aprovechar las oportunidades y combatir las amenazas.²⁹

MACRO-ENTORNO

Se trata de factores externos que influyen en las empresas y que éstas no pueden controlar. Las clasificaciones se ejecutaron de la siguiente forma:

²⁹ Osmar Martínez (2012). proyecto de mejora continua para la disminución de productos defectuosos en la producción y comercialización de flor Gypsophila Millón-Star. Tesis Previa a la obtención del título de ingeniería industria, Universidad de Cuenca, Ecuador.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

- Factores económicos
- Factores políticos
- Factores legales
- Factores tecnológicos

MICRO-ENTORNO

Son todos aquellos factores cercanos a la empresa o al sector en el que desarrolla su actividad y que le influyen directamente. Sobre estos factores la empresa puede ejercer un cierto control. Se refieren a:

La competencia

Los clientes reales o potenciales

Los proveedores e intermediarios

Entidades financieras

La Perla al ser una empresa dedicada a la producción, los factores de externos e internos inciden sobre la toma de decisiones y en las operaciones diarias de esta, es importante que se identifique su entorno, se adapte a las necesidades así como prever los posibles cambios con anticipación y estar preparados cuando estos se produzcan.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

7.7 PROCESO DE PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

7.7.1 Diagrama de bloques de proceso de obtención de la sal desde el mar

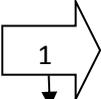
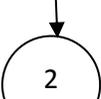
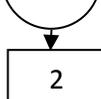
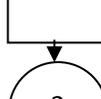
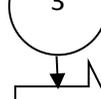
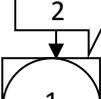
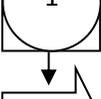
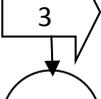


Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

7.7.2 Diagrama de flujo de proceso de obtención de la sal desde el mar

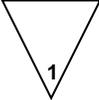
Tipo de diagrama	Diagrama de flujo de proceso en un nivel de pequeña empresa	Área	Producción
Método	Original	Preparado por:	Autores
Operación	Obtención y elaboración de sal yodada	Fecha	25/06/2016

Fuentes: Manual de tiempos y movimientos. Camilo Jananía Abraham (2008)³⁰

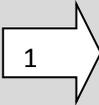
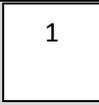
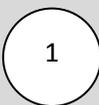
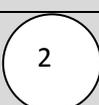
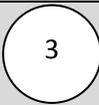
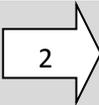
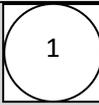
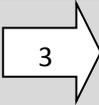
Distancia	Tiempo	Símbolo	Descripción
750 Metros	-		Extracción de la salmuera por medio de bombas a las pilas.
-	-		Inspección del grado de salinidad de la salmuera
-	-		Preparación y llenado de las pilas.
-	10 Días		Evaporación de la salmuera
-	-		Inspección del secado de la sal bruta.
-	-		Recolección de la sal bruta.
30Km	-		Transporte de la sal bruta a la empresa.
-	-		Molienda de la sal bruta, adición de yodato de potasio e inspección.
1 Metro	-		Transporte de la sal molida con yodo al cuarto de empaçado
-	-		Empaque.

³⁰ Camilo Jananía Abraham (2008). Manual de tiempos y movimientos: Ingeniería de métodos, Diagrama de flujo de proceso, (Primera edición). México: LIMUSA.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

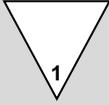
1.5 metros	-		Almacenamiento de producto terminado.
-------------------	---	---	---------------------------------------

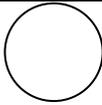
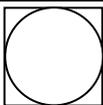
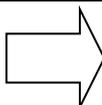
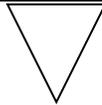
7.7.3 Explicación por etapa del flujo del proceso de producción

ACTIVIDAD	DESCRIPCION
	La extracción de la salmuera (agua con sal) se hace a través de bombas de gasolina adaptadas con mangueras de hule, se realiza el bombeo a las pilas.
	Inspección del grado de salinidad. Se utiliza un salino-metro ³¹ .
	Se preparan las pilas dividiéndose entre recuadros para agilizar el secado, donde se cubre con plástico en toda su superficie llana que es generalmente rectangular alrededor de 30 m ² , para evitar las impurezas (suciedad) una vez que esta es llenada.
	Mediante la acción del sol y el viento, se realiza la evaporación que resulta en la formación de cristales de sal conocido como sal bruta.
	Inspección del secado de la sal bruta, el porcentaje de humedad debe estar aproximadamente en 5%.
	La sal cristalina (sal bruta) y seca es recolectada hasta un camión para su transporte.
	Una vez recolectada la sal bruta es transportada hasta la empresa para luego ser molida y yodada.
	Estando en la empresa, la sal bruta pasa por el proceso de molienda y agregado de yodato de potasio, donde, se hace una pequeña inspección de las mismas.
	Una vez molida y yodada la sal se traslada al cuarto de empacado por medio de palas.
	La sal, una vez preparada (molida y yodada) adecuadamente para el consumo humano, se introduce en bolsitas pequeñas para luego ser empacadas en bolsas de arrobas de 25 unidades.

³¹ Ver Anexo III. Pág. 21: Salino metro, Concepto y características.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

	El producto se almacena en una sección del mismo cuarto con polines, y son colocadas de manera ajustada a cada uno.
---	---

Resumen						Total
Símbolo						
Numero	4	1	1	3	1	10
Distancia (Metros)	0	0	0	30751	1.5	30752.5
Tiempo (Horas)	240	0	0	0	0	240

7.7.4 Caracterización de la calidad del producto

El control de calidad, se encarga de que los productos se encuentren dentro de las normas establecidas, por otra parte, permite realizar los ajustes necesarios a los procesos de producción cuando se identifican algunos parámetros de incumplimiento.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Los elementos variables considerados en la elaboración del producto sal yodada de la empresa son:

Variables continuas	Descripción	Procedimientos	Representación de la variación
Peso	El peso específico aproximado es de 1Libra, donde debe oscilar entre 0.8209 a 1.1791 Lb. (1 ± 0.1791 Lb)	Se recolectaron 8 muestra de sales para medir el peso y estimar las especificaciones ³²	
Humedad	La humedad de la sal debe constituir en un porcentaje aproximadamente del 5%.	Según experiencia de la empresa ³³	

Insumo para preservar la salud de la población:

El Yodato de potasio: es el aditivo o compuesto más estable utilizado para yodar la sal, raramente afectado por las impurezas, cuya baja solubilidad en el agua le confiere una buena estabilidad es decir no requiere de estabilizadores. Tiene muy poca tendencia de emigrar y por lo tanto su eliminación en la sal no es fácil.³⁴

³²APÉNDICE III. Pág. 4: Cálculo de las especificaciones del peso por estimación.

³³APÉNDICE IV. Pág. 5: Explicación del método utilizado para medir la humedad de la sal.

³⁴ Ver Anexo IV. Pág. 22: Normas. Normas Jurídicas de Nicaragua. Reglamento de la ley sobre yodización de la sal.

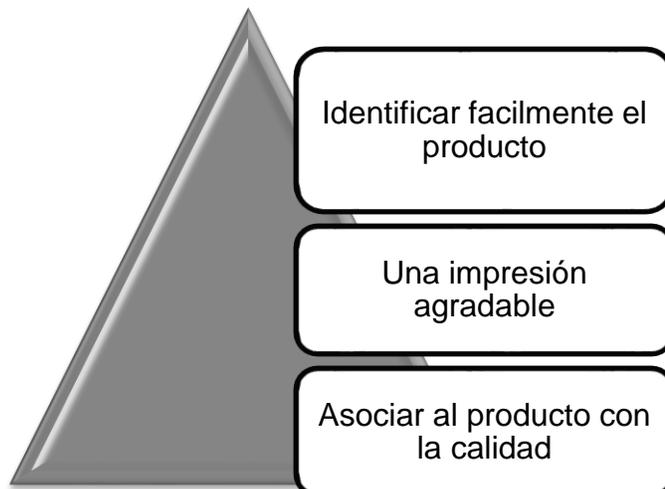
Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Otro insumo

Otro elemento necesario para la producción de la sal yodada es el envase, es necesario considerar el diseño de este, debido a que es un factor importante para el producto



Y por otra parte, constituye un factor de venta:



8. CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

8.1 EVALUACIÓN ESTADÍSTICA

8.1.1 METODOLOGÍA PARA TOMA DE LOS DATOS VARIABLES TIPO MEDIBLE

Uno de los elementos variables considerado en la recolección de los datos en la empresa fue el peso del producto, donde su valor nominal es 1 libra (peso estándar), para este proceso se recolectaron 12 muestra, dado que el producto se empaca en bolsas de arrobas de 25 unidades de dicho producto. Por tanto, se tomó como el tamaño de la medición. La cantidad total inspeccionada fue de 300 bolsas de sal durante un periodo de 4 días.



Para realizar las mediciones se utilizó una balanza de precisión Modelo: Scout Pro SP2001 con una capacidad máxima de 2,000 g y una sensibilidad de 0.1 g. Donde la medición de la balanza se calibró en libras.

Los límites de tolerancia del peso del producto fueron estimados debido a que no se tenía registro de especificaciones del mismo, por tanto, se recolectaron 8 muestras adicionales del peso para realizar la respectiva estimación en el cual son: $1 \pm 0.1791 LB$.³⁵

³⁵ APÉNDICE III. Pág. 4: Cálculo de las especificaciones del peso por estimación.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

A continuación se muestran los datos obtenidos en una tabla diseñada especialmente para la recolección de datos de los pesos de las bolsas de sales.

FORMATO DE RECOLECCIÓN PARA DATOS MEDIBLES													
EMPRESA	LA PERLA			PRODUCTO	Sal yodada			ÁREA DE INSPECCIÓN			Bodega		
INSPECTOR	Autores			CARACTERÍSTICA CALIDAD			Peso	TOLERANCIA	(±) 0.1791 Lb		PERIODO		
SUBGRUPOS	25			CANTIDAD INSPECCIONADA			300	VALOR NOMINAL	1 libra		4 días		
DETALLES	Fecha	25/04/2016			26/04/2016			27/04/2016			28/04/2016		
	Hora	10:30 a.m.	10:51 a.m.	11:00 a.m.	10:42 a.m.	11:02 a.m.	11:11 a.m.	10:32 a.m.	10:39 a.m.	10:45 a.m.	10:52 a.m.	11:02 a.m.	11:12 p.m.
	Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TAMAÑO DE LA MEDICIONES	X1	0.7820	0.6860	0.6985	0.8445	0.7860	0.8620	0.8115	0.7800	0.7455	0.6735	0.5885	0.5160
	X2	0.7275	0.7955	0.7580	0.7710	0.7900	0.7325	0.6930	0.7260	0.7665	0.7825	0.8375	0.8195
	X3	0.7785	0.7140	0.7235	0.8075	0.7835	0.7735	0.7545	0.8300	0.6950	0.6750	0.7495	0.7960
	X4	0.7150	0.7330	0.7385	0.7850	0.7830	0.7570	0.7390	0.7810	0.7405	0.7535	0.7915	0.8675
	X5	0.6825	0.6990	0.7750	0.7775	0.7525	0.7020	0.8130	0.7495	0.7275	0.7430	0.6080	0.8070
	X6	0.6770	0.7965	0.7255	0.7475	0.7615	0.7885	0.7720	0.7525	0.7390	0.7245	0.8490	0.8080
	X7	0.7235	0.7540	0.7560	0.8230	0.7510	0.7125	0.7365	0.7275	0.6035	0.6780	0.8150	0.8410
	X8	0.7785	0.7380	0.6625	0.7370	0.8120	0.8385	0.6860	0.7910	0.8130	0.7460	0.7860	0.8120
	X9	0.6445	0.7870	0.7670	0.6980	0.8115	0.7955	0.7190	0.6965	0.6360	0.7195	0.7995	0.8305
	X10	0.7805	0.6680	0.8165	0.8055	0.7405	0.8060	0.7605	0.8120	0.7185	0.7470	0.7470	0.7100
	X11	0.8135	0.8460	0.7580	0.7340	0.8385	0.7915	0.7755	0.6985	0.6810	0.7345	0.8610	0.7440
	X12	0.7345	0.7650	0.8540	0.8190	0.7120	0.8175	0.7700	0.7225	0.8480	0.9045	0.7640	0.6955
	X13	0.7330	0.7285	0.7985	0.8650	0.7430	0.7775	0.7405	0.6210	0.6805	0.7120	0.8575	0.8560
	X14	0.7720	0.6510	0.8450	0.8175	0.7815	0.7990	0.7980	0.7420	0.6815	0.7050	0.7340	0.7205
	X15	0.7260	0.8435	0.7865	0.7985	0.6095	0.7050	0.7925	0.7475	0.7190	0.6840	0.7360	0.7780
	X16	0.6850	0.7210	0.7695	0.8450	0.6870	0.8115	0.7440	0.6720	0.6945	0.7460	0.7310	0.7070
	X17	0.7270	0.7135	0.8205	0.7550	0.8315	0.8085	0.6830	0.7340	0.7170	0.7500	0.6405	0.7685
	X18	0.7515	0.6670	0.7570	0.8640	0.6865	0.7925	0.7500	0.7570	0.6990	0.7445	0.7990	0.7950
	X19	0.7425	0.7700	0.7265	0.8155	0.7820	0.7695	0.8610	0.7850	0.6580	0.7115	0.7550	0.6735
	X20	0.7220	0.6880	0.8195	0.7705	0.7760	0.6590	0.6895	0.7190	0.7070	0.7420	0.8015	0.7385
	X21	0.7440	0.7480	0.7480	0.8475	0.7845	0.7755	0.6930	0.7215	0.6565	0.6465	0.7715	0.7805
	X22	0.7155	0.7410	0.8105	0.7710	0.6780	0.7720	0.7780	0.7255	0.6810	0.7270	0.7925	0.7690
	X23	0.8490	0.7260	0.8225	0.7840	0.7870	0.8285	0.8700	0.6725	0.6645	0.7205	0.6720	0.7895
	X24	0.8090	0.8550	0.7280	0.8310	0.8395	0.8345	0.7105	0.7235	0.7505	0.7270	0.6995	0.7605
	X25	0.7500	0.7030	0.7810	0.7875	0.7830	0.7595	0.7985	0.7175	0.6115	0.7410	0.7690	0.6560
Media	X barra	0.7426	0.7415	0.7698	0.7961	0.7636	0.7788	0.7576	0.7362	0.7054	0.7295	0.7582	0.7616
Desviación Estándar	S	0.0463	0.0558	0.0466	0.0428	0.0546	0.0477	0.0515	0.0460	0.0561	0.0479	0.0722	0.0755
COMENTARIOS					Bolsas rotas					Mal sellado			

8.1.1.1 Elaboración de la grafica $\bar{X} - S$

Para el cálculo de los límites de control del peso se utilizó la grafica $\bar{X} - S$ debido a que el tamaño de la medición es mayor a 10 es decir $n > 10$. Tanto la gráfica \bar{X} como la gráfica S tienen una mayor sensibilidad cuando n crece.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Cálculos de los límites de control de la gráfica S

FÓRMULAS		PROCEDIMIENTOS	
$UCLs = B_4\bar{S}$ $CLs = \bar{S}$ $LCLs = B_3\bar{S}$	$UCL = 1.435(0.0536) = 0.0769$ $CLs = 0.0536$ $LC = 0.5650(0.0536) = 0.0303$	$\bar{S} = \frac{0.0463 + 0.0558 + 0.0466 + \dots + 0.0755}{12} = 0.0536$	$B_4 = 1.4350$ $B_3 = 0.5650$ <p>Ver anexo³⁶</p> <p style="text-align: center;">↑</p>
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$	$S_1 = \sqrt{\frac{(0.7820 - 0.7426)^2 + (0.7275 - 0.7426)^2 + \dots + (0.7500 - 0.7426)^2}{25 - 1}} = 0.0463$ <p style="text-align: center;">Igualmente con:</p> $S_2 = 0.0558; S_3 = 0.0466; \dots; S_{12} = 0.0755$		

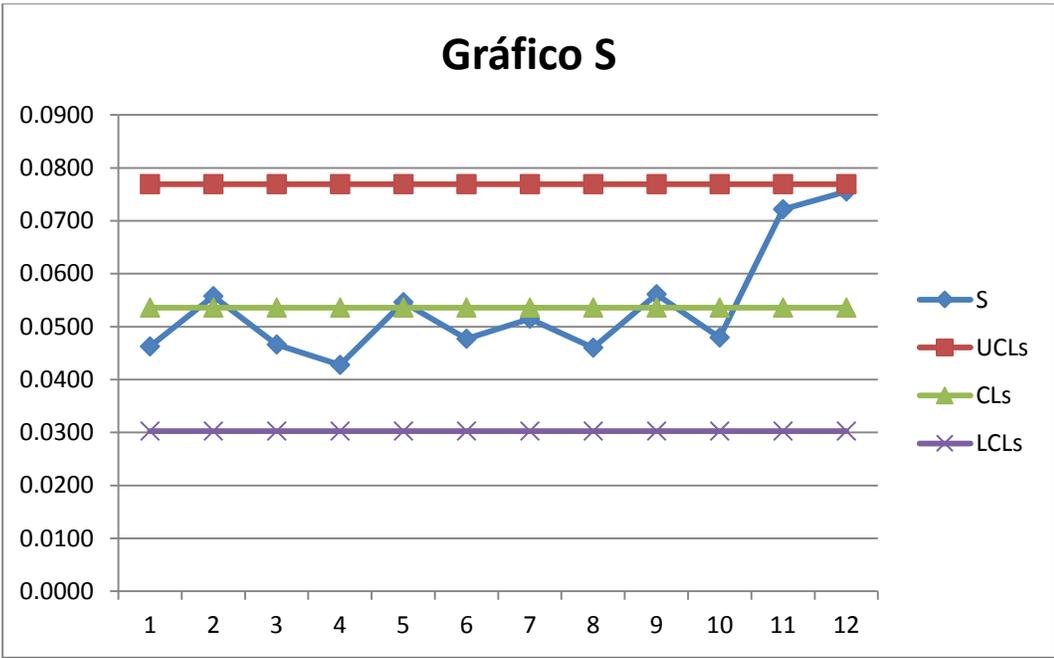
Tablas de resumen de los límites de control

LÍMITES DE CONTROL S				DATOS S	
S	UCLs	CLs	LCLs	B4	1.4350
0.0463	0.0769	0.0536	0.0303	B3	0.5650
0.0558	0.0769	0.0536	0.0303	UCLs	0.0769
0.0466	0.0769	0.0536	0.0303	CLs	0.0536
0.0428	0.0769	0.0536	0.0303	LCLs	0.0303
0.0546	0.0769	0.0536	0.0303		
0.0477	0.0769	0.0536	0.0303		
0.0515	0.0769	0.0536	0.0303		
0.046	0.0769	0.0536	0.0303		
0.0561	0.0769	0.0536	0.0303		
0.0479	0.0769	0.0536	0.0303		
0.0722	0.0769	0.0536	0.0303		
0.0755	0.0769	0.0536	0.0303		

³⁶ Ver Anexo I. Pág. 16: Sección de Tablas. Factores para construir cartas de control para variables. Con $n = 25, B_4, B_3$

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Gráfica de control de desviación estándar (S)



Interpretación de la gráfica de control de desviación estándar (S)

Primeramente se analiza la gráfica S para determinar si el proceso es estable. Se puede notar que la muestra 12 representa una desviación mayor que las otras muestras, debido a que está comprendido entre el límite UCLs, por tanto, se toma como un punto crítico de control con un riesgo 0.0755 de que los datos se desvíen con respecto a la media CLs, pero eso no indica que la variación del proceso no sea estable, debido a que no hay subgrupos fuera de control. Además la gráfica no sigue un patrón de tendencia extraña. Por tanto se procede a la elaboración de la grafica \bar{X} .

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Cálculos de los límites de control de la gráfica \bar{X}

FÓRMULAS		PROCEDIMIENTOS	
$UCLx = \bar{x} + A_3\bar{S}$ $CLx = \bar{x}$ $LCLx = \bar{x} - A_3\bar{S}$	UCL $= 0.7534 + 0.6060(0.0536)$ $= 0.7859$ $CLx = 0.7534$ $LCLx$ $= 0.7534 - 0.6060(0.0536)$ $= 0.7209$	$\bar{s} = \frac{0.0463 + \dots + 0.0755}{12} = 0.0536$	$A_3 = 0.6060$ ↑ Ver anexo ³⁷
$\bar{x} = \frac{\sum \bar{x}_i}{n}$	$\bar{x} = \frac{0.7426 + 0.7415 + \dots + 0.0755}{300} = 0.7534$		

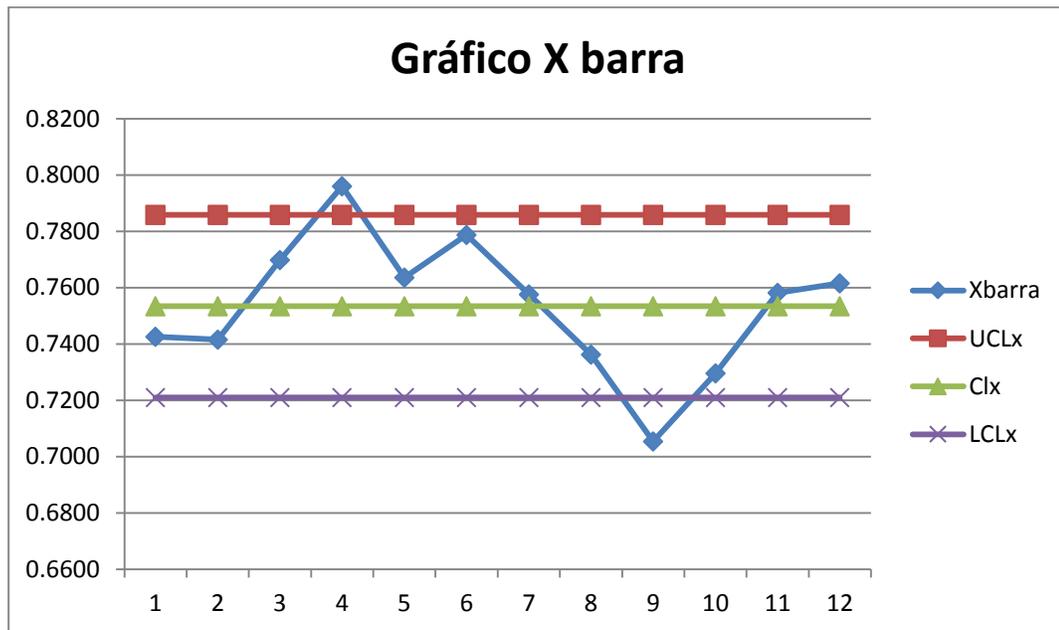
Tablas de resumen de los límites de control X barra

LÍMITES DE CONTROL X BARRA				DATOS X BARRA	
X barra	UCLx	CLx	LCLx	A3	0.6060
0.7426	0.7859	0.7534	0.7209	UCLx	0.7859
0.7415	0.7859	0.7534	0.7209	CLx	0.7534
0.7698	0.7859	0.7534	0.7209	LCLx	0.7209
0.7961	0.7859	0.7534	0.7209		
0.7636	0.7859	0.7534	0.7209		
0.7788	0.7859	0.7534	0.7209		
0.7576	0.7859	0.7534	0.7209		
0.7362	0.7859	0.7534	0.7209		
0.7054	0.7859	0.7534	0.7209		
0.7295	0.7859	0.7534	0.7209		
0.7582	0.7859	0.7534	0.7209		
0.7616	0.7859	0.7534	0.7209		

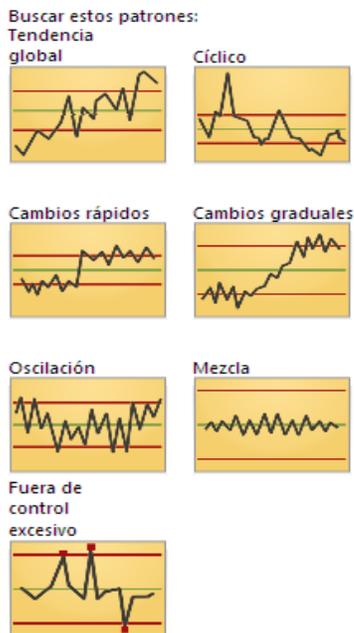
³⁷ Ver Anexo I. Pág. 16: Sección de Tablas. Factores para construir cartas de control para variables. Con $n = 25$, A_3

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Gráfica de control de media (\bar{X})



Interpretación de la gráfica de control de media (\bar{x})



Por otra parte, se analiza la gráfica de media donde se observa que la muestra 4 y 9 están fuera de los límites de control, es decir, el 16.7% de los 300 datos recolectados están fuera, esto refleja que el proceso está ligado a causas asignables, donde esas causas son el material en la muestra 4 donde las bolsas estaban rotas (con fisuras) y mano de obra en la muestra 9 las bolsas de sales estaban mal selladas. Por lo tanto, el proceso es inestable.

Análisis de tendencia

El proceso no presenta un patrón de tendencia extraño o repetitivo, esto indica que el proceso no está ligado a causas especiales.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Calculos de los nuevos limites de control y elaboracion de la nueva grafica $\bar{X} - S$

Primeramente se descartan todas las causas asignables que se presentan en el proceso de los pesos, en este caso son la muestras 4 y 9. Luego se procede a realizar los respectivos calculos para obtener los nuevos limites de control y la nuevas graficas para ver si el proceso se encuentra estable.

Cálculos de los nuevos límites de control de la gráfica S

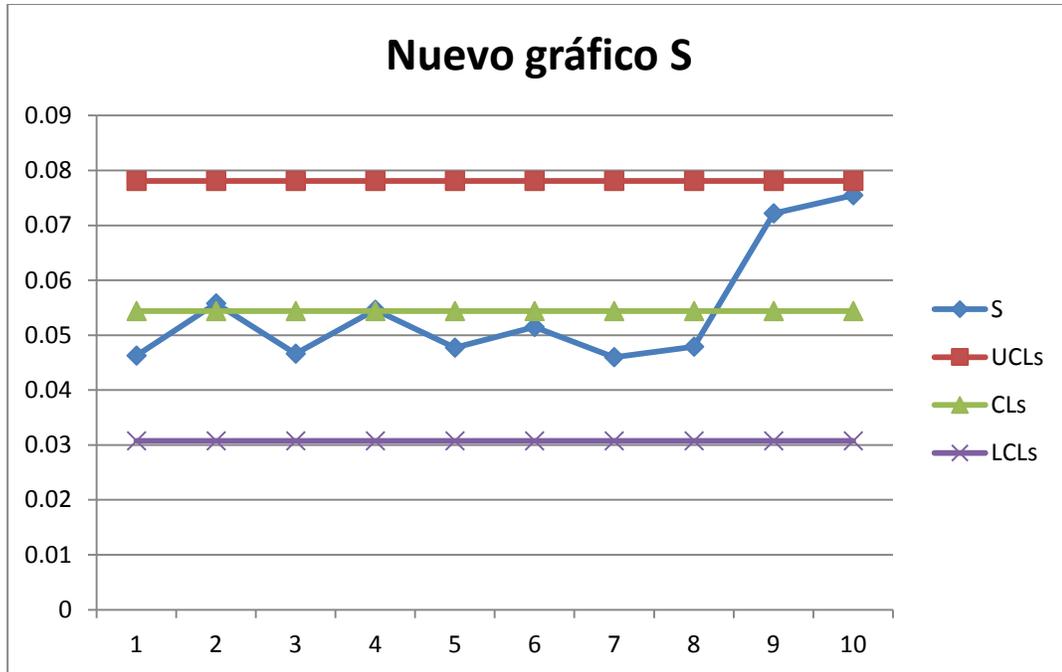
FÓRMULAS		PROCEDIMIENTOS	
$UCLs = B_4\bar{S}$ $CLs = \bar{S}$ $LCLs = B_3\bar{S}$	$UCLs = 1.435(0.0544)$ $= 0.0781$ $CLs = 0.0544$ $LCLs$ $= 0.5650(0.0544)$ $= 0.0307$	$\bar{S} = \frac{0.0463 + 0.0558 + \dots + 0.0755}{12}$ $= 0.0544$	$B_4 = 1.4350$ $B_3 = 0.5650$ Ver  anexo ³⁸
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$	$S_1 = \sqrt{\frac{(0.7820 - 0.7426)^2 + (0.7275 - 0.7426)^2 + \dots + (0.7500 - 0.7426)^2}{25 - 1}}$ $= 0.0463$ Igualmente con: $S_2 = 0.0558$; $S_3 = 0.0466$; ... ; $S_{12} = 0.0755$		

Tablas de resumen de los nuevos límites de control S

NUEVOS LÍMITES DE CONTROL DE S				DATOS S	
S	UCLs	CLs	LCLs	B4	1.4350
0.0463	0.0781	0.0544	0.0307	B3	0.5650
0.0558	0.0781	0.0544	0.0307	UCLs	0.0781
0.0466	0.0781	0.0544	0.0307	CLs	0.0544
0.0546	0.0781	0.0544	0.0307	LCLs	0.0307
0.0477	0.0781	0.0544	0.0307		
0.0515	0.0781	0.0544	0.0307		
0.046	0.0781	0.0544	0.0307		
0.0479	0.0781	0.0544	0.0307		
0.0722	0.0781	0.0544	0.0307		
0.0755	0.0781	0.0544	0.0307		

³⁸ Ver Anexo I. Pág. 16: Sección de Tablas. Factores para construir cartas de control para variables. Con $n = 25, B_4, B_3$

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León



No se presenta ningún punto fuera de control y los datos no sigue un patrón de tendencia extraña, por tanto, se puede afirmar que el proceso se mantiene estable.

Cálculos de los nuevos límites de control de la gráfica \bar{X}

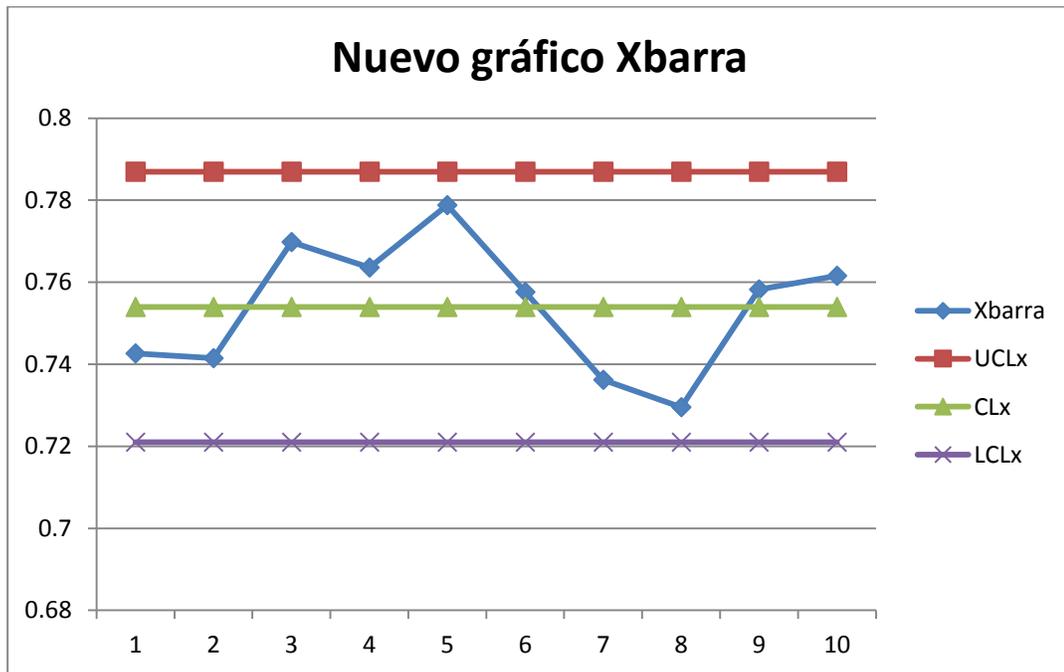
FÓRMULAS		PROCEDIMIENTOS	
$UCLx = \bar{x} + A_3\bar{S}$ $CLx = \bar{x}$ $LCLx = \bar{x} - A_3\bar{S}$	$UCLx$ $= 0.7539$ $+ 0.6060(0.0544)$ $= 0.7869$ $CLx = 0.7539$ $LCLx$ $= 0.7539$ $- 0.6060(0.0544)$ $= 0.7210$	$\bar{S} = \frac{0.0463 + 0.0558 + \dots + 0.0755}{12}$ $= 0.0544$	$A_3 = 0.6060$  Ver anexo ³⁹
$\bar{x} = \frac{\sum \bar{x}_i}{n}$	$\bar{x} = \frac{0.7426 + 0.7415 + \dots + 0.0755}{250} = 0.7539$		

³⁹ Ver Anexo I. Pág. 16: Sección de Tablas. Factores para construir cartas de control para variables. Con $n = 25$, A_3

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Tablas de resumen de los nuevos límites de control X barra

NUEVOS LÍMITES DE CONTROL DE X BARRA				DATOS X BARRA	
X barra	UCLx	CLx	LCLx	A3	0.606
0.7426	0.7869	0.7539	0.7210	UCLx	0.7869
0.7415	0.7869	0.7539	0.7210	CLx	0.7539
0.7698	0.7869	0.7539	0.7210	LCLx	0.7210
0.7636	0.7869	0.7539	0.7210		
0.7788	0.7869	0.7539	0.7210		
0.7576	0.7869	0.7539	0.7210		
0.7362	0.7869	0.7539	0.7210		
0.7295	0.7869	0.7539	0.7210		
0.7582	0.7869	0.7539	0.7210		
0.7616	0.7869	0.7539	0.7210		



No hay un indicio de un punto fuera de control entre los límites, y los datos no siguen un patrón de tendencia extraña. Por lo tanto, se aprecia que es un proceso estable.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

8.1.1.3 Estadística Descriptiva: Capacidad del proceso (Antes)

Parámetros para la construcción del histograma de frecuencia (Antes)

Total de datos $n = 300$

Regla de Sturges: \longrightarrow $Clase = 1 + 3.3\log(n)$

$$Clase(C) = 1 + 3.3\log(300) = 9.1745 \approx 9$$

Rango(R) = mayor – menor \longrightarrow $Rango = 0.9045 - 0.5160 = 0.3885$

$$Amplitud (A) = \frac{Rango}{Clase} = \frac{0.3885}{9.1745} = 0.0423$$

$$\bar{x} = \frac{0.7426 + 0.7415 + \dots + 0.0755}{300} = 0.7534$$

$$Mediana (\tilde{x}) = 0.7520$$

$$Moda = 0.8215$$

$$S = \frac{0.0463 + 0.0558 + 0.0466 + \dots + 0.0755}{300 - 1} = 0.0583$$

Regla de Chebyshev \longrightarrow $\bar{X} - KS$ y $\bar{X} + KS$

Intervalos para datos muestréales

$$LI = 0.7534 - 3(0.0583) = 0.5786 \quad Y \quad LS = 0.7534 + 3(0.0583) = 0.9282$$

Tabla de frecuencia de los pesos de las sales en libras (Antes)

Clase	Pesos		Conteo	Frecuencia absoluta	Frecuencia porcentual
	LI	LS			
1	0.5363	0.6210		6	0.02
2	0.6210	0.6633		11	0.04
3	0.6633	0.7057		42	0.14
4	0.7057	0.7480		83	0.28
5	0.7480	0.7904		79	0.26
6	0.7904	0.8327		52	0.17
7	0.8327	0.8751		26	0.09
8	0.8751	0.9174		1	0.00
9	0.9174	0.9598		0	0.00
TOTALES				300	1.00

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Histograma de frecuencia de los pesos (Antes)

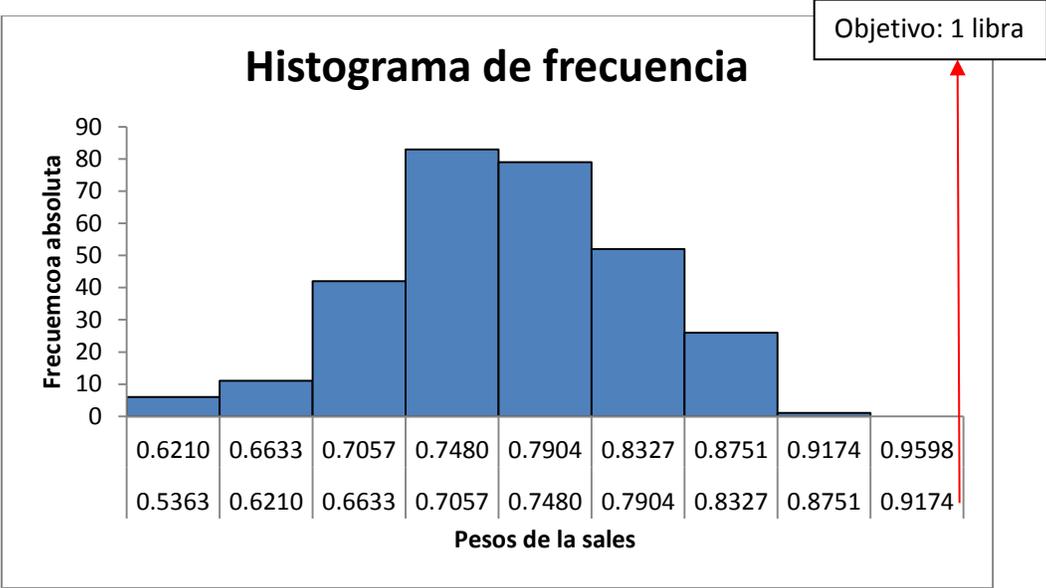
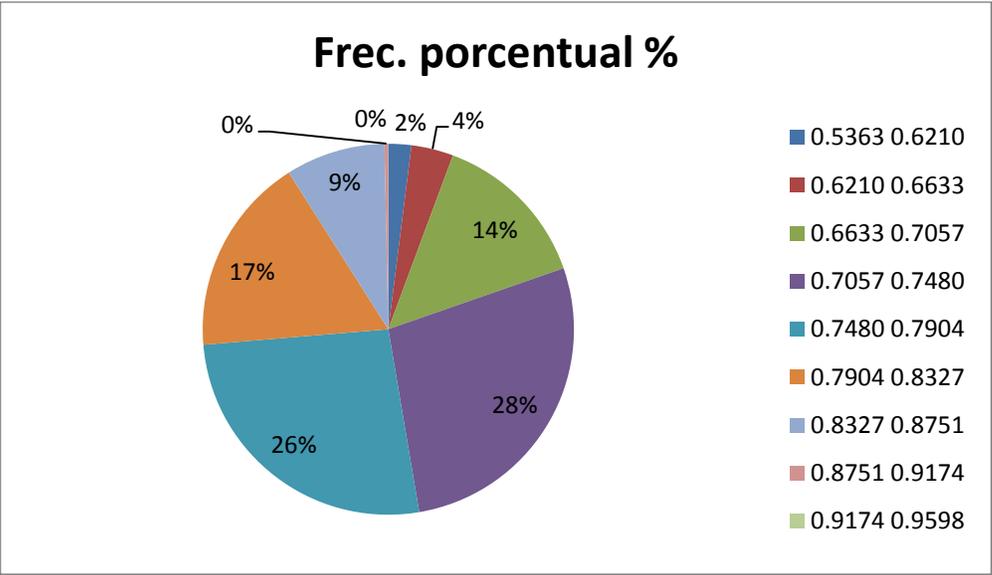


Grafico circular de los pesos (Antes)



El comportamiento de los datos refleja una tendencia que el 28% de los datos están entre 0.7057 y 0.7480 con respecto al peso de las sales.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Cuadro de análisis (Antes)

Estadístico	Análisis y comentarios	Conclusiones
<p><u>Medidas de Tendencia central</u> Media:0.7534 Mediana:0.7520 Moda:0.8115</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La tendencia central del proceso está movida hacia la izquierda de la longitud óptima deseada (1libra). • El 50% de las 300 mediciones fue mayor o igual a 0.7520 lb y el 50% fue menor o igual a 0.7520 lb • El peso más frecuente fue de 0.8115 lb. • Las medidas de tendencia central son relativamente similares, por lo que hay cierta simetría en la distribución de los datos. 	<p>Proceso descentrado a la izquierda con media de 0.7534 lb</p>
<p><u>Desviación estándar</u> S=0.0583 <u>Límites reales aproximados</u> ($\bar{X} \mp kS$) LRinf=0.7534-3(0.0583)=0.5786 LRsup=0.7534+3(0.0583)=0.9282</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En forma aproximada se espera que los pesos de las sales varíe entre 0.7534±0.1749 lb (0.5786 a 0.9282 lb de peso). • Ambos límites están fuera de las especificaciones, por lo que se están empacando bolsas de sales con menor peso. 	<p>La variación real del proceso es alta, por lo que se está fabricando producto fuera de las especificaciones.</p>
<p><u>Gráfica de capacidad</u> Histograma</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La distribución se ajusta razonablemente bien a la normal. • La tendencia central se ubica alrededor de 0.7534 lb y el cuerpo del histograma está desplazado hacia la izquierda, de 1.00 lb. • Si el proceso se centrara, el histograma cabría perfectamente dentro de las especificaciones. 	<p>Al centrar el proceso su capacidad real será aceptable.</p>

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Conclusiones del cuadro (Antes):

- ✓ Para reducir la variabilidad se debe encontrar que aspectos de las 6M están contribuyendo más al exceso de variación.
- ✓ Otra alternativa es analizar a detalle los patrones de comportamiento del proceso apoyándose en la carta $\bar{X} - S$, y ver si hay patrones en función de turnos, operadores, lotes, etcétera.
- ✓ Otra opción es generar un proyecto de mejora continua con el fin de reducir las variables de entradas que influyen en los pesos de las sales.

8.1.1.4 Estadística Descriptiva: Capacidad del proceso (Después)

Parámetros para la construcción del histograma de frecuencia (Después)

Total de datos $n = 250$

Regla de Sturges: \longrightarrow $Clase = 1 + 3.3\log(n)$

$$Clase(C) = 1 + 3.3\log(250) = 8.9132 \approx 9$$

$Rango(R) = mayor - menor \longrightarrow Rango = 0.9045 - 0.5160 = 0.3885$

$$Amplitud (A) = \frac{Rango}{Clase} = \frac{0.3885}{8.9132} = 0.0436$$

$$\bar{x} = \frac{0.7426 + 0.7415 + \dots + 0.0755}{250} = 0.7539$$

$$Mediana (\tilde{x}) = 0.7525$$

$$Moda = 0.8115$$

$$S = \frac{0.0463 + 0.0558 + 0.0466 + \dots + 0.0755}{250 - 1} = 0.0564$$

Regla de Chebyshev $\longrightarrow \bar{X} - KS$ y $\bar{X} + KS$

Intervalos para datos muestrales

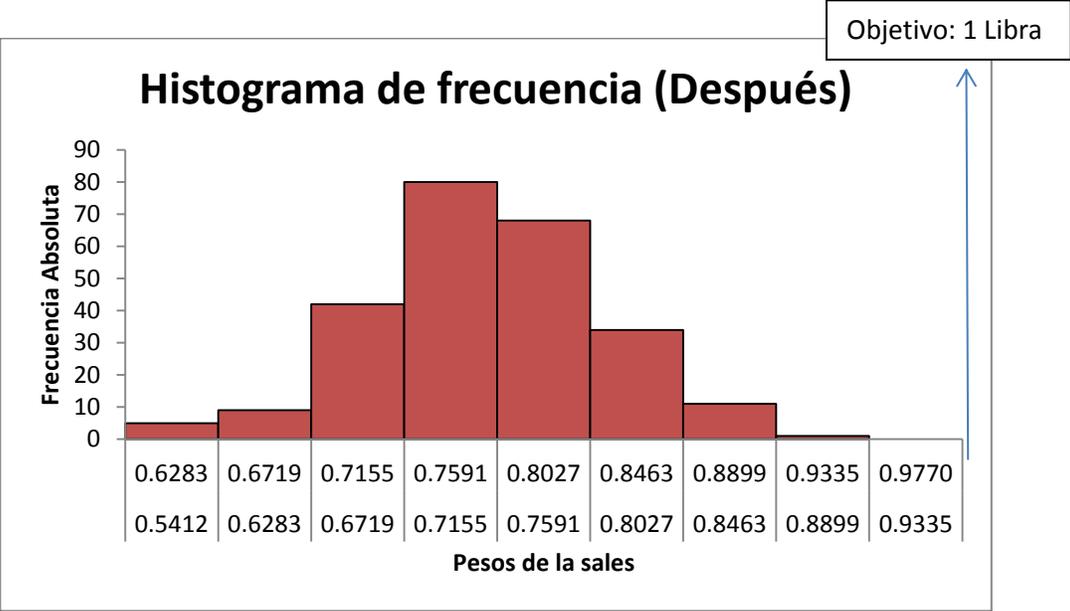
$$LI = 0.7534 - 3(0.0564) = 0.5848 \quad Y \quad LS = 0.7534 + 3(0.0564) = 0.9231$$

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Tabla de frecuencia de los pesos de las sales en libras (Después)

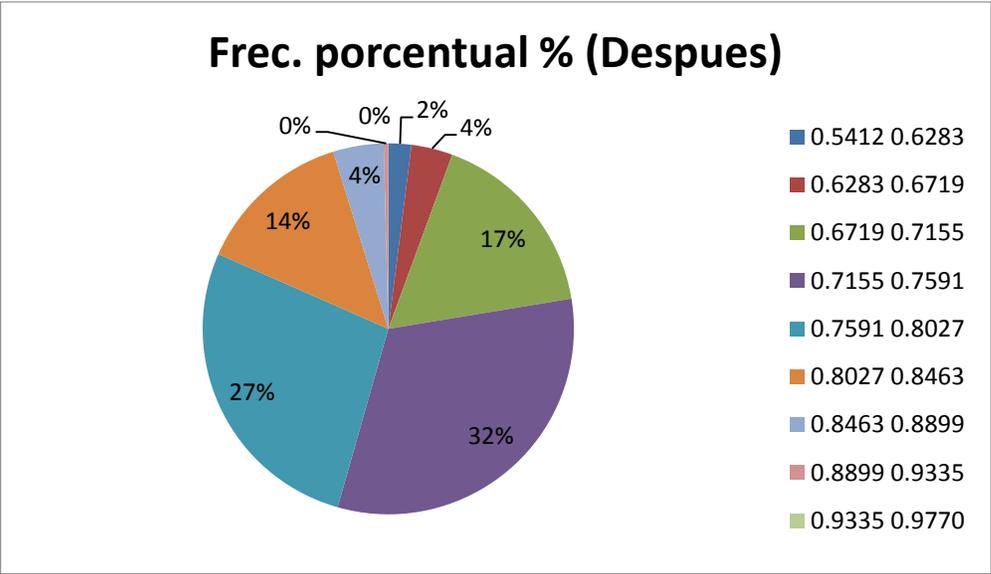
Clase	Pesos		Conteo	Frecuencia absoluta	Frecuencia porcentual
C	LI	LS		Fabs	%
1	0.5395	0.6300		5	0.02
2	0.6300	0.6752		15	0.06
3	0.6752	0.7204		40	0.16
4	0.7204	0.7656		82	0.33
5	0.7656	0.8108		68	0.27
6	0.8108	0.8560		33	0.13
7	0.8560	0.9012		6	0.02
8	0.9012	0.9464		1	0.00
9	0.9464	0.9916		0	0.00
TOTALES				250	1.00

Histograma de frecuencia de los pesos (Después)



Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Grafico circular de los pesos (Después)



El comportamiento de los datos refleja una tendencia que el 32% de los datos están entre 0.7155 y 0.7591 con respecto al peso de las sales.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Cuadro de análisis (Después)

Estadístico	Análisis y comentarios	Conclusiones
<p><u>Medidas de Tendencia central</u> Media:0.7539 Mediana:0.7525 Moda:0.8115</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La tendencia central del proceso está movida hacia la izquierda de la longitud óptima deseada (1libra). • El 50% de las 250 mediciones fue mayor o igual a 0.7525 lb y el 50% fue menor o igual a 0.7525 lb • El peso más frecuente fue de 0.8115 lb. • Las medidas de tendencia central son relativamente similares, por lo que hay cierta simetría en la distribución de los datos. 	<p>Proceso descentrado a la izquierda con media de 0.7539 lb</p>
<p><u>Desviación estándar</u> S=0.0564 <u>Límites reales aproximados</u> ($\bar{X} \mp kS$): LRinf=0.7534-3(0.0564)=0.5848 LRsup=0.7534+3(0.0643)=0.9231</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En forma aproximada se espera que los pesos de las sales varíe entre 0.7534±0.1749 lb (0.5848 a 0.9231 lb de peso). • Ambos límites están fuera de las especificaciones, por lo que se están empacando bolsas de sales con menor peso. 	<p>La variación real del proceso es alta por lo que se está fabricando producto fuera de las especificaciones.</p>
<p><u>Gráfica de capacidad</u> Histograma</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La distribución se ajusta razonablemente bien a la normal. • La tendencia central se ubica alrededor de 0.7539 lb y el cuerpo del histograma está desplazado hacia la izquierda, de 1.00 lb. • Si el proceso se centrara, el histograma cabría perfectamente dentro de las especificaciones. 	<p>Al centrar el proceso su capacidad real será aceptable.</p>

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Conclusiones del cuadro (Después):

- ✓ Realizar cambios para centrar el proceso, se sugiere generar propuestas mediante una lluvia de ideas o aplicar técnicas de mejora continua, ejemplo, el diseño de experimento para encontrar las variables de entrada que mueven la salida.
- ✓ Es recomendable monitorear el proceso para evaluar los cambios realizados y prevenir que no haya un incremento en su variación.

8.1.2 METODOLOGÍA PARA TOMA DE LOS DATOS VARIABLES TIPO ATRIBUIBLE

Otros de las variables considerada en la recolección de los datos en la empresa fueron los elementos defectuoso del producto donde se recolectaron 24 muestra, dado que se empaca en bolsones de 25 unidades del mismo, por lo tanto se tomó como el tamaño de la medición. La cantidad total inspeccionada (N) fue de 3720 bolsas de sal en un periodo de 12 días, es decir aplicando la siguiente formula:

$$n = p(1 - p) \left(\frac{Z_{\alpha/2}}{E} \right)^2$$

Para el cálculo del error admisible se tomaron 8 muestra adicionales para calcular el tamaño de la muestra n

Muestra	Peso
1	0.8300
2	0.7400
3	0.6800
4	0.7400
5	0.6600
6	0.7900
7	0.7000
8	0.7000

Cálculo del Error en Excel
=ERROR.TIPICO.XY (Peso x, Muestra y)

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Error Típico	0.05567408
---------------------	-------------------

$$n = 0.5(1 - 0.5) \left(\frac{1.96}{0.0557} \right)^2 = 309.8461 \cong 310$$

Entonces $N = n \times \text{periodo} = 310 \times 12 \text{días} = 3720$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra.

p = Estimación de la proporción de no conformes en la población. Si no se dispone de alguna estimación, suponer el “caso peor” de $p = 0.50$. Por seguridad se debe estimar por exceso.

$Z_{\alpha/2}$ = Coeficiente de distribución normal (valor Z) para el área entre las dos colas. Esa área representa el equivalente decimal del límite de confianza.

$Z_{\alpha/2}$	Límite de confianza
1.036	70%
1.282	80%
1.645	90%
1.96	95%
2.575	99%
3.00	99.73%

E = Error máximo admisible en la estimación de p , que también se llama precisión deseada.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

8.1.1.2 Elaboración de la grafica P

Para el cálculo de los límites de control de los elementos defectuosos se utilizó la gráfica p, debido a que cada muestra es variable.

Cálculos de los límites de control de la gráfica P

Fórmulas		Procedimientos
$UCL_p = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$ $CL_p = \bar{p}$ $LCL_p = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$	$\sum np = 361$ $\sum n = 3720$	$\bar{p} = \frac{\sum 361}{\sum 3720} = 0.09775$
		$UCL_{p1} = 0.09704 + 3 \sqrt{\frac{0.09704(1-0.09704)}{150}}$ $= 0.17049$ <p>$UCL_{p2} = 0.17049$ y así sucesivamente con $UCL_{p3} \dots UCL_{p24}$</p>
		$LCL_{p1} = 0.09704 - 3 \sqrt{\frac{0.09704(1-0.09704)}{150}} = 0.02501$ <p>$LCL_{p2} = 0.02501$ y así sucesivamente con $LCL_{p3} \dots LCL_{p24}$</p>

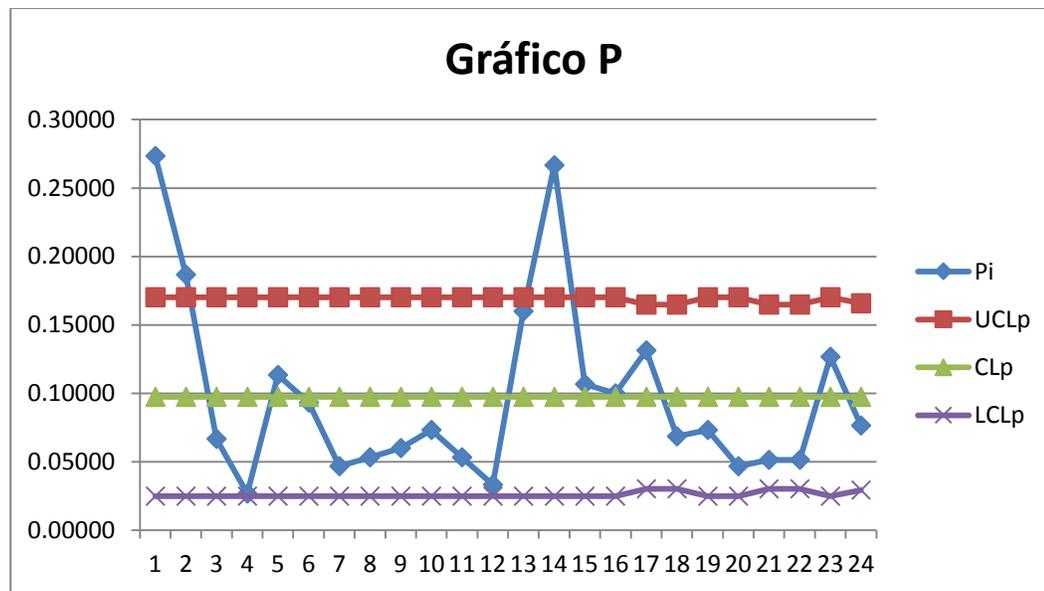
Tablas de resumen de los límites de control P

Muestra	Cantidad inspeccionada n	Número de no conforme np	Pi	UCLp	CLp	LCLp
1	150	41	0.27333	0.17012	0.09747	0.02482
2	150	28	0.18667	0.17012	0.09747	0.02482
3	150	10	0.06667	0.17012	0.09747	0.02482
4	150	4	0.02667	0.17012	0.09747	0.02482
5	150	17	0.11333	0.17012	0.09747	0.02482
6	150	14	0.09333	0.17012	0.09747	0.02482
7	150	7	0.04667	0.17012	0.09747	0.02482
8	150	8	0.05333	0.17012	0.09747	0.02482
9	150	9	0.06000	0.17012	0.09747	0.02482
10	150	11	0.07333	0.17012	0.09747	0.02482
11	150	8	0.05333	0.17012	0.09747	0.02482
12	150	5	0.03333	0.17012	0.09747	0.02482
13	150	24	0.16000	0.17012	0.09747	0.02482
14	150	40	0.26667	0.17012	0.09747	0.02482
15	150	16	0.10667	0.17012	0.09747	0.02482
16	150	15	0.10000	0.17012	0.09747	0.02482
17	175	23	0.13143	0.16473	0.09747	0.03021
18	175	12	0.06857	0.16473	0.09747	0.03021
19	150	11	0.07333	0.17012	0.09747	0.02482

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

20	150	7	0.04667	0.17012	0.09747	0.02482
21	175	9	0.05143	0.16473	0.09747	0.03021
22	175	9	0.05143	0.16473	0.09747	0.03021
23	150	19	0.12667	0.17012	0.09747	0.02482
24	170	13	0.07647	0.16571	0.09747	0.029228

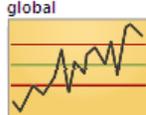
Gráfica de control de proporciones (P)



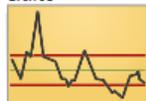
Interpretación de la gráfica de control de proporciones (P)

Buscar estos patrones:

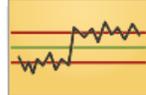
Tendencia global



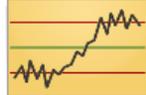
Cíclico



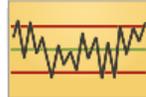
Cambios rápidos



Cambios graduales



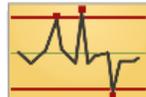
Oscilación



Mezcla



Fuera de control excesivo



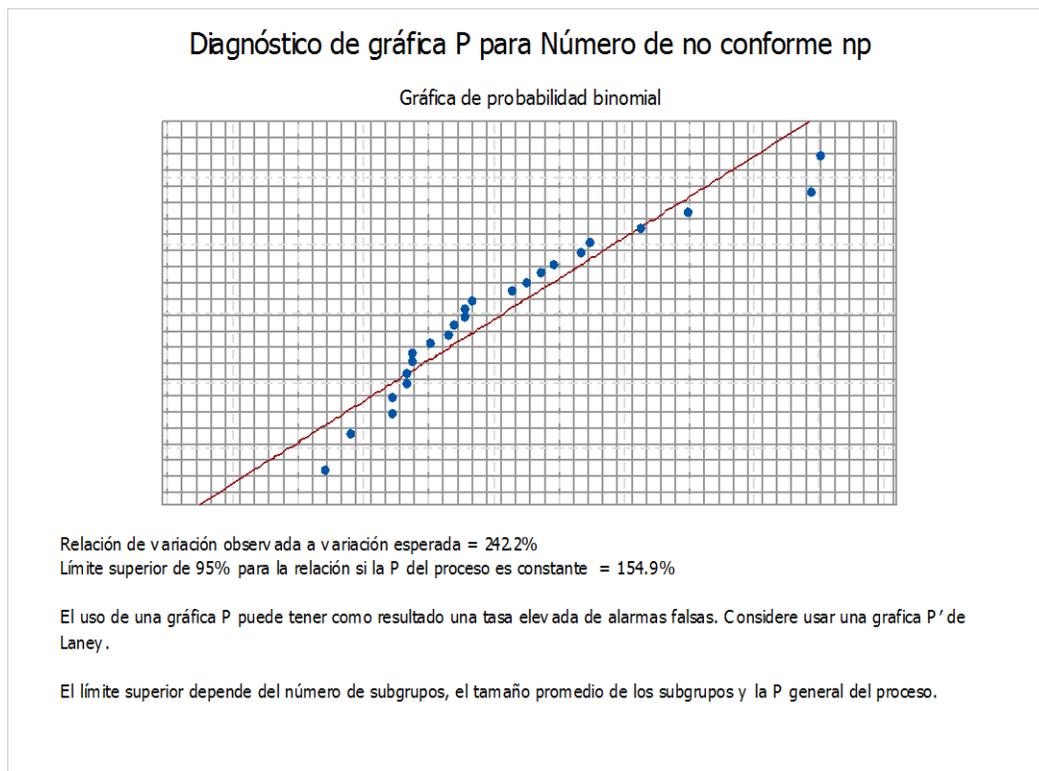
Se puede notar que las muestra 1, 2, 14 están fuera de la especificación UCLp, esto quiere decir que la proporción de elementos defectuoso no es estable, con un 12.5% fuera de la muestra totales, debido se presentaron defectos considerables como el mal sellado del producto y los frecuentes orificios que presentaba este. Por otra parte se puede apreciar que la muestra 4 y 12 no representan riesgos proporcionales de mala calidad con 2.48% y 3.33% respectivamente debido a su baja proporción de mala calidad en dichos subgrupos se considera un desempeño de calidad excepcionalmente buena. En la tendencia se aprecia puntos fuera de control

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

excesivo (mayor a 2% de lo normal), por tanto, se presentan causas especiales asociadas a eventos inesperados, por lo que es recomendable investigar esos patrones aplicando la gráfica p' de Laney⁴⁰ para verificar si existe dispersión excesiva.

Diagnostico P para número no conforme np con el software Minitab

Utilice esta prueba para determinar si una gráfica P tradicional o una gráfica P' de Laney es más apropiada para graficar la proporción de defectuosos en su muestra. Si la prueba determina que sus datos muestran dispersión excesiva o dispersión insuficiente una gráfica P' de Laney lograra distinguir con más precisión entre una variación de causa común y una variación de causa especial.



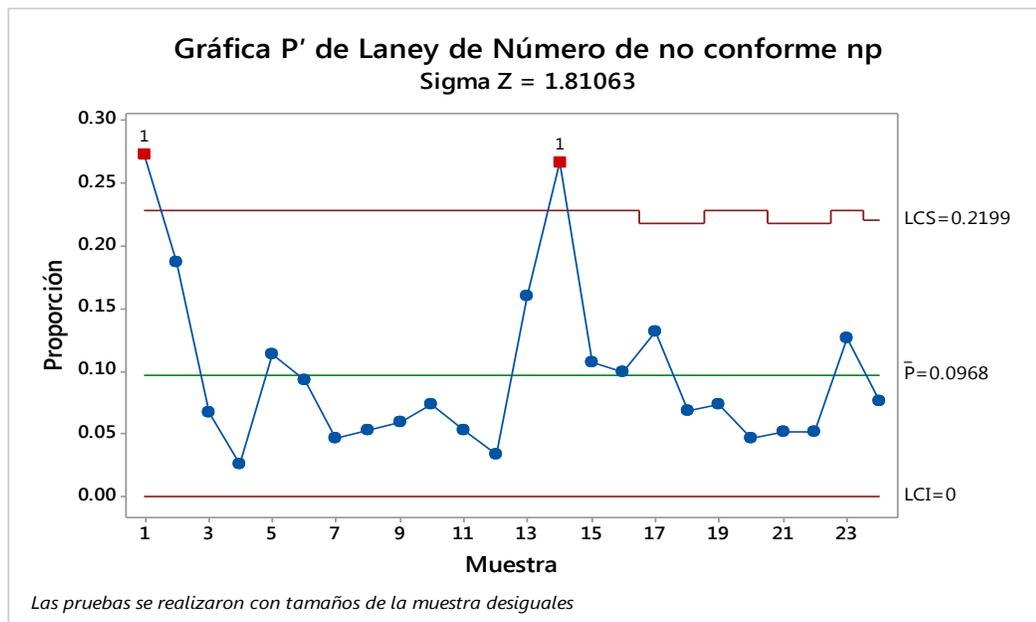
⁴⁰ Minitab ®. Diagnóstico de la gráfica P: Grafica P' de Laney. [Software de cómputo]. (2013). Versión 17.1.0. US/Canadá/México: Minitab Inc., LEAD Technologies, Inc.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Los cálculos para la gráfica P' de Laney incluyen Sigma Z, que es un ajuste por dispersión excesiva o dispersión insuficiente. Un valor Sigma Z de 1 indica que no es necesario un ajuste y que la gráfica P' de Laney es exactamente igual que una gráfica P tradicional.

Sus datos tienen más variación de la esperada, una condición conocida como dispersión excesiva. Esto causa que los límites de control en una gráfica P sean demasiado estrechos para sus datos, lo que ocasiona un mayor número de falsas alarmas.

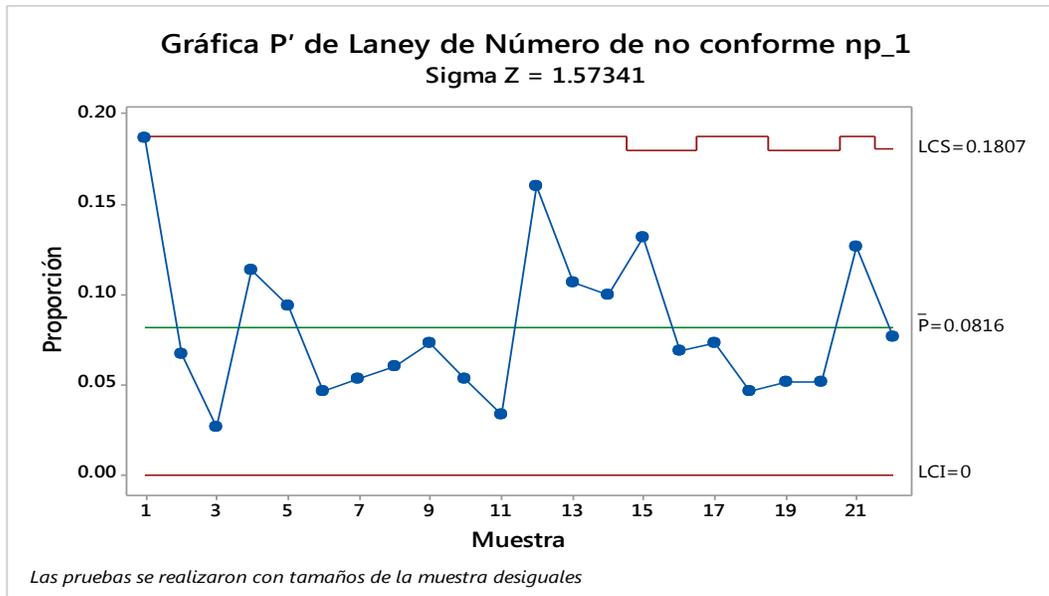
Considere utilizar la gráfica P' de Laney en lugar de la gráfica P. La gráfica P' ajusta los límites de control para corregir la dispersión excesiva.



La proporción de elementos defectuosos pudiera no es estable. 2 subgrupos (8.3%) están fuera de control. Se descartan las muestra 1 y 14, luego se procede a elaborar la nueva grafica P' Laney.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

A continuación se presenta la nueva grafica P' de Laney elaborada con el software Minitab sin las muestra 1, 14

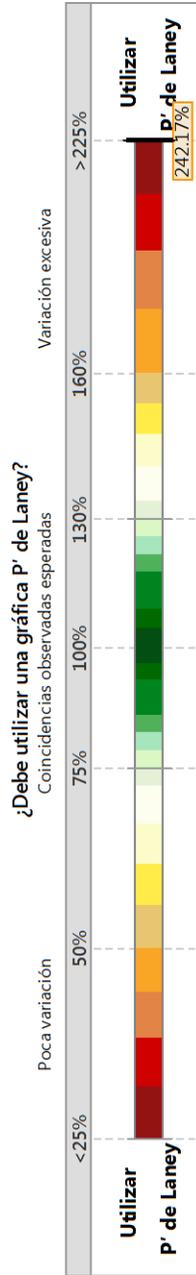


Proceso estable. No presenta puntos fuera de control, ni patrones de tendencia extraña. Por lo que es necesario seguir monitoreando el proceso.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

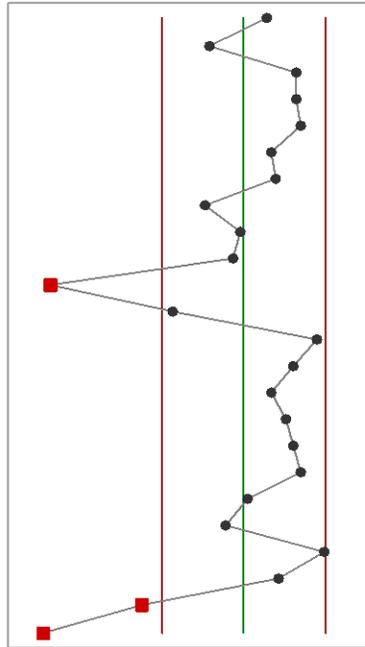
Resumen de diagnósticos Minitab (Antes)

Gráfica P' de Laney de Número de no conforme np Informe de diagnóstico



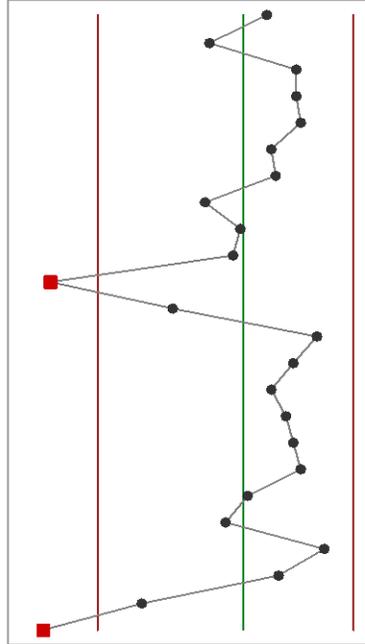
Minitab evalúa la variación observada como un porcentaje de la variación esperada para determinar la gráfica que se debe utilizar. Sus datos tienen considerablemente más variación de lo esperado (dispersión excesiva), lo que puede causar un mayor número de falsas alarmas. Debería utilizar la gráfica P' de Laney, la cual corrige esta condición.

Gráfica P



La variación excesiva tiene como resultado límites de control que son demasiado estrechos para sus datos, lo cual puede causar una elevada tasa de falsas alarmas.

Gráfica P' de Laney (factor de corrección = 1.801)

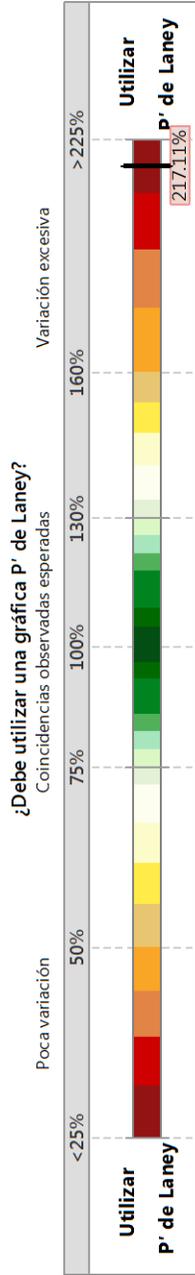


La gráfica P' de Laney ajusta los límites de control para corregir la variación excesiva. La gráfica debería advertir adecuadamente.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

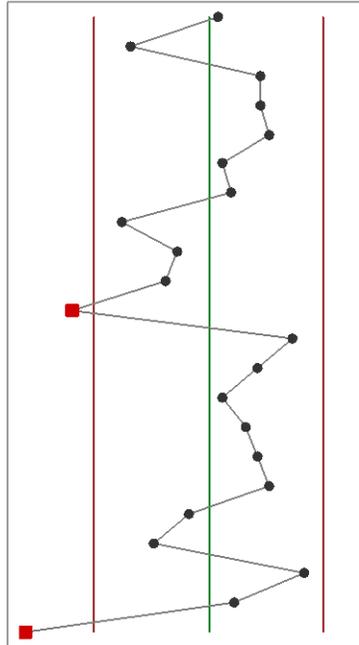
Resumen de diagnósticos Minitab (Después)

Gráfica P' de Laney de Número de no conforme np_1 Informe de diagnóstico



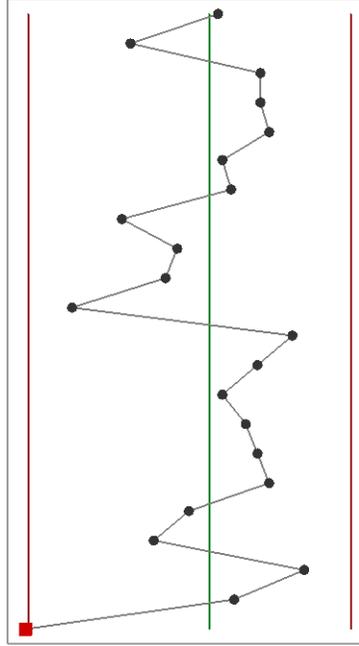
Minitab evalúa la variación observada como un porcentaje de la variación esperada para determinar la gráfica que se debe utilizar. Sus datos tienen considerablemente más variación de lo esperado (dispersión excesiva), lo que puede causar un mayor número de falsas alarmas. Debería utilizar la gráfica P' de Laney, la cual corrige esta condición.

Gráfica P



La variación excesiva tiene como resultado límites de control que son demasiado estrechos para sus datos, lo cual puede causar una elevada tasa de falsas alarmas.

Gráfica P' de Laney (factor de corrección = 1.573)



La gráfica P' de Laney ajusta los límites de control para corregir la variación excesiva. La gráfica debería advertir adecuadamente.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

8.1.1.3 Estadística descriptiva: Capacidad del proceso (Antes)

Parámetros para la construcción del histograma de frecuencia (Antes)

Total de $n = 24$

Regla de Sturges: \longrightarrow Clase = $1 + 3.3\log(n)$

$$\text{Clase}(C) = 1 + 3.3\log(24) = 5.5555 \approx 6$$

Rango(R) = mayor – menor \longrightarrow Rango = $41 - 4 = 37$

$$\text{Amplitud}(A) = \frac{\text{Rango}}{\text{Clase}} = \frac{37}{6} = 6.6610 \sim 7$$

$$\bar{x} = \frac{41 + 28 + \dots + 13}{24} = 15$$

$$\text{Mediana}(\tilde{x}) = 11.5000 \sim 12$$

$$\text{Moda} = 9$$

$$S = \frac{41 + 28 + \dots + 13}{24 - 1} = 9.9170 \sim 10$$

Intervalos para datos muestrales

$$LI = 15 - 3(10) = -15 \quad Y \quad LS = 15 + 3(10) = 45$$

Tabla de frecuencia de los elementos defectuosos (Antes)

Clase	Pesos		Conteo	Frecuencia absoluta	Frecuencia porcentual
C	LI	LS		Fabs	%
1	-21	-8		0	0.00
2	-8	-1		0	0.00
3	-1	5	II	2	0.08
4	5	12	IIIIIIII	10	0.42
5	12	19	IIIII	6	0.25
6	19	25	III	3	0.13
7	25	32	I	1	0.04
8	32	39		0	0.00
9	39	45	II	2	0.08
TOTALES				24	1.00

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Histograma de frecuencia de los elementos defectuosos (Antes)

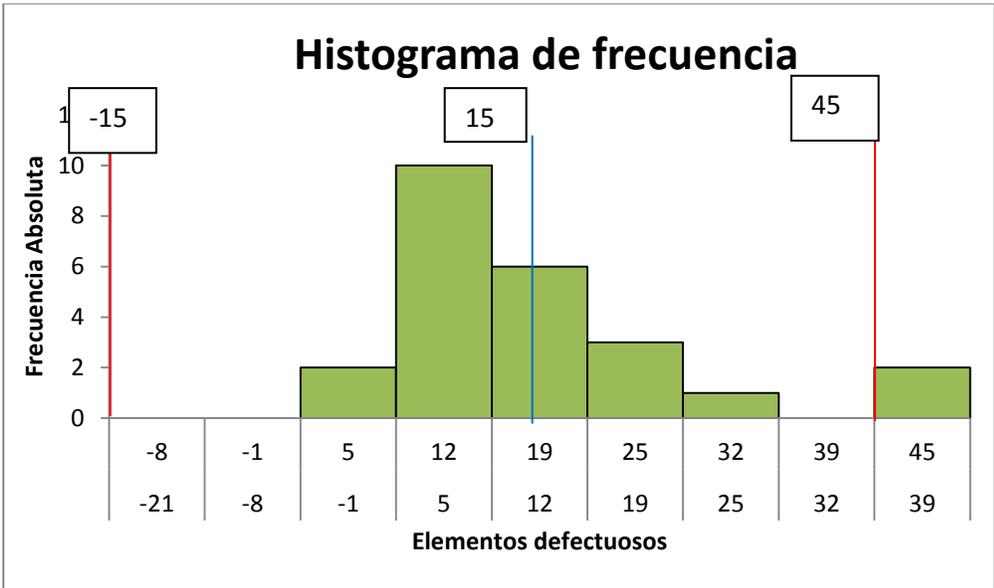
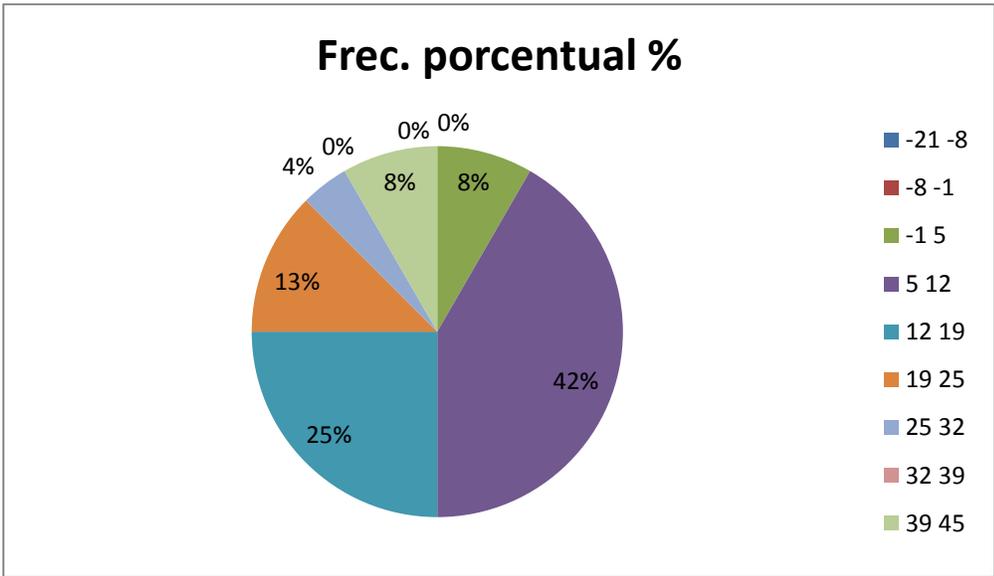


Grafico circular de los elementos defectuosos (Antes)



El comportamiento de los datos refleja una tendencia que el 42% de los datos están entre 5 y 12 con respecto a los elementos defectuosos.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Cuadro de análisis (Antes)

Estadístico		Análisis y comentarios
Medidas de Tendencia central		<ul style="list-style-type: none"> • El 50% de los 24 elementos fue mayor o igual a 12 y el 50% fue menor o igual a 12. • Los elementos defectuosos más frecuente fue de 9. • Las medidas de tendencia central son relativamente similares, por lo que hay cierta simetría en la distribución de los datos.
Media	15	
Mediana	12	
Moda	9	
Desviación estándar		<ul style="list-style-type: none"> • En forma aproximada se espera que los elementos defectuosos de las sales varíe entre 15 ± 3 (-15 a 45). • El proceso no está centrado a las especificaciones reales, debido a que hay datos fuera del límite real superior 45
S	10	
Límites reales aproximados		
LR Inferior	-15	
LR Superior	45	
Gráfica de capacidad		<ul style="list-style-type: none"> • La distribución representa datos atípicos fuera del límite real superior, donde estos son barras en cualquier extremo que no parecen ser parte del resto de los datos, dado que los valores atípicos pueden influir en los resultados de cualquier análisis estadístico que se realice. Se debe intentar identificar la causa de su naturaleza poco común, donde se debe corregir cualquier entrada de dato o medición.
Histograma		

Conclusiones del cuadro (Antes)

- ✓ Realizar las respectivas investigaciones para identificar los valores atípicos que se presentan en el histograma para luego ajustarlo a las especificaciones reales del proceso.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

8.1.1.4 Estadística descriptiva: Capacidad del proceso (Después)
Parámetros para la construcción del histograma de frecuencia (Después)

Total de $n = 22$

Regla de Sturges: \longrightarrow $Clase = 1 + 3.3\log(n)$

$$Clase(C) = 1 + 3.3\log(22) = 5.4300 \approx 5$$

$Rango(R) = mayor - menor \longrightarrow Rango = 28 - 4 = 24$

$$Amplitud (A) = \frac{Rango}{Clase} = \frac{24}{5} = 4.4199 \sim 4$$

$$\bar{x} = \frac{28 + 10 + \dots + 13}{22} = 12.6818 \sim 13$$

$$Mediana (\tilde{x}) = 11$$

$$Moda = 9$$

$$S = \frac{28 + 10 + \dots + 13}{22 - 1} = 6.3350 \sim 6$$

Intervalos para datos muestrales

$$LI = 13 - 3(6) = -6 \quad Y \quad LS = 13 + 3(6) = 32$$

Tabla de frecuencia de los elementos defectuosos (Después)

Clase	Pesos		Conteo	Frecuencia Absoluta	Frecuencia porcentual
C	LI	LS		Fabs	%
1	-11	18		18	0.75
2	18	24		3	0.13
3	24	31		1	0.04
4	31	38		0	0.00
5	38	44		0	0.00
TOTALES				22	0.92

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Histograma de frecuencia de los elementos defectuosos (Después)

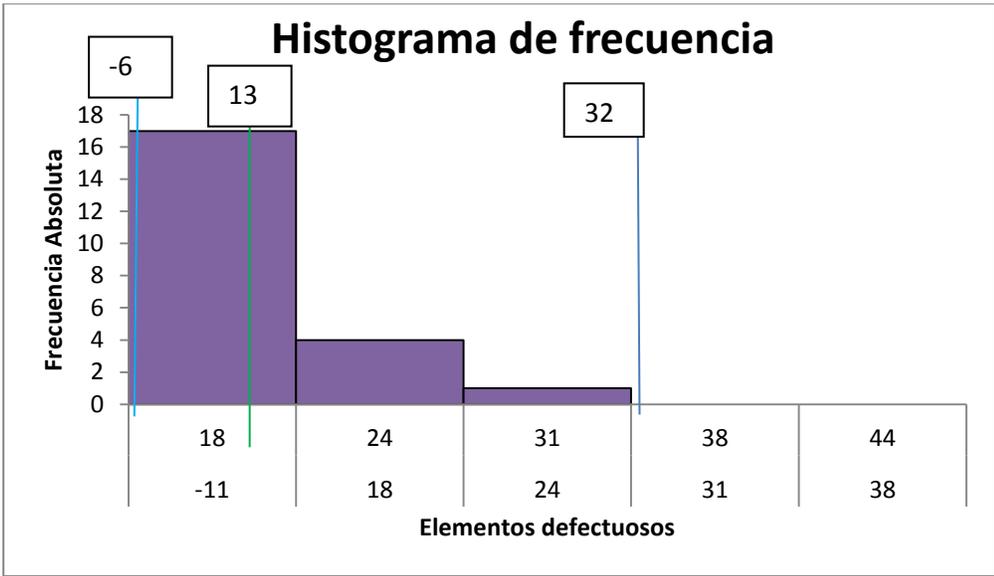
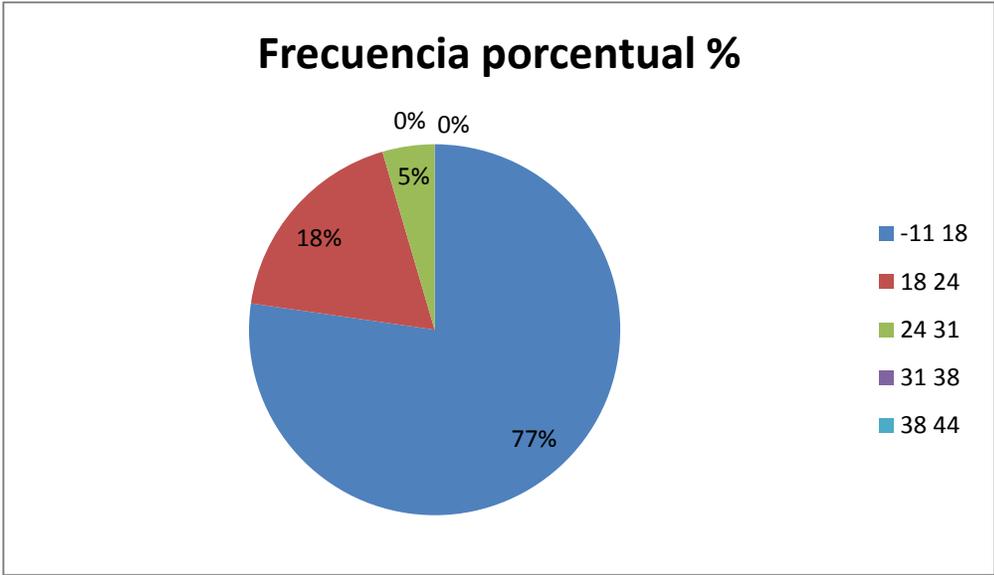


Grafico circular de los elementos defectuosos (Después)



El comportamiento de los datos refleja una tendencia que el 77% de los datos están entre 31 y 38 con respecto a los elementos defectuosos.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Cuadro de análisis (Después)

Estadístico		Análisis y comentarios
Medidas de Tendencia central		<ul style="list-style-type: none"> • El 50% de los 22 elementos fue mayor o igual a 11 y el 50% fue menor o igual a 11. • Los elementos defectuosos más frecuente fue de 9. • Las medidas de tendencia central son relativamente similares, por lo que hay cierta simetría en la distribución de los datos.
Media	13	
Mediana	11	
Moda	9	
Desviación estándar		<ul style="list-style-type: none"> • En forma aproximada se espera que los elementos defectuosos de las sales varíe entre 13 ± 3 (-6 a 32). • El proceso no está centrado a las especificaciones reales, debido a que hay datos fuera del límite real inferior -6
S	6	
Límites reales aproximados		
LR Inferior	-6	
LR Superior	32	
Gráfica de capacidad		<p>La distribución representa datos atípicos fuera del límite real inferior, donde estos son barras en cualquier extremo que no parece ser parte del resto de los datos, dado que los valores atípicos pueden influir en los resultados de cualquier análisis estadístico que se realice. Se debe intentar identificar la causa de su naturaleza poco común, donde se debe corregir cualquier entrada de dato o medición.</p>
Histograma		

Conclusiones del cuadro (Después)

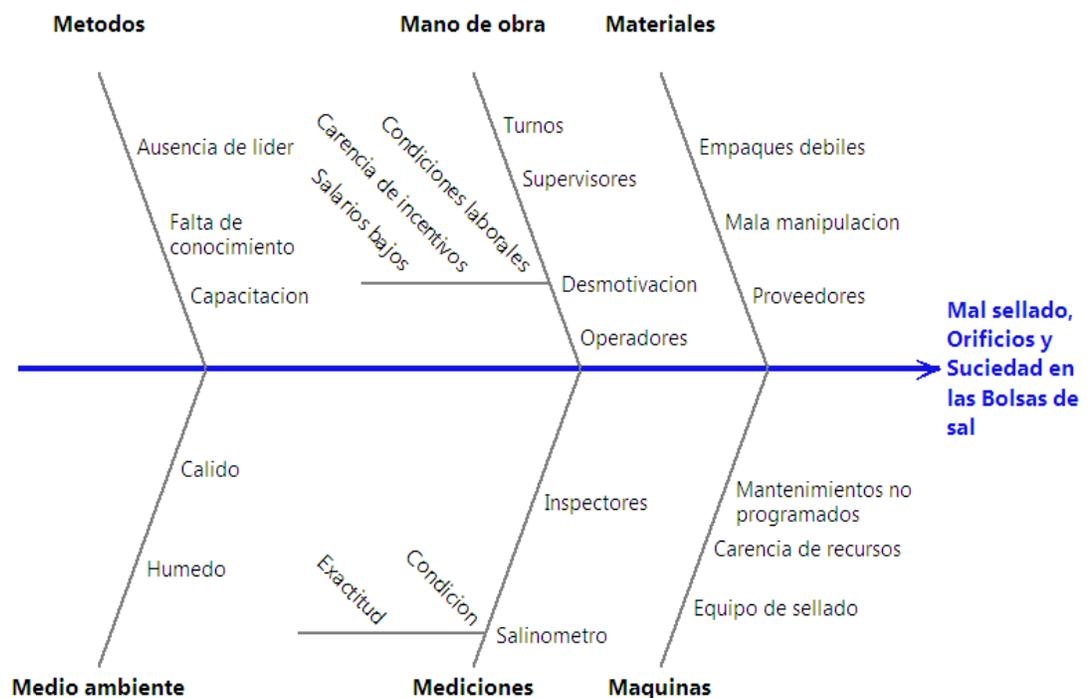
- ✓ Identificar las posibles causas que generan estos datos atípicos fuera de las especificaciones, mediante las 7 herramientas básicas de la calidad.
- ✓ Realizar propuesta de mejora continua, para reducir los desperdicios que se generan al empacar las sales.

9. CAPÍTULO III: IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES QUE AFECTAN LA CALIDAD

7.8 DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

El diagrama de causa-efecto de Ishikawa es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas. El método de las 6 M es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6 M): métodos de trabajo, mano o mente de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente.⁴¹

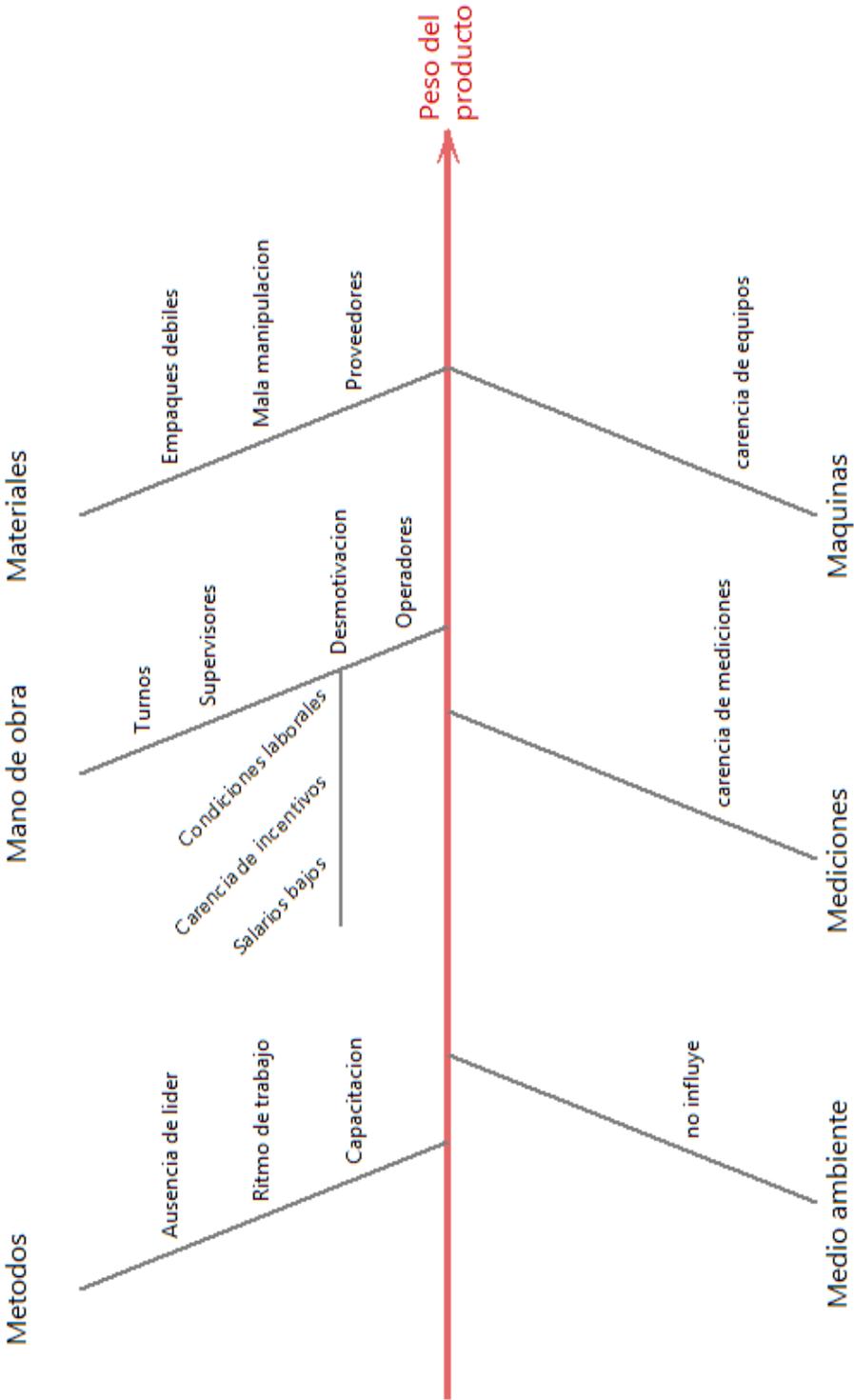
Diagrama de causa y efecto



⁴¹ Humberto Gutiérrez Pulido. (2009). Control Estadístico de la Calidad, Herramientas básicas para Seis Sigma, Diagrama de causa y efecto. (Segunda edición). México: McGraw Hill/INTERAMERICANA.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Diagrama de Causa y Efecto para datos variables



Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

7.9 DIAGRAMA DE PARETO

Gráfico de barras que ayuda a identificar prioridades y causas, ya que se ordenan por orden de importancia a los diferentes problemas que se presentan en un proceso.⁴²

Tipo de Defecto	Detalle del problema	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Color	Color plomo aclarado que algunas veces toma la sal.	0	0.00
Distorsión	El defecto de la pintura del logo de la bolsa se distorsiona.	0	0.00
Sellado	El mal cierre del producto ocasiona desperdicio del mismo.	226	0.63
Orificios	La cantidad de orificio que presenta el producto genera desperdicios.	120	0.33
Suciedad	La suciedad en el producto provoca una mala imagen de este.	14	0.04
Total		360	1.00

Al clasificar el tipo de defecto en orden decreciente de frecuencia

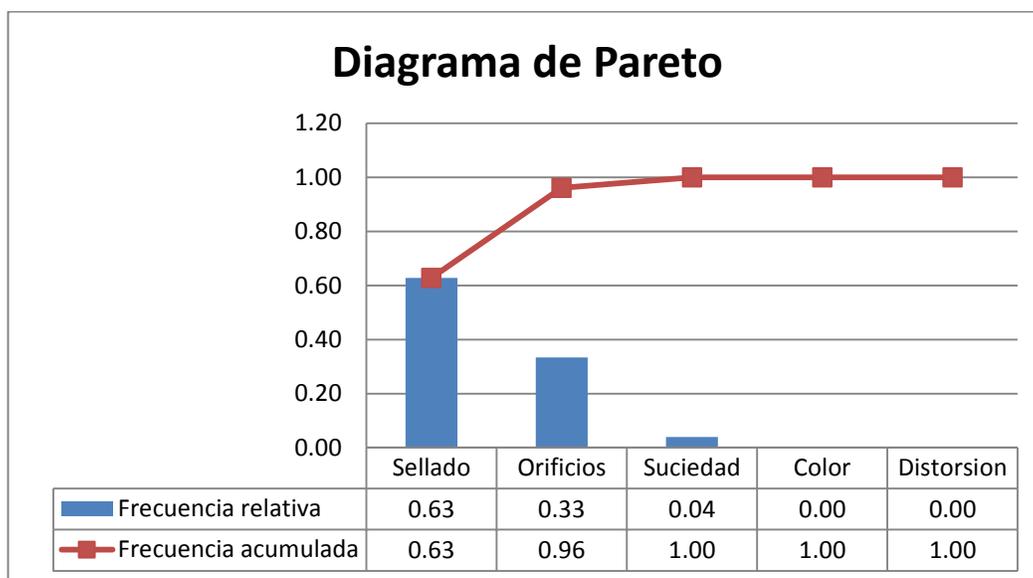
Tipo de Defecto	Detalle del problema	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Sellado	El mal cierre del producto ocasiona desperdicio del mismo.	226	0.63
Orificios	La cantidad de orificio que presenta el producto genera desperdicios.	120	0.33
Suciedad	La suciedad en el producto provoca una mala imagen de este.	14	0.04
Color	Color plomo aclarado que algunas veces toma la sal.	0	0.00
Distorsión	El defecto de la pintura del logo de la bolsa se distorsiona.	0	0.00
Total		360	1.00

⁴² Humberto Gutiérrez Pulido. (2009). Control Estadístico de la Calidad, Herramientas básicas para Seis Sigma, Diagrama de Pareto. (Segunda edición). México: McGraw Hill/INTERAMERICANA.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Resumen

Tipo de Defecto	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
Sellado	226	0.63	0.63
Orificios	120	0.33	0.96
Suciedad	14	0.04	1.00
Color	0	0.00	1.00
Distorsión	0	0.00	1.00
Total	360	1.00	



A través del muestreo se encontraron un total de 360 elementos defectuoso y como se muestra en el diagrama de Pareto el 63% de incidencia de fallas se debe al mal sellado del producto, el 33% a la cantidad de orificios, el 4% a suciedad y en 0.0% en color y distorsión.

Es notable que la incidencia de defectos del mal sellado es la más importante, por lo que se debe dar un seguimiento a este problema, en segundo lugar se tiene los orificios con menor incidencia lo que significa que no se tiene que omitir, debido a que la suma de ambos (sellado y orificios) superan el 63% de los problemas que se presentan.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

7.10 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

Dadas dos variables numéricas X y Y , medidas usualmente sobre el mismo elemento de la muestra de una población o proceso, el diagrama de dispersión es un gráfica del tipo X - Y donde cada elemento de la muestra es representado mediante un par de valores (X_i, Y_j) y el punto correspondiente en el plano cartesiano X - Y . El objetivo de esta gráfica es analizar la forma en que estas dos variables están relacionadas.⁴³

Coefficiente de correlación

El coeficiente de correlación es de utilidad para asegurarse de que la relación entre dos variables que se observa en un diagrama no se debe a una construcción errónea del diagrama de dispersión (por ejemplo, el tamaño y las escalas), así como para cuantificar la magnitud de la correlación lineal en términos numéricos. Para un conjunto de n valores del tipo (X_i, Y_j) , obtenidos a partir de n unidades o productos, este coeficiente se calcula con:

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}}$$

Dónde:

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)}{n}$$
$$S_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n}$$
$$S_{yy} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2}{n}$$

⁴³ Humberto Gutiérrez Pulido. (2009). Control Estadístico de la Calidad, Herramientas básicas para Seis Sigma, Diagrama de Dispersión. (Segunda edición). México: McGraw Hill/INTERAMERICANA

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Para calcular r es recomendable apoyarse en un programa computacional. Por ejemplo en Excel se utiliza la siguiente función:

COEF.DE.CORREL(matriz1;matriz2)

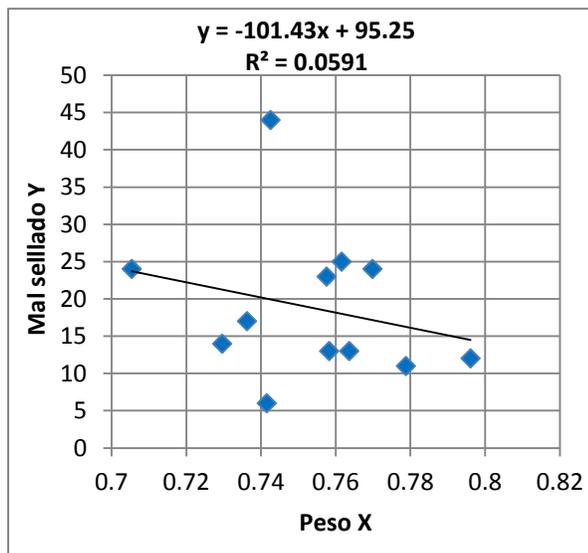
Donde **matriz1** es el rango de celdas donde están los valores de **X**, y **matriz 2** es el correspondiente rango de celdas donde se encuentran los valores de **Y**. Los valores que toma el coeficiente de correlación, r , están entre **-1 y 1**, incluyendo **(-1 ≤ r ≤ 1)**. Los valores de r cercanos o iguales a cero implican poca o nula relación lineal entre **X** y **Y**. En contraste, los valores de r cercanos a **1** indican una relación lineal muy fuerte, y los valores de r próximos a **-1** muestran una fuerte correlación negativa. Los valores de r cercanos a **-0.85 o 0.85** indican una correlación fuerte; mientras que los valores de r cercanos a **-0.50 o 0.50** se refieren a una correlación de moderada a débil. Por último, los valores de r iguales o menores que **-0.30 o 0.30** indican una correlación lineal prácticamente inexistente.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

7.10.1 Relación Peso promedio vs Defecto Mal sellado

A continuación se presenta los datos de los pesos promedio en relación con el defecto mal sellado del producto:

#	Peso x	Mal sellado y	XY	x2	y2
1	0.74256	44	32.67264	0.55140	1936
2	0.7415	6	4.44900	0.54982	36
3	0.76984	24	18.47616	0.59265	576
4	0.79606	12	9.55272	0.63371	144
5	0.76364	13	9.92732	0.58315	169
6	0.77878	11	8.56658	0.60650	121
7	0.75756	23	17.42388	0.57390	529
8	0.7362	17	12.51540	0.54199	289
9	0.70538	24	16.92912	0.49756	576
10	0.72954	14	10.21356	0.53223	196
11	0.75822	13	9.85686	0.57490	169
12	0.76158	25	19.03950	0.58000	625
TOTAL	9.04086	226	169.62274	6.81781	5366



Cálculo del coeficiente de correlación:	
$S_{xy} = 169.62274 - \frac{(9.04086)(226)}{12}$	$= -0.64679$
$S_{xx} = 6.81781 - \frac{(9.04086)^2}{12}$	$= 0.00638$
$S_{yy} = 5366 - \frac{(226)^2}{12}$	$= 1,109.66667$
$r = \frac{-0.64679}{\sqrt{(0.00638)(1,109.66667)}}$	
$= -0.24308$	

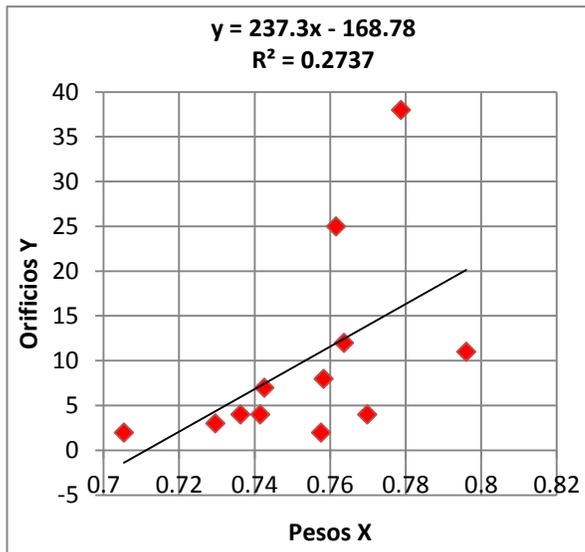
Se aprecia que las dos variables: peso (x) y defecto mal sellado (y), poseen una correlación lineal prácticamente inexistente, con pendiente negativa **-101.43**, es decir $r = -0.24308$. Esto indica que la variable (y) no influye significativamente con la variable (x).

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

7.10.2 Relación Peso promedio vs Defecto Orificios

A continuación se presenta los datos de los pesos promedio en relación con el defecto orificios del producto:

#	Peso x	Orificios y	XY	X2	Y2
1	0.74256	7	5.19792	0.55140	49
2	0.74150	4	2.96600	0.54982	16
3	0.76984	4	3.07936	0.59265	16
4	0.79606	11	8.75666	0.63371	121
5	0.76364	12	9.16368	0.58315	144
6	0.77878	38	29.59364	0.60650	1444
7	0.75756	2	1.51512	0.57390	4
8	0.73620	4	2.94480	0.54199	16
9	0.70538	2	1.41076	0.49756	4
10	0.72954	3	2.18862	0.53223	9
11	0.75822	8	6.06576	0.57490	64
12	0.76158	25	19.03950	0.58000	625
TOTAL	9.04086	120	91.92182	6.81781	2512



Calculo del coeficiente de correlación:
$S_{xy} = 91.92182 - \frac{(9.04086)(120)}{12}$ $= 1.50358$
$S_{xx} = 6.81781 - \frac{(9.04086)^2}{12} = 0.00638$
$S_{yy} = 2512 - \frac{(120)^2}{12} = 1,312$
$r = \frac{1.503582}{\sqrt{(0.00638)(1,312)}} = 0.51970$

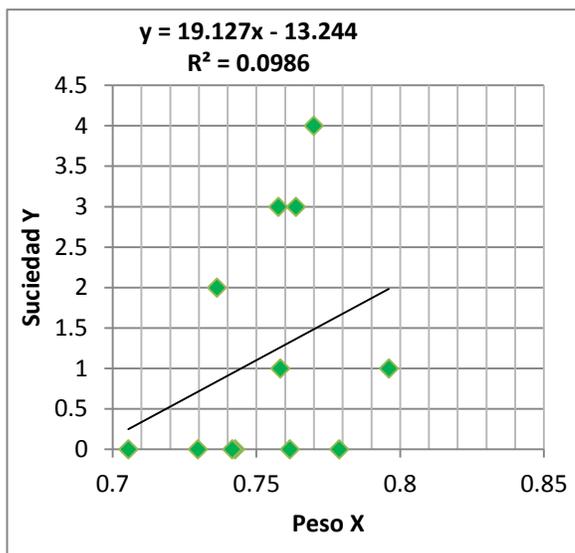
Se aprecia que las dos variables: peso (x) y defecto orificios (y), poseen una correlación lineal prácticamente moderada a débil, con pendiente positiva **237.3**, con $r = 0.51970$. Esto indica que la variable (y) influye moderadamente con la variable (x).

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

7.10.3 Relación Peso promedio vs Defecto Suciedad

A continuación se presenta los datos de los pesos promedio en relación con el defecto suciedad del producto:

#	Peso x	Suciedad y	XY	X2	Y2
1	0.74256	0	0.00000	0.55140	0
2	0.74150	0	0.00000	0.54982	0
3	0.76984	4	3.07936	0.59265	16
4	0.79606	1	0.79606	0.63371	1
5	0.76364	3	2.29092	0.58315	9
6	0.77878	0	0.00000	0.60650	0
7	0.75756	3	2.27268	0.57390	9
8	0.73620	2	1.47240	0.54199	4
9	0.70538	0	0.00000	0.49756	0
10	0.72954	0	0.00000	0.53223	0
11	0.75822	1	0.75822	0.57490	1
12	0.76158	0	0.00000	0.58000	0
TOTAL	9.04086	14	10.66964	6.81781	40



Calculo del coeficiente de correlación:

$$S_{xy} = 10.66964 - \frac{(9.04086)(14)}{12} = 0.12197$$

$$S_{xx} = 6.81781 - \frac{(9.04086)^2}{12} = 0.00638$$

$$S_{yy} = 40 - \frac{(14)^2}{12} = 23.66667$$

$$r = \frac{0.12197}{\sqrt{(0.00638)(23.66667)}} = 0.31389$$

Se aprecia que las dos variables: peso (**x**) y defecto suciedad (**y**), poseen una correlación lineal prácticamente inexistente, con pendiente positiva **19.127**, es decir $r = 0.31389$. Esto indica que la variable (**y**) no influye significativamente con la variable (**x**).

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

7.10.4 Relación Peso promedio vs humedad

Para la elaboración de este diagrama se recolectaron los pesos de las bolsas de sales, con el objetivo de calcular la humedad relativa porcentual. Primeramente se midió los pesos de las sales antes de ser almacenada y después de pasar cierto periodo de tiempo. Para ello se utilizó los siguientes formatos:

FORMATO 1 (Sal con humedad)													
EMPRESA	LA PERLA			PRODUCTO		Sal yodada		ÁREA DE INSPECCIÓN			Bodega		
INSPECTOR	Autores			CARACTERISTICA CALIDAD		Peso	TOLERANCIA		(±) 0.1791 Lb		PERIODO		
SUBGRUPOS	5			CANTIDAD INSPECCIONADA		120	VALOR NOMINAL		1 libra		4 días		
DETALLES	Fecha												
	Hora												
	Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TAMAÑO DE LA MEDICIONES	X1	1.0255	0.8635	0.915	0.919	1.0825	0.815	0.981	0.743	1.0245	0.9445	0.913	1.04
	X2	0.897	1.079	1.008	1.018	0.9195	1.0175	0.9405	0.8945	0.956	0.9605	1.024	0.903
	X3	1.012	0.9315	0.812	0.859	0.765	0.907	0.8465	0.8755	0.8855	0.879	0.888	0.802
	X4	0.9605	1.014	0.951	0.9235	0.7895	0.9525	0.976	0.889	0.795	0.901	0.859	0.9815
	X5	0.9035	0.9815	0.9245	0.886	0.9415	1.0615	1.01	0.947	0.9905	0.808	0.972	0.825
	X6	0.8035	0.98	1.004	0.96	0.958	0.943	0.867	0.939	0.8795	0.847	0.922	0.924
	X7	0.9475	0.876	1.064	0.7465	1.0655	0.786	0.8655	0.6275	0.9265	1.0365	0.678	0.997
	X8	0.9585	0.9465	0.906	1.018	0.7175	0.975	0.9325	0.8395	0.933	0.914	0.7905	0.733
	X9	0.9675	0.9285	0.979	0.893	0.8405	1.02	1.0365	0.9825	1.065	0.7435	0.8635	0.705
	X10	0.7855	0.9455	0.928	0.9285	0.968	1.0155	0.944	0.8325	0.871	0.8385	0.848	1.0235
Promedio	0.9261	0.9546	0.9492	0.9152	0.9048	0.9493	0.94	0.857	0.9327	0.8873	0.8758	0.8934	

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

FORMATO 2 (Sal sin humedad)													
EMPRESA	LA PERLA			PRODUCTO	Sal yodada			ÁREA DE INSPECCIÓN	Bodega				
INSPECTOR	Autores			CARACTERISTICA CALIDAD	Peso			TOLERANCIA	(±) 0.1791 Lb		PERIODO		
SUBGRUPOS	5			CANTIDAD INSPECCIONADA	120			VALOR NOMINAL	1 libra		4 días		
DETALLES	Fecha												
	Hora												
	Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TAMAÑO DE LA MEDICIONES	X1	0.9940	0.8500	0.9045	0.9010	1.0665	0.8120	0.9665	0.7375	1.0050	0.9350	0.9095	1.0255
	X2	0.8725	1.0635	0.9960	1.0135	0.9020	0.9995	0.9295	0.8840	0.9325	0.9470	1.0165	0.8865
	X3	0.9910	0.9190	0.8025	0.8525	0.7585	0.8920	0.8395	0.8620	0.8780	0.8665	0.8760	0.7965
	X4	0.9570	0.9965	0.9320	0.9115	0.7875	0.9465	0.9660	0.8740	0.7890	0.8960	0.8430	0.9730
	X5	0.8935	0.9725	0.9010	0.8780	0.9295	1.0390	1.0015	0.9330	0.9715	0.7985	0.9520	0.8095
	X6	0.7915	0.9715	0.9925	0.9490	0.9475	0.9310	0.8570	0.9275	0.8710	0.8310	0.9150	0.9125
	X7	0.9380	0.8615	1.0450	0.7355	1.0560	0.7660	0.8550	0.6170	0.9095	1.0185	0.6625	0.9855
	X8	0.9495	0.9275	0.8865	0.9985	0.7025	0.9540	0.9135	0.8175	0.9125	0.8920	0.7865	0.7265
	X9	0.9600	0.9160	0.9710	0.8820	0.8300	1.0020	1.0250	0.9710	1.0530	0.7335	0.8535	0.6895
	X10	0.7790	0.9380	0.8390	0.9180	0.9575	0.9990	0.9365	0.8285	0.8620	0.8305	0.8365	1.0160
Promedio	0.9126	0.9416	0.9270	0.9040	0.8938	0.9341	0.9372	0.8452	0.9184	0.8749	0.8651	0.8821	

Para el cálculo del porcentaje de humedad se utilizó la siguiente formula:⁴⁴

$$\%humedad = \frac{p_2 - p_1}{p_2} \times 100\%$$

Dónde:

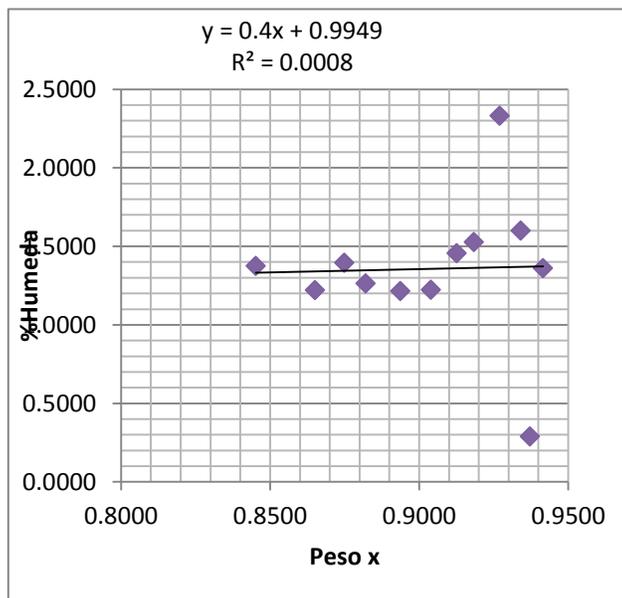
p_1 = peso de la sal antes de ser almacenada

p_2 = peso de la sal despues de cierto periodo de tiempo

⁴⁴ Ver Anexo IV. Pág. 22: Normativas. Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INEN 49:2012. Sal común. Determinación de la humedad. Página 2.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

#	Peso	%Humedad	xy	x2	y2
1	0.9126	1.4577	1.3303	0.8328	2.1250
2	0.9416	1.3618	1.2823	0.8866	1.8546
3	0.9270	2.3337	2.1633	0.8593	5.4460
4	0.9040	1.2238	1.1063	0.8171	1.4978
5	0.8938	1.2158	1.0866	0.7988	1.4782
6	0.9341	1.6012	1.4957	0.8725	2.5638
7	0.9372	0.2902	0.2720	0.8784	0.0842
8	0.8452	1.3769	1.1638	0.7144	1.8958
9	0.9184	1.5279	1.4032	0.8435	2.3345
10	0.8749	1.3976	1.2227	0.7654	1.9532
11	0.8651	1.2217	1.0569	0.7484	1.4926
12	0.8821	1.2648	1.1157	0.7781	1.5998
TOTAL	10.8359	16.2732	14.6988	9.7953	24.3255



<u>Calculo del coeficiente de correlación:</u>
$S_{xy} = 14.6988 - \frac{(10.8359)(16.2732)}{12}$ $= 0.0042$
$S_{xx} = 9.7953 - \frac{(10.8359)^2}{12} = 0.0106$
$S_{yy} = 24.3255 - \frac{(16.2732)^2}{12} = 2.2574$
$r = \frac{0.0042}{\sqrt{(0.0106)(2.2574)}} = 0.0271$

Se aprecia que las dos variables: peso (**x**) y %humedad (**y**), poseen una correlación lineal prácticamente inexistente, con pendiente positiva **0.4**, es decir $r = 0.0271$. Esto indica que la variable (**y**) no influye significativamente con la variable (**x**).

10. CAPÍTULO IV: ÍNDICE DE CAPACIDAD Y ESTABILIDAD DEL PROCESO

10.1 INDICE DE CAPACIDAD PARA DATOS VARIABLES TIPO MEDIBLE

10.1.1 Calculo de los índices Cp, Cr, Ci, Cs, Cpk, Cpm y K

Considerándose las variables de los pesos se procede a calcular los índices de capacidad.

10.1.1.1 Cálculos de los índices de capacidad muestral (Antes)

Fórmulas		Procedimientos
$\hat{C}_p = \frac{ES - EI}{6S}$	ES = 0.7859 EI = 0.7209 S = 0.0583	$\hat{C}_p = \frac{0.7859 - 0.7209}{6(0.0583)} = 0.1858$
$\hat{C}_r = \frac{6S}{ES - EI}$	ES = 0.7859 EI = 0.7209 S = 0.0583	$\hat{C}_r = \frac{6(0.0583)}{0.7859 - 0.7209} = 5.3824 \sim 538.24\%$
$\hat{C}_{pi} = \frac{\bar{X} - EI}{3S}$	EI = 0.7209 S = 0.0583 $\bar{X} = 0.7534$	$\hat{C}_{pi} = \frac{0.7534 - 0.7209}{3(0.0583)} = 0.1858$
$\hat{C}_{ps} = \frac{ES - \bar{X}}{3S}$	ES = 0.7859 S = 0.0536 $\bar{X} = 0.7534$	$\hat{C}_{ps} = \frac{0.7859 - 0.7534}{3(0.0583)} = 0.1858$
$\hat{C}_{pk} = \text{Mínimo} \left[\frac{\bar{X} - EI}{3S}, \frac{\bar{X} - ES}{3S} \right]$	$\hat{C}_{pi} = 0.1858$ $\hat{C}_{ps} = 0.1858$	$\hat{C}_{pk} = \text{Mínimo}[0.1858, 0.1858] = 0.1858$
$\hat{K} = \frac{\bar{X} - N}{\frac{1}{2}(ES - EI)}$ $N = 0.5(ES + EI)$	$\bar{X} = 0.7534$ ES = 0.7859 EI = 0.7209	$N = 0.5(0.7859 + 0.7209) = 0.7534$ $\hat{K} = \frac{0.7534 - 0.7534}{\frac{1}{2}(0.7534 - 0.7534)} = 0.00$
$\hat{C}_{pm} = \frac{ES - EI}{6\tau}$ Donde τ (tau) está dada por: $\tau = \sqrt{S^2 + (\bar{X} - N)^2}$	$\bar{X} = 0.7534$ ES = 0.7859 EI = 0.7209 S = 0.0583 $N = 0.7534$	$\hat{C}_{pm} = \frac{0.7859 - 0.7209}{6(0.0583)} = 0.1858$ $\tau = \sqrt{0.0583^2 + (0.7534 - 0.7534)^2} = 0.0583$

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

10.1.1.2 Cálculos de los índices de capacidad muestral (Después)

Fórmulas		Procedimientos
$C_p = \frac{ES - EI}{6S}$	ES = 0.7869 EI = 0.7210 S = 0.0564	$\hat{C}_p = \frac{0.7869 - 0.7210}{6(0.0564)} = 0.1949$
$\hat{C}_r = \frac{6S}{ES - EI}$	ES = 0.7869 EI = 0.7210 S = 0.0564	$\hat{C}_r = \frac{6(0.0564)}{0.7869 - 0.7210} = 5.1315 \sim 513.15\%$
$\hat{C}_{pi} = \frac{\bar{X} - EI}{3S}$	ES = 0.7869 EI = 0.7210 S = 0.0544 $\bar{X} = 0.7539$	$\hat{C}_{pi} = \frac{0.7539 - 0.7210}{3(0.0564)} = 0.1949$
$\hat{C}_{ps} = \frac{ES - \bar{X}}{3S}$	ES = 0.7869 S = 0.0564 $\bar{X} = 0.7539$	$\hat{C}_{ps} = \frac{0.7869 - 0.7539}{3(0.0544)} = 0.1949$
$\hat{C}_{pk} = \text{Mínimo} \left[\frac{\bar{X} - EI}{3S}, \frac{\bar{X} - ES}{3S} \right]$	$\hat{C}_{pi} = 0.1949$ $\hat{C}_{ps} = 0.1949$	$\hat{C}_{pk} = \text{Mínimo}[0.1949, 0.1949] = 0.1949$
$\hat{K} = \frac{\bar{X} - N}{\frac{1}{2}(ES - EI)}$ $N = 0.5(ES + EI)$	$\bar{X} = 0.7539$ ES = 0.7869 EI = 0.7210	$N = 0.5(0.7869 + 0.7210) = 0.7539$ $\hat{K} = \frac{0.7539 - 0.7539}{\frac{1}{2}(0.7869 - 0.7210)} = 0.00$
$\hat{C}_{pm} = \frac{ES - EI}{6\tau}$ Donde τ (tau) está dada por: $\tau = \sqrt{S^2 + (\bar{X} - N)^2}$	$\bar{X} = 0.7539$ ES = 0.7869 EI = 0.7210 S = 0.0564 N = 0.7539	$\hat{C}_{pm} = \frac{0.7869 - 0.7210}{6(0.0564)} = 0.1949$ $\tau = \sqrt{0.0564^2 + (0.7539 - 0.7539)^2} = 0.0564$

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

10.1.1.3 Cálculos de los índices de capacidad poblacional

Fórmulas	Procedimientos	
$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma}$	$ES = 1.1791$ $EI = 0.8209$ $\bar{R} = 0.2269$	$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0.2269}{3.931} = 0.0577$ $C_p = \frac{1.1791 - 0.8209}{6(0.0577)} = 1.0343$
	$d_2 = 3.931$ Ver anexo ⁴⁵	
$C_r = \frac{6\sigma}{ES - EI}$	$ES = 1.1791$ $EI = 0.8209$ $\sigma = 0.0577$	$C_r = \frac{6(0.0577)}{1.1791 - 0.8209} = 0.9668$
$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma}$	$EI = 0.8209$ $\sigma = 0.0577$ $\mu \sim \bar{x} = 0.7534$	$C_{pi} = \frac{0.7534 - 0.8209}{3(0.0577)} = -0.3899$
$C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma}$	$ES = 1.1791$ $\sigma = 0.0577$ $\mu \sim \bar{x} = 0.7534$	$C_{ps} = \frac{1.1791 - 0.7534}{3(0.0577)} = 2.4584$
$C_{pk} = \text{Mínimo} \left[\frac{\mu - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \mu}{3\sigma} \right]$	$C_{ps} = 2.4584$ $C_{pi} = -0.3899$	$C_{pk} = \text{Mínimo}[-0.3899, 2.4584] = -0.3899$
$K = \frac{\mu - N}{\frac{1}{2}(ES - EI)}$ $N = 0.5(ES + EI)$	$ES = 1.1791$ $EI = 0.8209$ $\sigma = 0.0577$ $\mu \sim \bar{x} = 0.7534$	$N = 0.5(1.1791 + 0.8209) = 1.00$ $K = \frac{0.7534 - 1}{\frac{1}{2}(1.1791 - 0.8209)} = -0.1767$
$C_{pm} = \frac{ES - EI}{6\tau}$ $\tau = \sqrt{\sigma^2 + (\mu - N)^2}$	$ES = 1.1791$ $EI = 0.8209$ $N = 1.00$ $\sigma = 0.0577$ $\mu \sim \bar{x} = 0.7534$	$\tau = \sqrt{0.0577^2 + (0.7534 - 1)^2} = 0.2533$ $C_{pm} = \frac{1.1791 - 0.8209}{6(0.2533)} = 0.2357$

⁴⁵ Ver Anexo I. Pág. 16: Sección de Tablas. Factores para construir cartas de control para variables. Con $n = 25$, d_2

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Cuadro de análisis de los índices de capacidad muestral (Antes)

Estadístico		Análisis y comentarios	Conclusiones
Índices de capacidad		<ul style="list-style-type: none"> La capacidad potencial del proceso no es adecuada para el trabajo, ya que el \hat{C}_p es menor a 0.67, por lo tanto se requiere de modificaciones serias para obtener resultados de calidad, esto también se aprecia en el \hat{C}_r ya que la amplitud de la variación del proceso cubre 538.24% de la amplitud de la banda de las especificaciones. La capacidad real del proceso es mala, ya que tanto el \hat{C}_{pk} como el \hat{C}_{pm} son menores a 1.0 cuando sus valores deberían de ser mayor a 1.30. El proceso está centrado con la especificaciones muestrales $ES=0.7859$ y $EI=0.7209$, debido a que el indicador es bajo 0.00%. 	Proceso centrado con las especificaciones muestrales, pero descentrado con las especificaciones generales que son: 1 ± 0.1791
\hat{C}_p	0.1858		
\hat{C}_r	538.24%		
\hat{C}_i	0.1858		
\hat{C}_s	0.1858		
\hat{C}_{pk}	0.1858		
\hat{C}_{pm}	0.1858		
K	0.00%		

Cuadro de análisis de los índices de capacidad muestral (Después)

Estadístico		Análisis y comentarios	Conclusiones
Índices de capacidad		<ul style="list-style-type: none"> La capacidad potencial del proceso no es adecuada para el trabajo, ya que el \hat{C}_p es menor a 0.67, por lo tanto se requiere de modificaciones serias para obtener resultados de calidad, esto también se aprecia en el \hat{C}_r ya que la amplitud de la variación del proceso cubre 513.15% de la amplitud de la banda de las especificaciones. La capacidad real del proceso es mala, ya que tanto el \hat{C}_{pk} como el \hat{C}_{pm} son menores a 1.0 cuando sus valores deberían de ser mayor a 1.30. El proceso está centrado con la especificaciones muestrales $ES=0.7869$ y $EI=0.7210$, debido a que el indicador es bajo 0.00%. 	Proceso centrado con las especificaciones muestrales, pero descentrado con las especificaciones generales que son: 1 ± 0.1791
\hat{C}_p	0.1949		
\hat{C}_r	513.15%		
\hat{C}_i	0.1949		
\hat{C}_s	0.1949		
\hat{C}_{pk}	0.1949		
\hat{C}_{pm}	0.1949		
K	0.00%		

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Cuadro de análisis de los índices de capacidad poblacional

Estadístico		Análisis y comentarios	Conclusiones
Índices de capacidad		<ul style="list-style-type: none"> La capacidad potencial del proceso, es parcialmente adecuado $1 < C_p < 1.33$, por lo tanto se requiere de un control estricto, esto también se aprecia en el Cr ya que la amplitud de la variación del proceso cubre 96.68% de la amplitud de la banda de las especificaciones. La capacidad real del proceso es mala, ya que tanto el Cpk como el Cpm son menores a 1.0 cuando sus valores deberían de ser mayor a 1.30. El proceso está descentrado a la izquierda con -17.67%. 	Centrar el proceso: hacer los ajustes o cambios necesarios para que los pesos de las sales se ajuste a las especificaciones.
Cp	1.034%		
Cr	96.68%		
Ci	-0.3898		
Cs	2.4584		
Cpk	-0.3898		
Cpm	0.2357		
K	-17.67%		

10.2 INDICE DE CAPACIDAD PARA DATOS VARIABLES TIPO ATRIBUIBLE

10.2.1 Calculo de los índices DPU, DPO, DPMO

Considerándose las variables de los elementos defectuosos se procede a calcular los índices de capacidad.

10.2.1.1 Cálculos de los índices de capacidad (Antes)

Fórmulas	Procedimientos y Conclusión	
$DPU = \frac{d}{U}$	$d = 360$ $U = 3720$	$DPU = \frac{360}{3720} = 0.0968$ <p>Esto significa que, en promedio, cada bolsa del sal tiene 0.0968 de elementos defectuosos (es decir que por cada 25 bolsas de sal que se empaquen por unidad se esperarían 2 elementos defectuosos). Es claro que una misma bolsa de sal puede tener más de un elemento defectuoso.</p>
$DPO = \frac{d}{U \times O}$	$d = 360$ $U = 3720$ $O = 25$	$DPO = \frac{360}{3720 \times 25} = 0.0039$ <p>Significa que de 93, 000 bolsas en (oportunidad de error) se fabricaron 360 con algún defecto.</p>

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

DPMO = DPO por un millón	$DPO = 0.0039$	$DPMO = 0.0039 * 1E6 = 3,900$ Entonces, de un millón de bolsas de sales empacadas (25 Bolsas/unidad) se espera tener 3,900 con algún tipo de defecto.
------------------------------------	----------------	--

10.2.1.2 Cálculos de los índices de capacidad (Después)

Fórmulas	Procedimientos y Conclusión	
$DPU = \frac{d}{U}$	$d = 279$ $U = 3420$	$DPU = \frac{279}{3420} = 0.0816$ Esto significa que, en promedio, cada bolsa del sal tiene 0.0816 de elementos defectuosos (es decir que por cada 25 bolsas de sal que se empacan por unidad se esperarían 2 elementos defectuosos). Es claro que una misma bolsa de sal puede tener más de un elemento defectuoso.
$DPO = \frac{d}{U \times O}$	$d = 279$ $U = 3420$ $O = 25$	$DPO = \frac{279}{3420 \times 25} = 0.0033$ Significa que de 85, 500 bolsas en (oportunidad de error) se fabricaron 279 con algún defecto.
DPMO = DPO por un millón	$DPO = 0.0033$	$DPMO = 0.0033 * 1E6 = 3,300$ Entonces, de un millón de bolsas de sales empacadas (25 Bolsas/unidad) se espera tener 3,300 con algún tipo de defecto.

11. CAPÍTULO V: ALTERNATIVAS DE MEJORA PARA LA LÍNEA

11.1 METODOLOGÍA 5S

Es una práctica de Calidad ideada en Japón referida al “Mantenimiento Integral” de la empresa, no sólo de maquinaria, equipo e infraestructura sino del mantenimiento del entorno de trabajo por parte de todos. En Inglés se ha dado en llamar “house keeping” que traducido es “ser amos de casa también en el trabajo”.

Las Iniciales de las 5 S:

JAPONES	CASTELLANO
Seiri	Clasificación y Descarte
Seiton	Organización
Seiso	Limpieza
Seiketsu	Higiene y Visualización
Shitsuke	Disciplina y Compromiso



ANTES

¿QUÉ BENEFICIOS APORTAN LAS 5S?

Mayor productividad que se traduce en:

- Menos averías.
- Menor nivel de existencias de inventarios
- Menos accidentes.
- Menos movimientos y traslados inútiles.
- Menor tiempo para el cambio de herramientas.



DESPUES

Mejor lugar de trabajo para todos, puesto que conseguimos:

- Más espacio.
- Orgullo del lugar en el que se trabaja.
- Mejor imagen ante nuestros clientes.
- Mayor cooperación y trabajo en equipo.
- Mayor compromiso y responsabilidad en las tareas.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

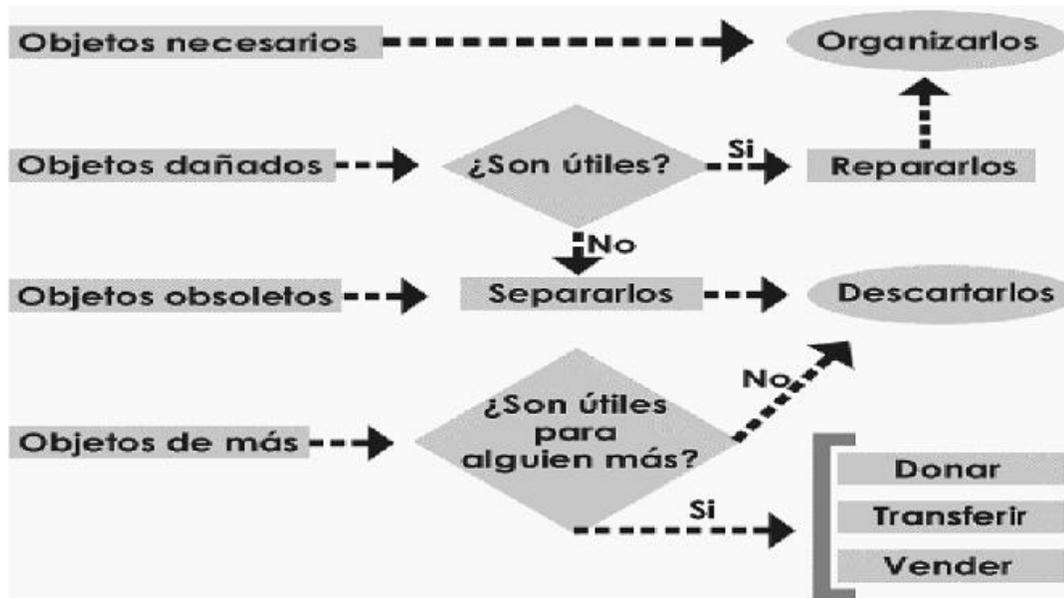
- Mayor conocimiento del puesto.

11.1.1 SEIRI: Clasificación y Descarte (La 1er S)

Significa separar las cosas necesarias y las que no la son manteniendo las cosas necesarias en un lugar conveniente y en un lugar adecuado.

Ventajas	Para Poner en práctica la 1ra S se debe hacer las siguientes preguntas:
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reducción de necesidades de espacio, stock, almacenamiento, transporte y seguros. ➤ Evita la compra de materiales no necesarios y su deterioro. ➤ Aumenta la productividad de las máquinas y personas implicadas. ➤ Provoca un mayor sentido de la clasificación y la economía, menor cansancio físico y mayor facilidad de operación. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿Qué se debe eliminar? ➤ ¿Qué debe ser guardado? ➤ ¿Qué puede ser útil para otra persona u otro departamento? ➤ ¿Qué se debe reparar? ➤ ¿Qué se debe vender?

Diagrama de flujo para la Clasificación y Descarte



Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

11.1.2 SEITON: Organización (La 2da S)

Pretende ubicar los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio. Con esta aplicación se desea mejorar la identificación y marcación de los controles de los equipos, instrumentos, expedientes, de los sistemas y elementos críticos para mantenimiento y su conservación en buen estado. Permite la ubicación de materiales, herramientas y documentos de forma rápida, mejora la imagen del área ante el cliente, mejora el control de stocks de repuestos y materiales, mejora la coordinación para la ejecución de trabajos. En la oficina facilita los archivos y la búsqueda de documentos, mejora el control visual de las carpetas y la eliminación de la pérdida de tiempo de acceso a la información.

Pasos propuestos para organizar:

- En primer lugar, definir un nombre, código o color para cada clase de artículo.
- Decidir dónde guardar las cosas tomando en cuenta la frecuencia de su uso.
- Distribuir las cosas de tal forma que se facilite el colocar etiquetas visibles y utilizar códigos de colores para facilitar la localización de los objetos de manera rápida y sencilla.



Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

11.1.3 SEISO: Limpieza (La 3er S)

Pretende incentivar la actitud de limpieza del sitio de trabajo y lograr mantener la clasificación y el orden de los elementos. El proceso de implementación se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución.

Para conseguir que la limpieza sea un hábito tener en cuenta los siguientes puntos:

- Todos deben limpiar utensilios y herramientas al terminar de usarlas y antes de guardarlos.
- Las mesas, armarios y muebles deben estar limpios y en condiciones de uso.
- No debe tirarse nada al suelo.
- No existe ninguna excepción cuando se trata de limpieza. El objetivo no es impresionar a las visitas sino tener el ambiente ideal para trabajar a gusto y obtener la Calidad Total.

Analice por un momento su lugar de trabajo y responda las preguntas sobre Limpieza:

- ¿Cree que realmente puede considerarse como “Limpio”?
- ¿Cómo cree que podría mantenerlo Limpio siempre?
- ¿Qué utensilios, tiempo o recursos necesitaría para ello?
- ¿Qué cree que mejoraría el grado de Limpieza?

11.1.4 SEIKETSU: Higiene y Visualización (La 4ta S)

Esta S envuelve ambos significados: Higiene y visualización.

La higiene es el mantenimiento de la Limpieza, del orden. Quien exige y hace calidad cuida mucho la apariencia. En un ambiente limpio siempre habrá seguridad. Quien no cuida bien de sí mismo no puede hacer o vender productos o servicios de calidad. Una técnica muy usada es el “visual management”, o gestión visual. Esta técnica se ha mostrado como sumamente útil en el proceso

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

de mejora continua. Se usa en la producción, calidad, seguridad y servicio al cliente. Consiste en grupo de responsables que realiza periódicamente una serie de visitas a toda la empresa y detecta aquellos puntos que necesitan de mejora.

Las ventajas de uso de la 4ta S

- Facilita la seguridad y el desempeño de los trabajadores.
- Evita daños de salud del trabajador y del consumidor.
- Mejora la imagen de la empresa interna y externamente.
- Eleva el nivel de satisfacción y motivación del personal hacia el trabajo.

Recursos visibles en el establecimiento de la 4ta. S:

- Avisos de peligro, advertencias, limitaciones de velocidad, etc.
- Informaciones e Instrucciones sobre equipamiento y máquinas.
- Avisos de mantenimiento preventivo.
- Recordatorios sobre requisitos de limpieza.
- Aviso que ayuden a las personas a evitar errores en las operaciones de sus lugares de trabajo.
- Instrucciones y procedimientos de trabajo.

Hay que recordar que estos avisos y recordatorios:

- Deben ser visibles a cierta distancia.
- Deben colocarse en los sitios adecuados.
- Deben ser claros, objetivos y de rápido entendimiento.
- Deben contribuir a la creación de un local de trabajo motivador y confortable.

Analice por un momento su lugar de trabajo y responda las preguntas sobre Higiene y visualización:

- ¿Qué tipo de carteles, avisos, advertencias, procedimientos cree que faltan?
- ¿Los que ya existen son adecuados? ¿Proporcionan seguridad e higiene?
- En general ¿Calificaría su entorno de trabajo como motivador y confortable?
- En caso negativo ¿Cómo podría colaborar para que si lo fuera?

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

11.1.5 SHITSUKE: Compromiso y Disciplina (La 5ta S)

Disciplina quiere decir voluntad de hacer las cosas como se supone se deben hacer. Es el deseo de crear un entorno de trabajo en base de buenos hábitos. Mediante el entrenamiento y la formación para todos (¿Qué se debe hacer?) y la puesta en práctica de estos conceptos (¡Vamos hacerlo!), es como se consigue romper con los malos hábitos pasados y poner en práctica los buenos.

¿Qué se debe hacer?

- Elaborar un programa de trabajo asignando fechas y responsables, contemplando las auditorias
- Aplicar repetidamente la clasificación, orden y limpieza en cada área
- En cada subdelegación y/o área de trabajo, deben existir Comités de evaluación en forma permanente.

11.1.6 Programa propuesto de ejecución de la 5 s (Ejemplo)

Responsables:		Fecha: __/__/__
1. _____		LA PERLA
2. _____		
3. _____		
4. _____		
Actividades	Descripción de la problemática	Duración
Clasificación y descarte	<ul style="list-style-type: none"> • Existencia de artículos inservibles u obsoletos en los pasillos. • Papelería y material de trabajo está en un solo lugar y ordenada. • Objetos y material de trabajo sin uso encima de mesas por varias semanas. 	2 horas
Organización	<ul style="list-style-type: none"> • Siguen habiendo por todos lados cosas inservibles y objetos innecesarios. • Resulta difícil encontrar las herramientas de trabajo. 	2 horas

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> Al terminar la jornada el área de trabajo se sigue quedando desordenada. Sigue habiendo cosas innecesarias sobre las mesas y sillas que impiden limpiar. Las maquinarias y equipos no se le ha dado la respectiva limpieza. 	1 horas
Higiene y visualización	<ul style="list-style-type: none"> Carencia de procedimientos o normas para la realización de los trabajos. Carencia de señalizaciones de avisos y recordatorios. 	2 horas
Compromiso y disciplina	<ul style="list-style-type: none"> No existen práctica disciplinaria en el ambiente de trabajo. Carencia de plan de grupos de trabajos. 	1 hora

11.2 EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

11.2.1 DEFINICIÓN

El mantenimiento productivo total (TPM, de Total Productive Maintenance) es una técnica que aprovecha toda la fuerza laboral para obtener el uso óptimo del equipo. Se trata de mejorar continuamente las actividades de mantenimiento. Se subraya una interacción entre los operadores y el mantenimiento para maximizar el tiempo de funcionamiento. Las actividades técnicas en el TPM son revisión del equipo, inspección de la maquinaria, ajuste fino de la misma, lubricación, localización de fallas y reparación, todo ello diariamente.⁴⁶

11.2.2 PILARES

El TPM se sustenta en la gente y sus pilares básicos son los siguientes:

PILARES	DESCRIPCIÓN
Mejora enfocadas	<p>Consta en llegar a los problemas desde la raíz y con previa planificación para saber cuál es la meta y en cuanto tiempo se logra.</p> <p>El pilar del TPM de mejoras enfocadas aporta metodologías para llegar a la raíz de los problemas, permitiendo identificar el factor a mejorar, definirlo como meta y estimar el tiempo para lograrlo, de igual manera, posibilita conservar y transferir el conocimiento adquirido durante la ejecución de acciones de mejora.</p>

⁴⁶ Dale H. Besterfield. (2009). Control Estadístico de la Calidad, Definición: Mantenimiento Productivo Total. (Segunda edición). México: McGraw-Hill/INTERAMERICANA.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

	<p>Estas actividades están dirigidas a mejorar gran variedad de elementos, como un proceso, un procedimiento, un equipo o componentes específicos de algún equipo; detectando acertadamente la pérdida y ejecutando un plan de acción para su eliminación.</p>
<p>Mantenimiento autónomo</p>	<p>Está enfocado al operario ya que es el que más interactúa con el equipo, propone alargar la vida útil de la máquina o línea de producción.</p> <p>El Mantenimiento Autónomo está enfocado por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera.</p> <p><u>El mantenimiento autónomo puede prevenir:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Contaminación por agentes externos. • Rupturas de ciertas piezas. • Desplazamientos. • Errores en la manipulación.
<p>Mantenimiento planeado</p>	<p>Su principal eje de acción es el entender la situación que se está presentando en el proceso o en la máquina teniendo en cuenta un equilibrio costo-beneficio.</p> <p>El mantenimiento planeado constituye en un conjunto sistemático de actividades programadas a los efectos de acercar progresivamente la planta productiva a los objetivos de: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, cero accidentes y cero contaminaciones. Este conjunto de labores serán ejecutadas por personal especializado en mantenimiento.</p> <p><u>Los principales objetivos del mantenimiento planeado son:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducir el coste de mantenimiento. • Reducción espera de trabajos. • Eliminar radicalmente los fallos.
<p>Prevención del mantenimiento</p>	<p>Consta básicamente en implementar lo aprendido en las máquinas y procesos nuevos.</p> <p>Desde este pilar se pretende reducir el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento, así como incluir los equipos en proceso de adquisición para que su mantenimiento sea el mínimo. Se pretende con este pilar, asegurar que los equipos de producción a emplear sean:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fiables

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

	<ul style="list-style-type: none"> • Fáciles de mantener • Fáciles de operar • Seguros <p>Lograr un arranque vertical (arranque rápido, libre de problemas correcto desde el principio.</p>
<p>Mantenimiento de la calidad</p>	<p>Enfatizado básicamente a las normas de calidad que se rigen.</p> <p>Es una estrategia de mantenimiento que tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el "cero defectos" es factible. Las acciones del MC buscan verificar y medir las condiciones "cero defectos" regularmente, con el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad.</p> <p><u>El mantenimiento de calidad se basa en:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad. • Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para "cero defectos" y que estas se encuentra dentro de los estándares técnicos. • Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a las situaciones de anormalidad potencial. • Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos. • Correcta instrucción de los empleados relacionada con los procesos en los que trabaja cada uno.
<p>Educación y entrenamiento</p>	<p>El objetivo principal en este pilar es aumentar las capacidades y habilidades de todo el personal, dando instrucciones de las diferentes actividades de la empresa y como se hacen.</p> <p>Algunas ventajas que se obtienen son: Formar personal competente en equipos y en la mejora continua de su área de responsabilidad. Estimular el autodesarrollo del personal. Desarrollar recursos humanos que puedan satisfacer las necesidades de trabajo futuras. Estimular la formación sistemática del personal.</p>
<p>TPM en áreas administrativa</p>	<p>Es llevar toda la política de mejoramiento y manejo administrativo a las oficinas (papelerías, órdenes, etc.).</p> <p>Su objetivo es lograr que las mejoras lleguen a la gerencia de los departamentos administrativos y actividades de soporte y que no solo sean actividades en la planta de producción. Estas mejoras buscan un fortalecimiento de estas áreas, al lograr un equilibrio entre las actividades primarias de la</p>

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

	cadena de valor y las actividades de soporte.
Seguridad y medio ambiente	<p>Trata las políticas medioambientales y de seguridad regidas por el gobierno.</p> <p>La seguridad y el medio ambiente se enfocan en buscar que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro, muchas veces ocurre que la contaminación en el ambiente de trabajo es producto del mal funcionamiento del equipo, así como muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo.</p> <p><u>Los principales objetivos son:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Cero accidentes.• Cero contaminaciones.

11.2.3 FASES PARA IMPLEMENTAR EL TPM

El TPM se implementa en cuatro fases que son: Preparación, Introducción, Implantación, Consolidación.

11.2.3.1 Fase de preparación

Se debe elaborar una planificación extremadamente 'cuidadosa, tratando de tener en cuenta hasta los más mínimos detalles, tratando de desarrollar los siguientes pasos:

PASO1: La gerencia anuncia su decisión de introducir el TPM.

Todos los empleados deben comprender el porqué de la introducción del TPM en su empresa y estar convencidos de su necesidad. Muchas empresas adoptan el TPM para resolver complejos problemas internos y luchar contra las turbulencias económicas. Sin embargo, cuando la alta gerencia formule su compromiso, debe dejar claro su intención de seguir el programa TPM hasta su finalización. La etapa de Implementación del TPM comienza con éste paso.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

PASO 2: Educación introductoria para el TPM.

Normalmente las empresas contratan con Institutos o Empresas especializadas en capacitación, puesto que por ser un programa tan amplio, requiere de una gran experiencia y de medios didácticos adecuados, lo cual no se consigue simplemente leyendo libros sobre el tema o asistiendo a una charla de un día sobre el tema. La capacitación la recibe un grupo de directivos y empleados que a su vez divulgarán la información adquirida al resto de empleados ayudados por la Empresa Contratante para que al final todos los empleados tengan un conocimiento básico, sólido y comprendan sus fundamentos y técnicas.

PASO 3: Crear una organización de promoción del TPM.

El TPM se promueve a través de una estructura de pequeños grupos que se solapan en toda la organización en este sistema los líderes de pequeños grupos de cada nivel de la organización son miembros de pequeños grupos del siguiente nivel más elevado. También la alta dirección constituye en sí misma un pequeño grupo. Se debe establecer una oficina de implementación del TPM que se responsabilice de desarrollar y promover estrategias eficaces para el entrenamiento y seguimiento de todos los pasos.

PASO 4: Establecer políticas y objetivos básicos de TPM

Las políticas y objetivos de TPM deben estar en todo de acuerdo a la visión y misión de la empresa, esto es a sus metas estratégicas como negocio. Hay que fijar objetivos numéricos en el máximo grado posible. Los objetivos deben ser desafiantes, pero alcanzables a mediano y largo plazo. Se deberán definir objetivos concretos, metas, estrategias) medidas para cada uno de los 8 Pilares o TPM.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

11.2.3.2 Fase de Introducción

La Fase de Introducción es el saque inicial del Proyecto TPM.

Se hace el lanzamiento oficial del proyecto empresarial de TPM y normalmente se oficializa en una reunión a la que se invitan a clientes y proveedores externos. En dicha reunión de carácter social, la dirección confirma su compromiso de implementar el TPM y se informan los planes desarrollados y el trabajo realizado en la Etapa de Preparación. De esta forma la Dirección queda comprometida al apoyo al programa TPM hasta sus últimas consecuencias.

11.2.3.3 Fase de implementación

Se implementan todos los programas Y actividades conducentes a maximizar la eficiencia de producción. Esta Fase puede tomar de 3 a 5 años. Se implementan y desarrollan entre otros, los siguientes programas:

- Entrenamiento y capacitación que requiera el personal en mantenimiento, operación de equipos, aspectos administrativos, comunicación eficaz, solución de problemas. etc.
- Se implementa paso a paso cada una de las etapas del Programa de Mantenimiento Autónomo, enfocado en la mejora continua de los equipos, empezando con limpieza para inspección y la práctica en una maquilla modelo.
- Desarrollo de cada uno de los programas o pilares en que se basa TPM.

11.2.3.4 Fase de consolidación

Se afinan detalles y se consideran objetivos cada vez más elevados, como mejora en el diseño del equipo. Se incorporan las Tecnologías de Punta que sean las apropiadas en ese momento. Se introducen fases adicionales con objeto de ganar un premio Internacional en Implementación de TPM para crear una cultura de sana competencia Internacional.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

11.2.4 TIEMPO REQUERIDO PARA ACTIVIDADES DE TPM

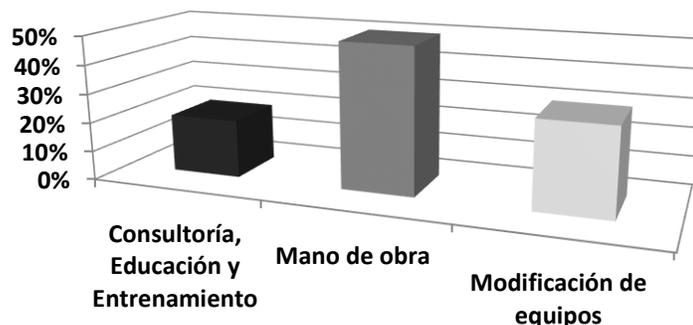
Se aconseja que el tiempo mínimo dedicado a actividades de TPM sea inicialmente de 2 horas por semana: 1 hora en actividades de Mantenimiento Autónomo y 1 hora en reuniones de grupo. Algunas empresas dedican hasta un turno semanal de 8 horas durante el primer mes de Implementación para consolidar el programa, luego fijan un tiempo programado semanal de acuerdo a los volúmenes de producción. Sea cual sea el tiempo asignado, se deberá respetar y por ningún motivo incumplir el programa, pues esta es la causa principal por la cual algunas empresas terminan abandonado el programa de TPM antes de ver los frutos tangibles y todo el esfuerzo de muchas personas se pierde.

11.2.5 COSTOS ESTIMADOS PARA IMPLEMENTAR TPM

Una forma muy empírica de estimar los costos que ocasionará la implementación de un programa de TPM es considerar el tiempo asignado a los empleados para desarrollar labores de TPM, por ejemplo 2 horas diarias y multiplicarlas por el número de empleados involucrados: esto constituirá el 50% del costo. Se asume otro costo igual, o sea, otro 50% distribuido en 30% para gastos de materiales para modificación de equipos, o sea, corrección de daños y un 20% para gastos de consultoría, educación y entrenamiento.

En la figura siguiente se muestra la distribución los costos según lo explicado:

Gráfico de costos estimados para implementar el TPM



Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

11.3 EL CICLO PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar)

11.3.1 INTRODUCCIÓN

El ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) es de gran utilidad para estructurar y ejecutar proyectos de mejora de la calidad y la productividad en cualquier nivel jerárquico en una organización. En este ciclo, también conocido como el ciclo de Shewhart, Deming o el ciclo de la calidad, se desarrolla de manera objetiva y profunda un plan (planear), éste se aplica en pequeña escala o sobre una base de ensayo (hacer), se evalúa si se obtuvieron los resultados esperados (verificar) y, de acuerdo con lo anterior, se actúa en consecuencia (actuar), ya sea generalizando el plan si dio resultado y tomando medidas preventivas para que la mejora no sea reversible, o reestructurando el plan debido a que los resultados no fueron satisfactorios, con lo que se vuelve a iniciar el ciclo.⁴⁷

11.3.2 OCHOS PASOS EN LA SOLUCIÓN DE UN PROBLEMA

Una forma de llevar a la práctica el ciclo PHVA, es dividir a éste en ocho pasos o actividades para su solución, como se describen a continuación:

OCHO PASOS EN LA SOLUCIÓN DE UN PROBLEMA		
ETAPA	PASO	NOMBRE Y BREVE DESCRIPCIÓN DEL PASO
Planear	1	Seleccionar y caracterizar un problema: Elegir un problema realmente importante, delimitarlo y describirlo, estudiar antecedente e importancia, y cuantificar su magnitud actual.
	2	Buscar todas las posibles causas: Lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa. Participan los involucrados.
	3	Investigar cuáles de las causas son más importantes: Recurrir a datos, análisis y conocimiento del problema.
	4	Elaborar un plan de medidas enfocado a remediar las causas más importantes: para cada acción, detallar en qué consiste, su objetivo y cómo implementarla; responsables, fechas y costos.
Hacer	5	Ejecutar las medidas: Seguir el plan y empezar a pequeña

⁴⁷ Humberto Gutiérrez Pulido. (2010). Calidad Total y Productividad, El Ciclo PHVA. (Tercera edición). México: McGraw-Hill/INTERAMERICANA.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

		escala.
Verificar	6	Revisar los resultados obtenidos: Comparar el problema antes y después.
Actuar	7	Prevenir la recurrencia: Si las acciones dieron resultado, éstas deben generalizarse y estandarizar su aplicación. Establecer medidas para evitar recurrencia.
	8	Conclusión y evaluación de lo hecho: Evaluar todo lo hecho anteriormente y documentarlo.

11.3.3 Programa propuesto de ejecución del ciclo PHVA (ejemplo)

Responsables: 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____				Fecha: ___/___/___	
				LA PERLA	
Actividad	Meta y Rango	Plazo	Etapas del ciclo	Estrategias	Posibles técnicas a usar
Ejemplo: Reducir la proporción de elementos defectuosos en las bolsas de sales, tales como: Mal sellado, Orificios, Impureza.	9.74% LCI=0% LCS=17.01%	3 meses	Planear	Definir y analizar la magnitud del problema	Pareto, h. de verificación, histograma, c. de control.
				Buscar todas las posibles causas	Observar el problema, lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa.
				Investigar cuál es la causa más importante	Pareto, estratificación, d. de dispersión, d. de Ishikawa
				Considerar las medidas remedio	Por qué...necesidad Qué...objetivo Dónde...lugar Cuánto...tiempo y costo Cómo...plan
			Hacer	Poner en práctica las medidas remedio	Seguir el plan elaborado en el paso anterior e involucrar a los afectados.
			Verificar	Revisar los resultados obtenidos	Histograma, Pareto, c. de control, h. de verificación.
			Actuar	Prevenir la recurrencia del problema	Estandarización, inspección, supervisión, h. de verificación, cartas de control.
	Conclusión	Revisar y documentar el procedimiento seguido y planear el trabajo futuro.			

12. CONCLUSIONES

CAPITULO I

1. ORGANIGRAMA

Al analizar la situación organizacional actual de la empresa esta presenta problemas de:

- Diagrama organizacional no definido para cada uno de los puestos de trabajos dentro de la empresa.
- Ausencia de puestos de trabajos importantes como la de supervisores, siendo el gerente quien desempeña esta función.

2. AMBIENTE LABORAL Y CONDICIONES DE TRABAJO

Los trabajadores no presentaban los equipos de protección personal necesarios y trabajaban por muchas horas de pie. Los horarios de trabajo son rotativos, operando de noche o de día.

3. PROCESO DE PRODUCCIÓN

La empresa ha trabajado adecuadamente las etapas de su proceso, aunque presentando problemas en dos de ella, siendo estas:

- La inspección del secado de la sal bruta (materia prima): Antes de ser transportada y posteriormente continuar al proceso de molienda. La sal debe contener 5% de humedad como está especificado en su empaque, el cálculo de la humedad se hace de forma empírica, siendo esta un problema, debido a que en muchas bolsas de sal la humedad es mayor de lo normal.
- Empaque y sellado del producto terminado: Este es el problema frecuente dentro del proceso productivo y que se debe corregir de inmediato. Los trabajadores de forma manual y empírica llenan las bolsas aproximadamente de 1 libra y proceden a sellarlas con poca supervisión dentro de esa área, y sin conocimientos sobre control de calidad, el producto final termina con bolsas de sal con mucha variación en sus pesos, con orificios en el empaque

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

y un mal sellado. Siendo finalmente estas bolsas no descartadas ni reprocesadas y seguidamente empacada en bolsas de arroba que contienen 25 unidades.

CAPITULO II

1. EVALUACIÓN ESTADÍSTICA PARA DATOS VARIABLES:

Mediante los resultados obtenidos de los datos que se recolectaron y con uso del software Minitab para la evaluación estadística, la gráfica \bar{x} -s presento dos subgrupos fuera de control, esto indica que el proceso es inestable debido a causas asignables como los materiales y mano de obra. Los datos recolectados indicaron que el peso de las bolsas de sales, no cumplen con su especificación mostrada en su presentación de 1lb. Según el análisis del histograma de frecuencia, el dato que más se repite esta contenido entre 0.7057 y 0.7480, estando estos datos por debajo de las especificaciones.

2. EVALUACIÓN ESTADÍSTICA PARA DATOS ATRIBUIBLES:

Al realizar el análisis estadístico para los datos de tipo atribuibles utilizando la gráfica de proporciones P con el software Minitab, se diagnostica que las proporciones de no conformidad en los subgrupos se generan debido al mal sellado y la presencia de orificios en las bolsas de sales, ocasionando inconformidades en el producto final. Además estas proporciones defectuosas generan evidentemente variaciones en el peso del producto, debido que se presenta mayor desperdicio de sal, permitiendo que el peso varíe fuera de las especificaciones del mismo.

Utilizando el histograma de frecuencia este presenta datos atípicos fuera del límite real superior, donde estos son barras en cualquier extremo que no parecen ser parte del resto de los datos, dado que los valores atípicos pueden influir en los resultados de cualquier análisis estadístico que se realice. Se debe intentar identificar la causa de su naturaleza poco común, donde se debe corregir cualquier entrada de dato o medición. Con el grafico circular se muestra la

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

tendencia de los datos, donde este refleja que el 42% están entre 5 y 12 de elementos defectuosos.

CAPITULO III

DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

Se realizó dos tipos de diagrama de causa y efecto, en el cual se representan los datos variables y los datos atribuibles, donde se reflejan las causas potenciales en seis ramas principales (6M): métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente.

Cada uno de estos elementos de la 6M aporta una variabilidad del producto final del proceso, por lo que es natural esperar que las causas de un problema estén relacionadas con algunas de estas.

DIAGRAMA DE PARETO

La incidencia de elementos defectuosos se da por un 63% de mal sellado, 33% de cantidad de orificios, 4% de suciedad y 0% distorsión, en el cual la mayor incidencia de fallas se presenta con el defecto mal sellado.

La suma de mal sellado y orificios superan el 80% de los elementos defectuosos que se presentan en el producto. Por lo tanto se debe considerar la mayor atención de estos factores y reducir lo más posible la incidencia de fallas del mismo.

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

Se utilizó el diagrama de dispersión para analizar la posible correlación entre el peso y los elementos defectuosos del producto, en primer lugar se tiene la relación (Peso vs Defecto orificios), en la cual posee mayor correlación lineal moderada con 0.51970, con una pendiente positiva 237.3, lo que indica que este es el defecto que influye moderadamente con el peso, seguido de suciedad, humedad, y mal sellado con 0.31389, 0.0271, -0.24308 de correlación respectivamente.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

CAPITULO IV

INDICE DE CAPACIDAD PARA DATOS DE TIPO VARIABLE

Al realizar los respectivos cálculos de los índices de capacidad de los pesos se determina que el proceso es inestable e incapaz de producir de acuerdo a las especificaciones, debido a lo siguiente:

- Índice de capacidad muestral de los pesos: La capacidad real y potencia del proceso es mala, ya que tanto el $\hat{C}_{pk}=0.1858$ y el $\hat{C}_p=0.1858$, respectivamente según Gutiérrez pulido (2009) son menores a 0.67, por tanto, se requiere de modificaciones serias para obtener resultados de calidad, además la categoría del proceso es de tipo 4 (No adecuado para el trabajo).
- Índice de capacidad poblacional de los pesos: La capacidad real del proceso es mala, ya que tanto el $C_{pk}=-0.3898$ es menor a 1.0 cuando sus valor deberían de ser mayor a 1.30. La capacidad potencial del proceso ($C_p=1.0343$), es parcialmente adecuado en $1 < C_p < 1.33$, por lo esta es la capacidad que se podría alcanzar si se eliminaran los desplazamientos y desvíos del proceso.

INDICE DE CAPACIDAD PARA DATOS DE TIPO ATRIBUIBLE

De acuerdo a los Defecto por unidad (DPU), Defecto por Oportunidad (DPO), y Defecto por Millón de Oportunidades (DPMO). Se determina que en promedio cada bolsa de sal tiene 0.0968 de elementos defectuosos, además con el $DPO=0.0039$ significa que de 93,000 bolsas de sal se fabricaran 360 con algún defecto. Entonces de un millón de bolsas de sales, se espera tener 3,900 con algún tipo de defecto.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

CAPITULO V

METODOLOGÍA 5 S

En esta técnica se presentaron las etapas de las 5s con su respectiva descripción y propuesta de ejecución para la empresa, con el propósito de llevar a cabo un plan de mejora de la calidad en su proceso y lograr resolver los posibles problemas que se presente. Es uno de los métodos sencillos e importantes para implementar, en el cual no se incurren costos.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

Se presentaron las fases del TPM, como propuesta de implementación en la empresa, en el cual es una alternativa que se requiere de cierta inversión tanto en entrenamiento y capacitación, mano de obra y modificaciones de equipos, con el plan de mejorar y optimizar la línea de producción de la empresa, logrando que esta obtenga un rendimiento económico creciente en un ambiente agradable como producto de la interacción del personal con los sistemas, equipos y herramientas. Todo esto se logra teniendo en cuenta el mejoramiento de las actividades del mantenimiento para lograr producir bienes y servicio de calidad.

CICLO PHVA

Se presentaron los 8 pasos de este ciclo para llevar a cabo la solución de un problema conformados por: Planear, Hacer, Verificar y Actuar, con el plan propuesto de mejora e identificar los diferentes elementos que intervienen de manera oportuna y eficaz en el proceso de la empresa para garantizar de forma exitosa el control formal y la calidad de sus productos.

Plan de mejora de la calidad en la línea de producción de la empresa La Perla, ubicada en Nagarote, Departamento de León

13. RECOMENDACIONES

Es importante anotar que la mayor parte de elementos defectuosos como mal sellado, orificios e impurezas (suciedad), se genera en el proceso productivo por esta razón se debe seguir monitoreando el proceso para controlar las variables internas que lo afectan, utilizando por supuesto las herramientas estadísticas efectuadas en este estudio.

Es aconsejable realizar un plan de acción de mejora continua para la reducción de producto defectuoso, tales como las propuestas presentadas en estudio que son: el Ciclo PHVA, Metodología 5 S y el TPM (Mantenimiento Productivo Total).

Se sugiere la empresa que se enfoque en crear una cultura de calidad y que no sólo esté considerada la calidad como un elemento de producción sino involucrar a todo el personal de la empresa en conseguir los niveles más altos de calidad y que logren que sus productos tengan mayor competitividad en el mercado.

Es importante que la empresa realice pequeñas inversiones en equipos o herramientas nuevas tales como por ejemplo selladores de bolsas, en cual permitan realizar las actividades de sellado de una forma más eficiente y en menor tiempo, para que de esta forma haya una reducción de desperdicio de sal.

Se aconseja proporcionar sillas o bancos a los trabajadores en el área de sellado y empaçado de la sal, para que se sientan cómodos y rindan mejor su trabajo, puesto que se ha observado que trabajan de pie por muchas horas, esto es importante ya que la calidad del producto también depende de ellos.

Se sugiere a la empresa que para lograr alcanzar las metas de calidad invierta también en capital humano, ya que este es parte fundamental del funcionamiento de la calidad que esta ofrece con sus productos.

14. BIBLIOGRAFÍA

- 📖 Frank M. Gryna, Richard C. H. Chua, Joseph A. De Feo. (2007). ANÁLISIS Y PLANEACIÓN DE LA CALIDAD. MÉTODO JURAN. (Quinta edición). México: McGraw-Hill/INTERAMERICANA.
- 📖 Humberto Gutiérrez Pulido. (2009). Control Estadístico de la Calidad (Segunda edición). México: McGraw-Hill/INTERAMERICANA.
- 📖 Humberto Gutiérrez Pulido. (2010). Calidad Total y Productividad, El Ciclo PHVA. Cuadro de resumen (Tercera edición). México: McGraw-Hill/INTERAMERICANA.
- 📖 Jay Heizer, Barry Render. (2009). Principios de administración de operaciones. (Séptima edición). México: PEARSON EDUCACIÓN.
- 📖 Montgomery Douglas C. (2004). Control Estadístico de la calidad. (Tercera edición). México: LIMUSA.
- 📖 Real Academia Española. (S.F.). Diccionario de la Lengua Española. (Vigésima Primera Edición). España: Epdf.
- 📖 Schroeder Roger G., Goldstein Susan Meyer, Rungtusanatham, M. Johnny (2011). Administración de operaciones. (Quinta edición). México: McGraw-Hill/INTERAMERICA.
- 📖 Camisón Cesar, Cruz Sonia, González Tomás (2007). Gestión de la calidad. (Primera edición). México, Madrid, Santa fe de Bogotá, Buenos Aires, Caracas, Lima, Montevideo, San juan, San José, Santiago, São Paulo, White Plains: PEARSON Prentice Hall.

APÉNDICE

- I. Sección de fotos e imágenes.....Pág. 2
- II. Breve explicacion del cambio de presentacion del producto...Pág. 3
- III. Cálculo de las especificaciones del peso por estimación.....Pág. 4
- IV. Explicación del método utilizado para medir la humedad de la sal.....Pág. 5
- V. Mini-Tutorial Minitab.....Pág. 6

I. Sesión de fotos e imágenes



1. Almacén de la sal bruta (Sal cristalina)



2. Vista del interior de la empresa



3. Molino Pequeño Industrial



4. Tractor



5. Área de Operación



6. Área de Producto Terminado



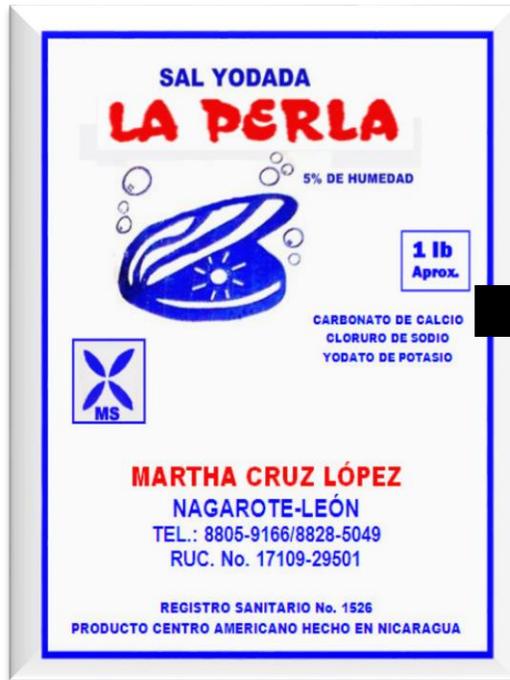
7. Área de sal molida



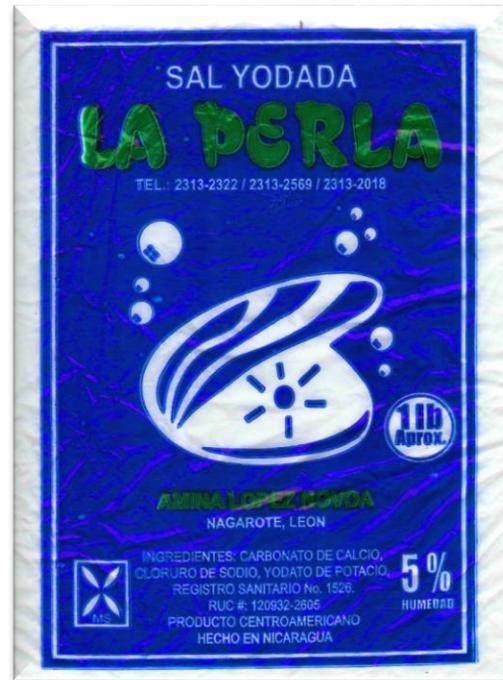
8. Logo del producto

II. Breve explicación del cambio de presentación del producto

En el transcurso de este estudio monográfico la empresa “La Perla”, cambio el tipo de presentación de su producto a como se muestra a continuación:



Presentación anterior



Nueva presentación

III. Cálculo de las especificaciones del peso por estimación

TAMAÑO DE MUESTRA, n	CARTA \bar{X} A_2	CARTA R			CARTA S c_4	ESTIMACION DE σ d_2
		d_3	D_3	D_4		
2	1.880	0.853	0.0000	3.2686	0.7979	1.128
3	1.023	0.888	0.0000	2.5735	0.8862	1.693
4	0.729	0.880	0.0000	2.2822	0.9213	
5	0.577	0.864	0.0000	2.1144	0.9400	2.534
6	0.483	0.848	0.0000	2.0039	0.9515	2.704
7	0.419	0.833	0.0758	1.9242	0.9594	2.847
8	0.373	0.820	0.1359	1.8641	0.9650	2.970
9	0.337	0.808	0.1838	1.8162	0.9691	3.078
10	0.308	0.797	0.2232	1.7768	0.9727	
11	0.285	0.787	0.2559	1.7441	0.9754	
12	0.266	0.778	0.2836	1.7164	0.9776	
13	0.249	0.770	0.3076	1.6924	0.9794	
14	0.235	0.763	0.3281	1.6719	0.9810	3.407
15	0.223	0.756	0.3468	1.6532	0.9823	3.472
16	0.212	0.750	0.3630	1.6370	0.9835	3.532
17	0.203	0.744	0.3779	1.6221	0.9845	3.588
18	0.194	0.739	0.3909	1.6091	0.9854	3.640
19	0.187	0.734	0.4031	1.5969	0.9862	3.689
20	0.180	0.729	0.4145	1.5855	0.9869	3.735
21	0.173	0.724	0.4251	1.5749	0.9876	3.778
22	0.167	0.720	0.4344	1.5656	0.9882	3.819
23	0.162	0.716	0.4432	1.5568	0.9887	3.858
24	0.157	0.712	0.4516	1.5484	0.9892	3.898
25	0.153	0.708	0.4597	1.5403	0.9896	3.931

Fuente: Gutiérrez Pulido (2009)

Datos

PESO ESTANDAR DE LA SAL 1 LIBRA

$$\mu = 1$$

$$d_2 = 2.847$$

Tamaño de la muestra = 8 bolsas de sales

$$\text{Rango} = \max - \min = 0.83 - 0.66 = 0.17$$

$$\sigma_{\text{estimado}} = \frac{\text{Rango}}{d_2} = \frac{0.17}{2.847} = 0.0597$$

Los límites estimados del peso son:

$$\mu \pm 3\sigma$$

$$1 \pm 3(0.0597)$$

$$LCI = 1 - 3(0.0597) = 0.8209$$

$$LCS = 1 + 3(0.0597) = 1.1791$$

Muestra	Peso
1	0.83
2	0.74
3	0.68
4	0.74
5	0.66
6	0.79
7	0.7
8	0.7

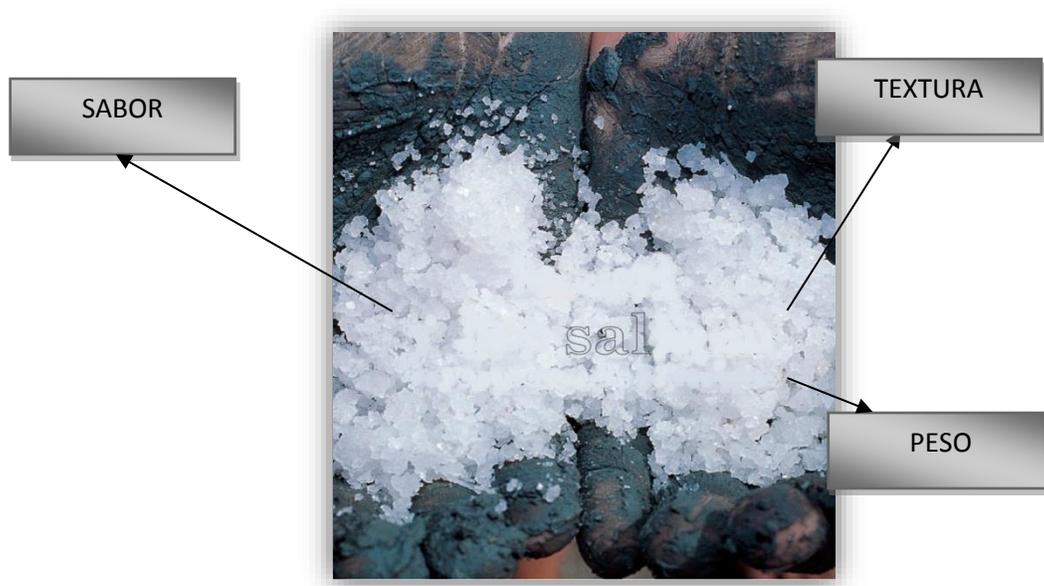
$$\max = 0.83$$

$$\min = 0.66$$

IV. Explicación del método utilizado para medir la humedad de la sal

Según la entrevista con la propietaria de la empresa, relata que en años anteriores utilizaban instrumentos de mediciones para la humedad, en el cual les permitía tener un valor establecido en porcentaje, es decir en que la sal gruesa (sal bruta) debía tener aproximadamente 5% de humedad como máximo para ser procesada.

Actualmente la empresa en referente a la medición de la humedad de la sal gruesa (sal bruta), utiliza métodos básicos, es decir se emplean técnicas primarias y sencillas para dicho producto. Los trabajadores tienen muchas experiencias en esta labor, y por tanto conocen por estimación el porcentaje que debe tener la sal bruta.

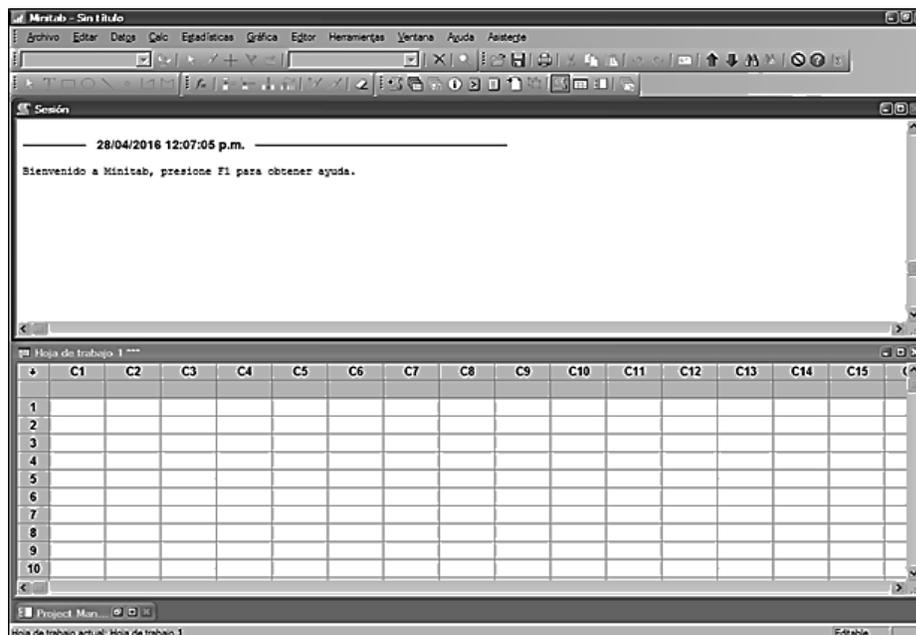


V. Mini-Tutorial Minitab

1. INTRODUCCIÓN

El paquete de software estadístico Minitab 17 es una de las mejores aplicaciones utilizada por empresas para realizar una evaluación estadística de manera más detallada y precisa en sus procesos de producción.

- ✓ En el caso de los pesos de las bolsas de sales de una libra, se puede conocer de una forma rápida, precisa y detallada, si el proceso es capaz de cumplir con las especificaciones estimadas que son: $1 \pm 0.1791 \text{ lb}$
- ✓ También en los elementos defectuosos de la sales, se puede conocer un análisis estadístico para las diferentes situaciones.



2. RESUMEN DE CAPACIDAD y ESTABILIDAD (PESOS)

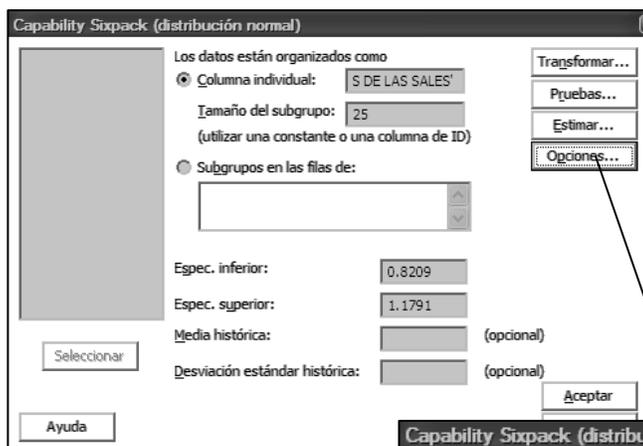
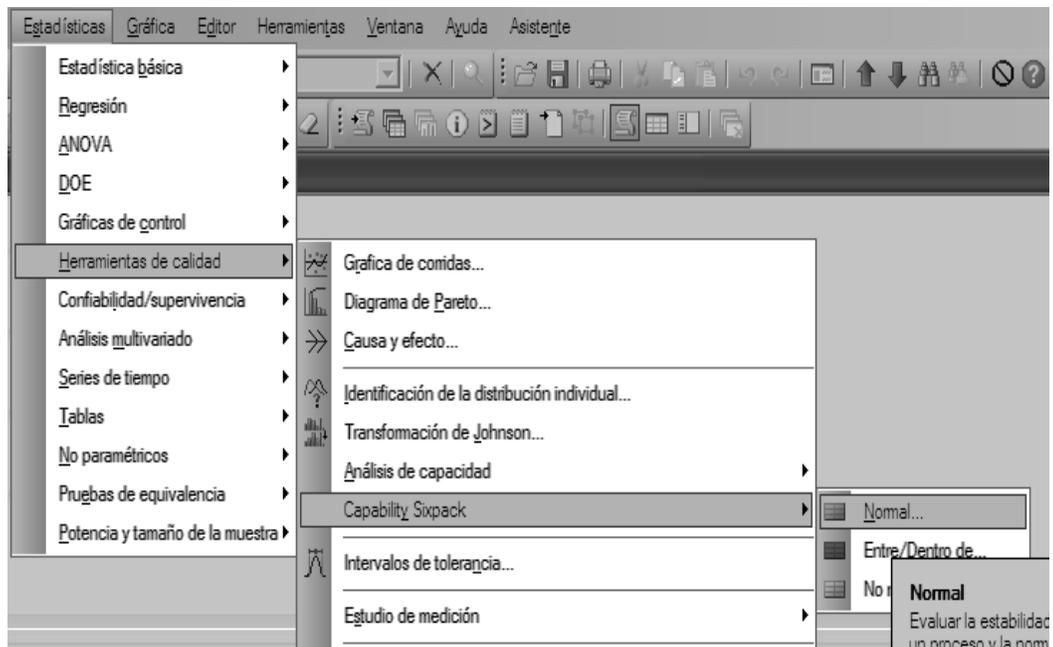
Introducir los datos de los pesos de las sales, con los pesos descartados en diferente columna (*tener en cuenta el orden de los subgrupos al introducirlos en las celdas del minitab*) a como se indica:

Hoja de trabajo 1 ***		
↓	C1	C2
	PESOS DE LAS SALES	PESOS DESCARTADO (4 y 9)
1	0.7820	0.7820
2	0.7275	0.7275
3	0.7785	0.7785
4	0.7150	0.7150
5	0.6825	0.6825
6	0.6770	0.6770
7	0.7235	0.7235
8	0.7785	0.7785
9	0.6445	0.6445
10	0.7805	0.7805
11	0.8135	0.8135
12	0.7345	0.7345
13	0.7330	0.7330
14	0.7720	0.7720
15	0.7260	0.7260
16	0.6850	0.6850
17	0.7270	0.7270
18	0.7515	0.7515
19	0.7425	0.7425
20	0.7220	0.7220
21	0.7440	0.7440
22	0.7155	0.7155
23	0.8490	0.8490
24	0.8090	0.8090
25	0.7500	0.7500

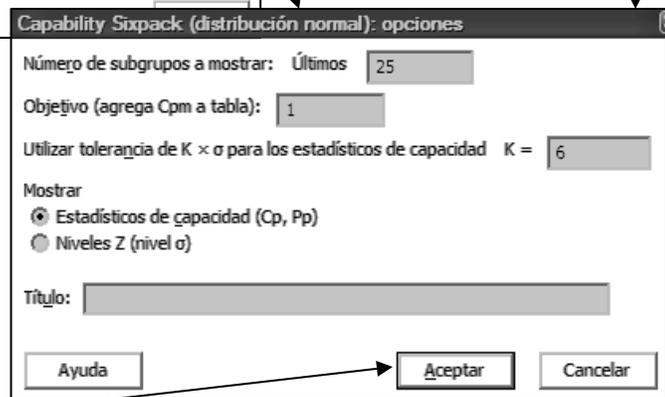
Primera muestra o subgrupo de 25

Y así sucesivamente

Después dirigirse al menú **Estadística** y seleccionar **Herramientas de calidad** y después **Capability Sixpack** con **Normal**:

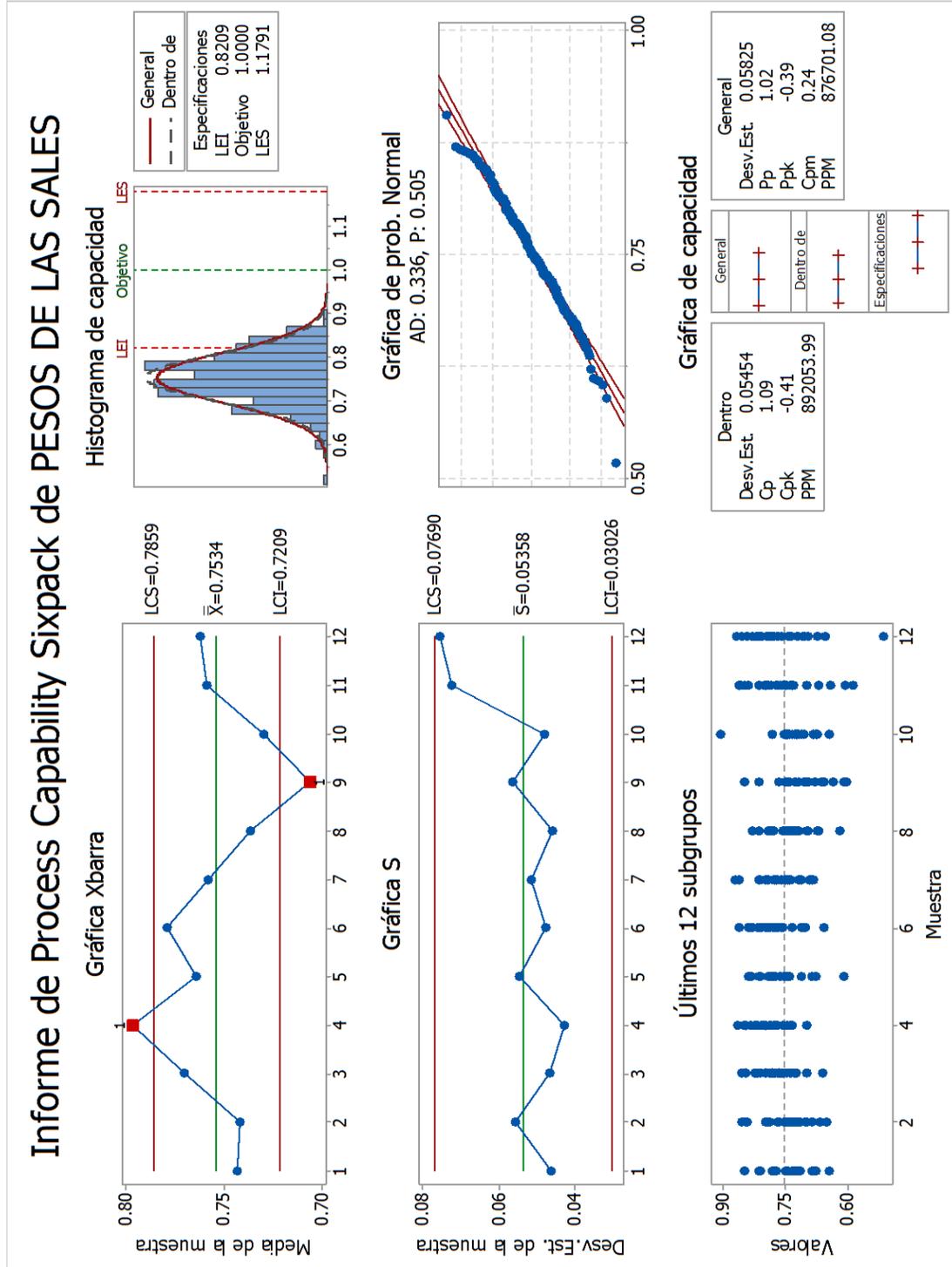


El procedimiento es:
introducir las
especificaciones y el
tamaño del subgrupo.



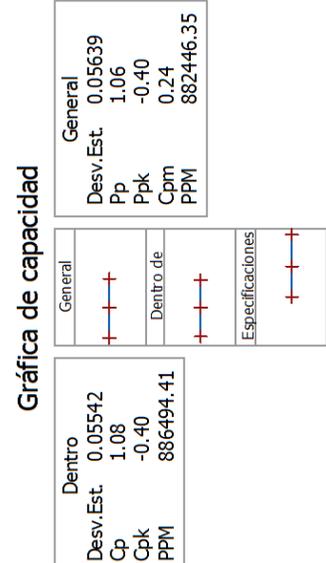
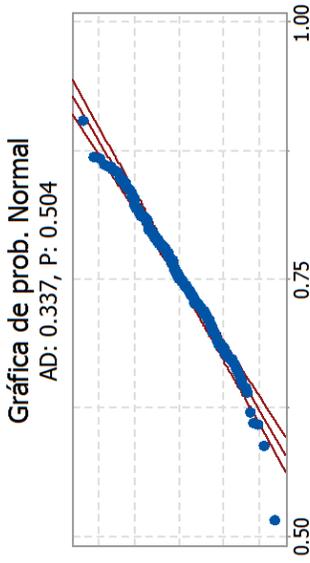
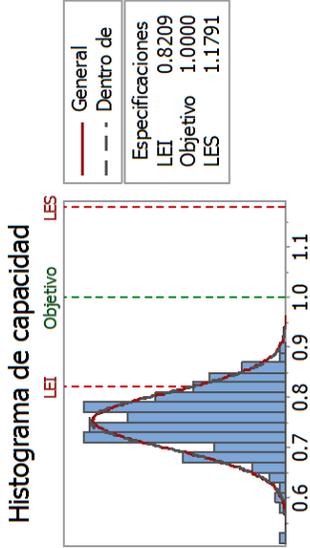
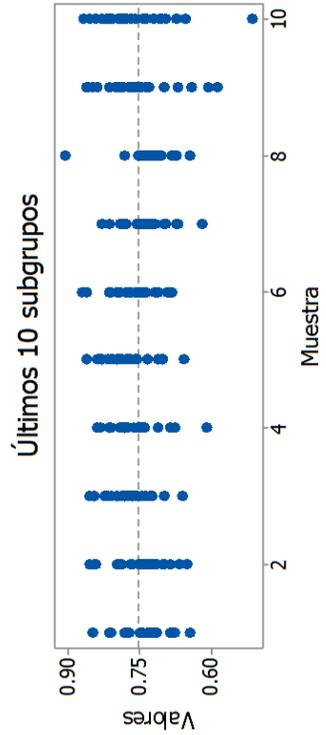
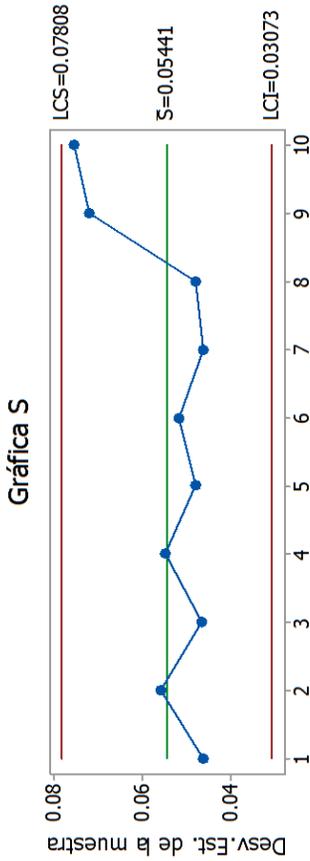
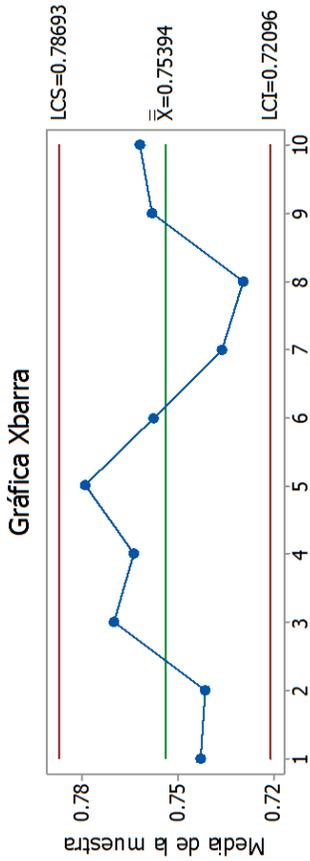
Clic en Aceptar

Capability Six-pack (Antes)



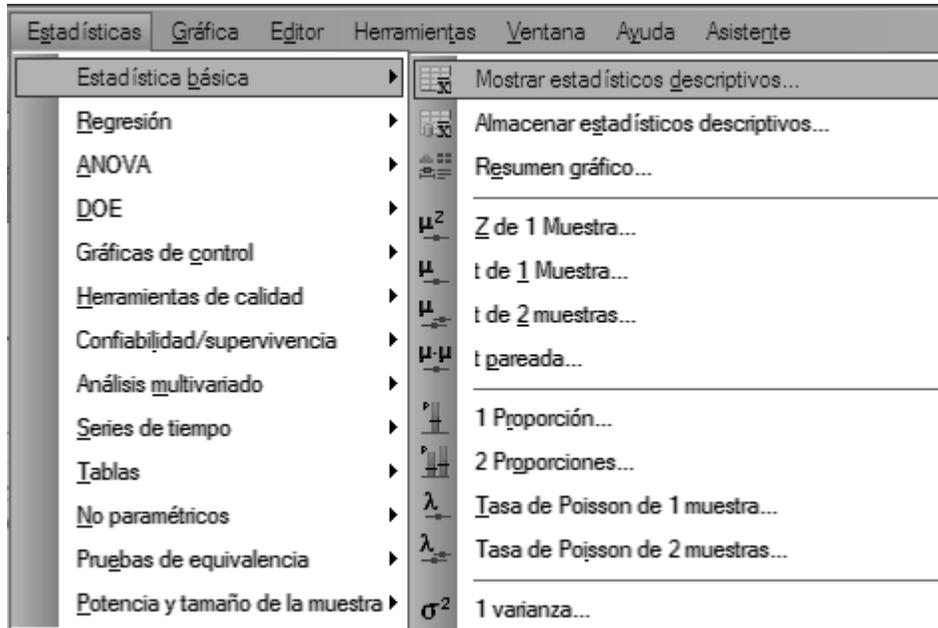
Capability Six-pack (Después)

Informe de Process Capability Sixpack de PESOS DESCARTADO (4 y 9)

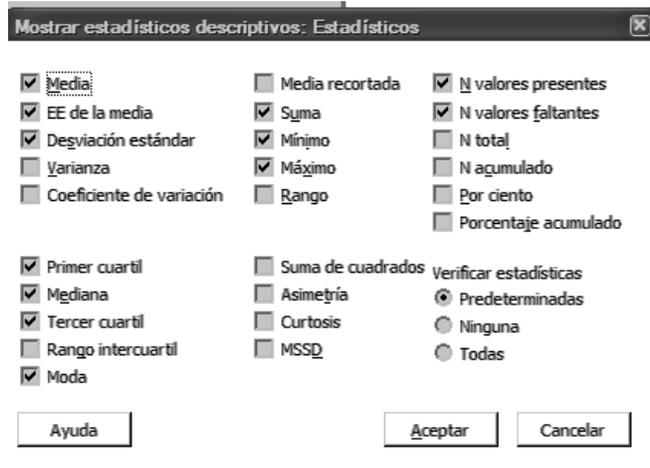


3. RESUMEN ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO (PESOS)

Dirigirse al menú **Estadística** y seleccionar **Estadística básica** y **Mostrar estadístico descriptivo**



Seleccionar la columna para el resumen estadístico.



Es opcional mostrar los elementos estadísticos de la tabla.

Estadístico descriptivo (Antes)

Estadísticos descriptivos: PESOS DE LAS SALES

Variable	N	N*	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Suma	Mínimo
Q1 PESOS DE LAS SALES 0.71900	300	0	0.75340	0.00336	0.05825	226.02150	0.51600

N para Variable moda	Mediana	Q3	Máximo	Rango	Modo
PESOS DE LAS SALES 0.727	0.75200	0.79250	0.90450	0.38850	0.719, 0.7235, 0.726, 0.727

Los datos contienen por lo menos cinco valores de moda. Sólo se muestran los cuatro más pequeños.

Estadístico descriptivo (Después)

Estadísticos descriptivos: PESOS DESCARTADO (4 y 9)

Variable	N	N*	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.
Suma PESOS DESCARTADO (4 y 9) 188.48550					
Mínimo 0.51600	250	0	0.75394	0.00357	0.05639

Variable	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Rango
PESOS DESCARTADO (4 y 9)	0.72087	0.75250	0.79150	0.90450	0.38850

Variable	Modo	N para moda
PESOS DESCARTADO (4 y 9)	0.7235, 0.726, 0.727, 0.744	3

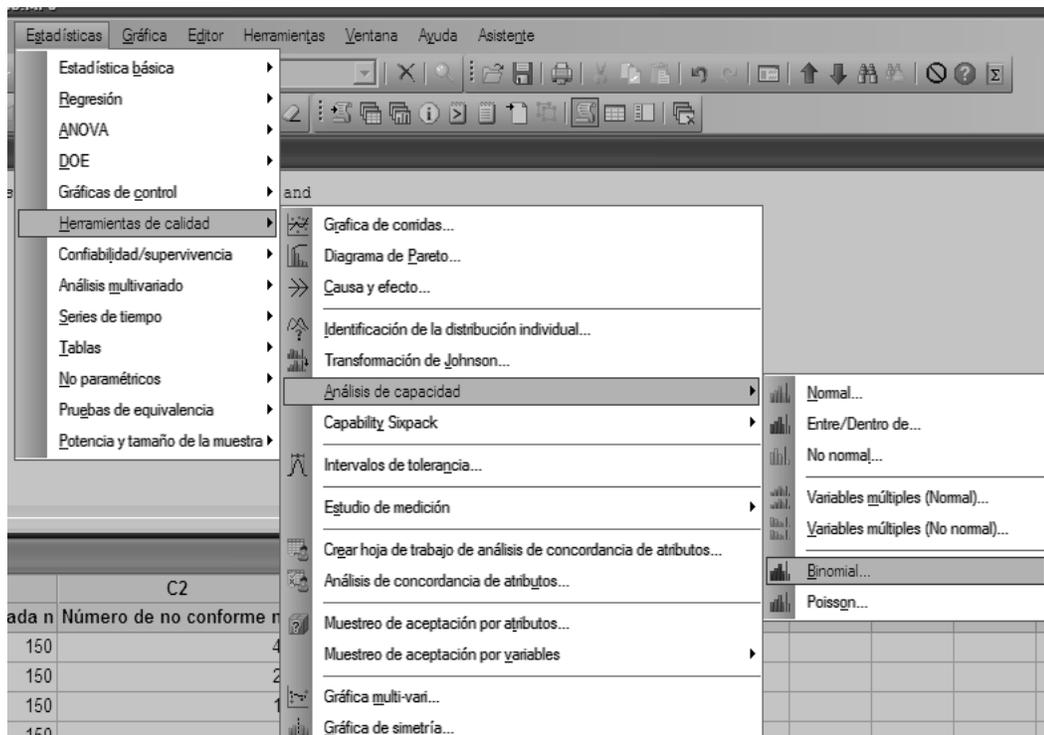
Los datos contienen por lo menos cinco valores de moda. Sólo se muestran los cuatro más pequeños.

4. RESUMEN DE CAPACIDAD y ESTABILIDAD (DEFECTOS)

Introducir los datos de los elementos defectuosos, con los tamaños inspeccionados en diferente como se indica:

Cantidad inspeccionada n	Número de no conforme np
150	41
150	28
150	10
150	4
150	17
150	14
150	7
150	8
150	9
150	11

Después dirigirse al menú **Estadística** y seleccionar **Análisis de capacidad** y después **Binomial**:



Luego introducir los datos en la siguiente ventana a como se indica:

Análisis de capacidad (distribución binomial)

Defectuosos: no conforme np'

Tamaño de la muestra

Tamaño de constante:

Utilizar tamaños en: inspeccionada n'

P histórico: (opcional)

Ingrese un %defectuoso objetivo para este proceso (opcional)

Objetivo: 0.1867

Pruebas...
Opciones...
Almacenamiento...

Seleccionar la columna de los elementos defectuosos

Opcional el porcentaje %defectuoso

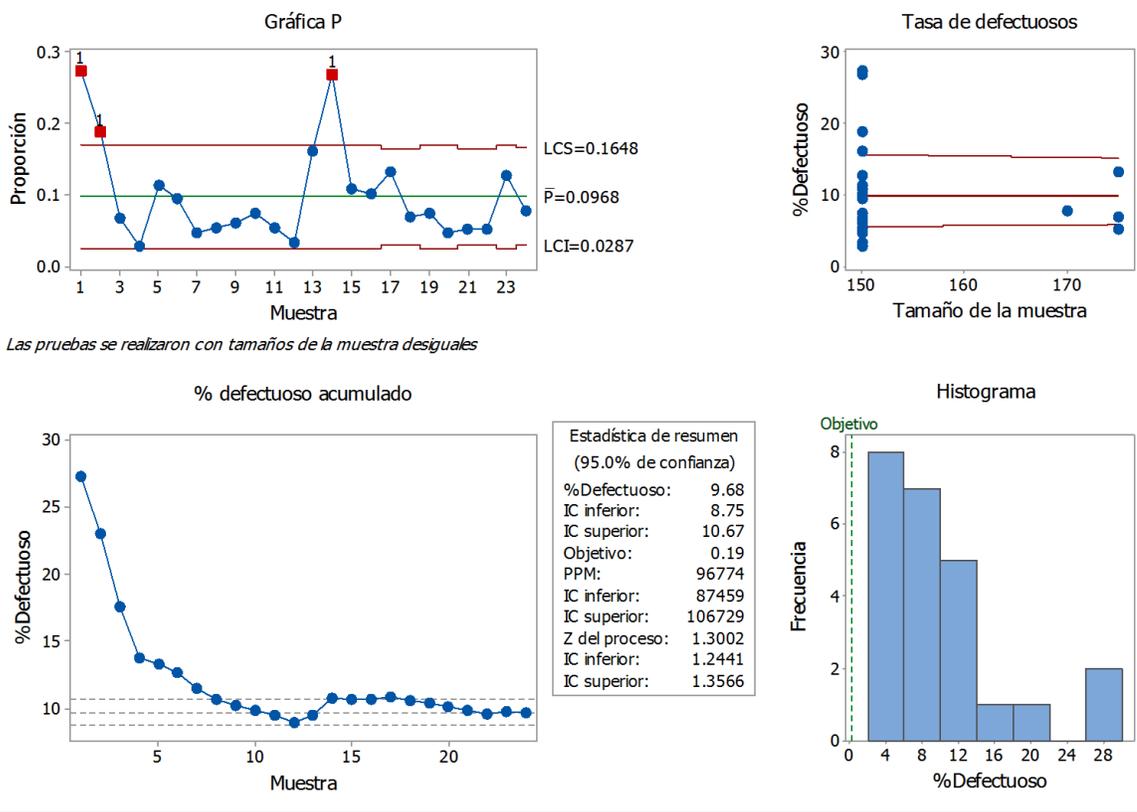
Aceptar
Cancelar

Selecciónar

Ayuda

Clic en Aceptar

Informe de capacidad del proceso binomial de Número de no conforme np



ANEXO

Anexo I: Sección de Tablas.....	Pág. 16
Anexo II: Glosario Técnico.....	Pág. 18
Anexo III: Salino metro (Concepto y Características).....	Pág. 21
Anexo IV: Normativas.....	Pág. 22
Anexo V: Software de cómputos utilizados.....	Pág. 31

Anexo I: Sección de Tablas

1. Valores del Cp y su interpretación

VALOR DEL INDICE Cp	CLASE O CATEGORÍA DEL PROCESO	DECISIÓN (SI EL PROCESO ESTÁ CENTRADO)
$Cp \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma.
$Cp > 1.33$	1	Adecuado.
$1 < Cp < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0.67 < Cp < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$Cp < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.

2. Los índices Cp, Cpi y Cps en términos de la cantidad de piezas malas; bajo normalidad y proceso centrado en el caso de doble especificación.

VALOR DEL ÍNDICE (CORTO PLAZO)	PROCESO CON DOBLE ESPECIFICACIÓN (ÍNDICE Cp)		CON REFERENCIA A UNA SOLA ESPECIFICACIÓN (Cpi, Cps, Cpk)	
	% FUERA DE LAS DOS ESPECIFICACIONES	PARTES POR MILLÓN FUERA (PPM)	% FUERA DE UNA ESPECIFICACIÓN	PARTES POR MILLÓN FUERA (PPM)
0.2	54.8506%	548 506.130	27.4253%	274 253.065
0.3	36.8120%	368 120.183	18.4060%	184 060.092
0.4	23.0139%	230 139.463	11.5070 %	115 069.732
0.5	13.3614%	133 614.458	6.6807%	66 807.229
0.6	7.18 61%	71 860.531	3.5930%	35 930.266
0.7	3.5729%	35 728.715	1.7864%	17 864.357
0.8	1.6395%	16 395.058	0.8198%	8 197.529
0.9	0.6934%	6 934.046	0.3467%	3 467.023
1.0	0.2700%	2 699.934	0.1350%	1 349.967
1.1	0.0967%	966.965	0.0483%	483.483
1.2	0.0318%	318.291	0.0159%	159.146
1.3	0.0096%	96.231	0.0048%	48.116
1.4	0.0027%	26.708	0.0013%	13.354
1.5	0.0007%	6.802	0.0003%	3.401
1.6	0.0002%	1.589	0.0001%	0.794
1.7	0.0000%	0.340	0.0000%	0.170
1.8	0.0000%	0.067	0.0000%	0.033
1.9	0.0000%	0.012	0.0000%	0.006
2.0	0.0000%	0.002	0.0000%	0.001

3. Factores para construir cartas de control para variables

Observaciones en la muestra, n	Carta de promedios						Carta para desviaciones estándar						Carta para rangos					
	Factores para los límites de control			Factores para la línea central			Factores para los límites de control			Factores para la línea central			Factores para los límites de control			Factores para la línea central		
	A	A_2	A_3	c_4	$1/c_4$	B_3	B_4	B_5	B_6	d_2	$1/d_2$	d_3	D_1	D_2	D_3	D_4		
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	1.2533	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.267		
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	1.1284	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.575		
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	1.0854	0	2.266	0	2.088	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.282		
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	1.0638	0	2.089	0	1.964	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.115		
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	1.0510	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004		
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	1.0423	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.3698	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924		
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	1.0363	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3512	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864		
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.3367	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816		
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777		
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.3152	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744		
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.3069	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717		
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	1.0210	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.2998	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693		
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.2935	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672		
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	1.0180	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.2880	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653		
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	1.0168	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.2831	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637		
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.2787	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622		
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.2747	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608		
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	1.0140	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.2711	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597		
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	1.0133	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.2677	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585		
21	0.655	0.173	0.663	0.9876	1.0126	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.2647	0.724	1.605	5.951	0.425	1.575		
22	0.640	0.167	0.647	0.9882	1.0119	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566		
23	0.626	0.162	0.633	0.9887	1.0114	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557		
24	0.612	0.157	0.619	0.9892	1.0109	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.451	1.548		
25	0.600	0.153	0.606	0.9896	1.0105	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.2544	0.708	1.806	6.056	0.459	1.541		

Para $n > 25$.

Para $n > 25$

$$\begin{array}{l} A = \frac{3}{\sqrt{n}} \quad A_3 = \frac{3}{c_4} \quad c_4 = \frac{4(n-1)}{4n-3} \\ B_3 = 1 - \frac{3}{c_4 \sqrt{2(n-1)}} \quad B_4 = 1 + \frac{3}{c_4 \sqrt{2(n-1)}} \\ B_5 = c_4 - \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}} \quad B_6 = c_4 + \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}} \end{array}$$

Anexo II: Glosario Técnico

1. Letra A

Álcali (Del ár. hisp. *alqalí, y este del ár. Clás. Qily, sosa). 1. m. Quím. Hidróxido metálico muy soluble en el agua, que se comporta como una base fuerte.

2. Letra B

Bóvido, da. (Del lat. bos, bovis, buey, y del gr., forma). 1. adj. Se dice de todo mamífero rumiante con cuernos óseos cubiertos por estuche córneo, no caedizos, y que existen tanto en el macho como en la hembra. Están desprovistos de incisivos en la mandíbula superior y tienen ocho en la inferior, como la cabra y el toro.

Buque (Del fr. buc, casco). 1. m. Mar. El que está en el puerto esperando cargamento. ~ de cabotaje. 1. m. Mar. El que se dedica a esta especie de navegación. ~ de cruz. 1. m. Mar.

3. Letra C

Centrífuga 1. f. V. centrífugo. Centrífugo, ga. (Del lat. cient. centrifugus). 1. adj. Fís. Que se aleja del centro o tiende a alejar de él. 2. f. Mec. Máquina que separa los distintos componentes de una mezcla por la acción de la fuerza centrífuga. V. azúcar centrífugo, gabomba centrífuga fuerza centrífuga.

Cisterna (Del lat. cisterna). 1. f. Depósito subterráneo donde se recoge y conserva el agua llovediza o la que se lleva de algún río o manantial. 2. f. Depósito de agua de un retrete o urinario. 3. f. U. en aposición tras un nombre

común que designa vehículo o nave, significa que estos están contruidos para transportar líquidos. Camión cisterna Barco cisterna V. barco cisterna.

Circunvecino, a. (De circun- y vecino). 1. adj. Dicho de un lugar o de un objeto: Que se halla próximo y alrededor de otro.

4. Letra E

Ectrolisis o electrólisis. (De electro- y -lisis o lisis). 1. f. Quím. Descomposición de una sustancia en disolución mediante la corriente eléctrica.

5. Letra O

Oligoelemento (De oligo- y elemento). 1. m. Biol. Elemento químico que en muy pequeñas cantidades es indispensable para las funciones fisiológicas; p. ej., el cinc y el aluminio.

Óvido (Del lat. ovis, oveja, e ido). 1. adj. Zool. Se dice de los mamíferos rumiantes de la familia de los Bóvidos, muchos de ellos cubiertos de abundante lana, con cuernos de sección triangular y retorcidos en espiral o encorvados hacia atrás; p. ej., los carneros y cabras. U. t. c. s. m.

6. Letra P

Prado (Del lat. pratum). 1. m. Tierra muy húmeda o de regadío, en la cual se deja crecer o se siembra la hierba para pasto de los ganados. 2. m. Sitio ameno que sirve de paseo en algunas poblaciones. ~ de guadaña. 1. m. El que se siega anualmente. a ~. 1. loc. adv. Pastando el animal en el campo. V. grama de prados reina de los prados.

7. Letra R

Retícula 1. f. Conjunto de hilos o líneas que se ponen en un instrumento óptico para precisar la visual. 2. f. Red de puntos que, en cierta clase de foto grabado, reproduce las sombras y los claros de la imagen mediante la mayor o menor densidad de dichos puntos. 3. f. Topogr. Placa de cristal dividida en pequeños cuadrados, generalmente de un milímetro de lado, que se usa para determinar el área de una figura.

8. Letra S

Salinidad 1. f. Cualidad de salino. 2. f. En oceanografía, cantidad proporcional de sales que contiene el agua del mar.

Sal gruesa (Sal bruta). Es el producto formado por cristales relativamente voluminosos y que debe tener como máximo 5% de agua.

Salmuera (Del lat. sal muria). 1. f. Agua cargada de sal. 2. f. Agua que sueltan las cosas saladas. 3. f. Líquido que se prepara con sal y otros condimentos, y se utiliza para conservar carnes, pescados, etc.

Salobre 1. Adj. Que tiene sabor de alguna sal. V. agua salobre.

9. Letra T

Tolva (Del lat. tubula, tubo). 1. f. Caja en forma de tronco de pirámide o de cono invertido y abierta por abajo, dentro de la cual se echan granos u otros cuerpos para que caigan poco a poco entre las piezas del mecanismo destinado a triturarlos, molerlos, limpiarlos, clasificarlos o para facilitar su descarga.

10. Letra V

Veta (Del lat. vitta). 1. f. vena (|| faja o lista de una materia que por su calidad, color, etc., se distingue de la masa en que se halla interpuesta). Veta de tocino magro, de tierra caliza. 2. f. Filón metálico. 3. f. vena (|| lista de ciertas piedras y maderas). 4. f. Cuerda o hilo. 5. f. coloq. Aptitud de alguien para una ciencia o arte. 6. f.

Anexo III: Salino metro (Concepto y Características)



Salinometro pesa sal centesimal sin termometro 0-100°Be Division 1°Be

Instrumento de precisión para verificar el contenido de sal disuelta en un líquido.¹

Mide la densidad de líquidos al flotar en mayor o menor altura en un líquido, indicando su relación entre volumen y contenido de sal según °Be (Grados Beaume).

Según el principio de Arquímedes la flotación del Densímetro sumergido en el líquido a controlar en una probeta de tamaño acorde al Densímetro, resultara que la superficie del líquido indicara en la escala el valor de densidad o concentración, tomando la lectura en la parte inferior del menisco.

Características:

Material en contacto con el liquido	Vidrio borosilicato
Escala	°Be (escala Baume)
Rango de medicion minimo	0°Be
Rango de medicion maximo	100°Be
Division o graduacion de la escala, entre lineas	1°Be
Temperatura del liquido a controlar	+15°C
Color de los numeros	Negro con fondo de contraste blanco
Diametro maximo externo	18 milimetros
Diametro minimo externo	7 milimetros
Altura total (o largo))	270 milimetros
Material de lastre	Bolitas de plomo
Presentacion	En estuche de carton
Peso del alcohometro	27 gramos

¹www.scheitler.com.ar/Productos/Salinometros/03-029.aspx

Anexo IV: Normativas

1. Normas Jurídicas de Nicaragua sobre higiene industrial en los lugares de trabajo

Normas Jurídicas de Nicaragua
Materia: Laboral
Rango: Resoluciones

RESOLUCIÓN MINISTERIAL SOBRE HIGIENE INDUSTRIAL EN LOS LUGARES DE TRABAJO

Aprobada el 28 de Julio del 2000

Publicada en La Gaceta No. 173 del 12 de Septiembre del 2001

El Ministerio del Trabajo, quien preside el Consejo Nacional de Higiene y Seguridad del Trabajo, en uso de sus facultades que le confiere la Ley No. 290, Ley de Organización, Competencia y Procedimiento del Poder Ejecutivo, La Gaceta, Diario Oficial No. 102 del 03 de Junio de 1998 y el Decreto 71-98 Reglamento a la Ley 290, Ley de Organización, Competencia y Procedimiento del Poder Ejecutivo, La Gaceta, Diario Oficial, No. 205 y 206 del 30 y 31 de Octubre de 1998, al tenor de lo dispuesto en el Artículo 100 del Código del Trabajo y de la Resolución Ministerial de Higiene y Seguridad del Trabajo (publicado en La Gaceta, Diario Oficial No. 165 del 1 de Septiembre de 1993) ha tenido a bien disponer: La Resolución Ministerial de Higiene y Seguridad del Trabajo sobre Higiene Industrial en los Lugares de Trabajo.

CONSIDERANDO

PRIMERO

Que el artículo 82, inciso 4, de la Constitución reconoce el derecho de los trabajadores a unas condiciones de trabajo que «garanticen la integridad física, la salud, la higiene y la disminución de los riesgos profesionales para hacer efectiva la seguridad ocupacional de los trabajadores «.

SEGUNDO

Que en la Resolución Ministerial de Higiene y Seguridad del Trabajo se establecen las medidas mínimas que en materia de higiene y seguridad del trabajo deben desarrollarse para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el desempeño de sus tareas.

TERCERO

Que en artículo 3ero. de la citada Resolución se establece que el Ministerio del Trabajo, a través de las correspondientes disposiciones “determinará los requisitos mínimos que deben reunir las empresas en materia de prevención de riesgos laborales de acuerdo con las normas e instructivos que publique, relativos, entre otras cosas, a los ámbitos que se mencionan en el Anexo 1”.

CUARTO

Que conforme al artículo 4to. de la citada Resolución corresponde consultar al Consejo Nacional de Higiene y Seguridad del Trabajo, las disposiciones que desarrollen los ámbitos

CAPÍTULO VII

MEDIDAS HIGIENICAS

Artículo 7.- Si la evaluación muestra que existe riesgo por exposición a agentes nocivos, el empleador deberá tomar las medidas siguientes:

- a.- Prohibir que los trabajadores fumen, coman o beban en las zonas de trabajo con riesgo de contaminación.
- b.- Suministrar a los trabajadores la ropa y los Equipos de Protección Personal necesarios y disponer de un lugar determinado para almacenarlos. De conformidad a lo dispuesto en la Resolución de Higiene y Seguridad de los Equipos de Protección Personal.
- c.- Dar instrucciones y verificar que se compruebe el buen funcionamiento de los Equipos de Protección Personal, con anterioridad reparando y/o sustituyendo los equipos defectuosos antes de un nuevo uso.
- d.- Disponer que los trabajadores se quiten las ropas de trabajo, las prendas protectoras y los Equipos de Protección Personal que puedan estar contaminados al salir de la zona de trabajo, y sean debidamente limpiados, y en su caso descontaminados y guardados en lugares destinados para ellos.
- e.- Poner a disposición de los trabajadores servicios sanitarios y cuartos de aseo en óptimas condiciones que incluyan productos para la limpieza y asepsia personal (aseo personal).
- f.- Los trabajadores expuestos a contaminantes químicos y biológicos deberán lavarse las manos, cara y boca antes de tomar alimentos, bebidas o fumar.
- g.- Los Equipos de Protección Personal deberán utilizarse de forma obligatoria y permanente, siempre y cuando exista la exposición a riesgos en los puestos de trabajo.

Limpieza

Artículo 68.- La limpieza de todo el local en que empleen productos irritantes o tóxicos, se ajustará a las siguientes normas mínimas:

- a.- Será diaria y completa, alcanzando tanto a su superficies y estructuras, como a sus bancos, mesas y' equipos de trabajo.
- b.- Se realizará preferentemente, fuera de las horas del trabajo habitual.
- c.- Se efectuará por sistema de aspiración, en su defecto, en húmedo.

Cuando se manipulen sustancias infecciosas, se extremarán las operaciones de limpieza, efectuándose después de las mismas una desinfección general.

Radiaciones Ultravioletas

Artículo 48.- Todos los trabajadores sometidos a radiaciones ultravioletas en cantidad nociva serán especialmente instruidos, en forma repetida, verbal y escrita, de los riesgos a los que están expuestos.

Artículo 49.- En los trabajos que conlleven riesgos de emisión radiaciones ultravioletas en cantidad nociva, se tomarán las precauciones necesarias para evitar la presencia de personas ajenas a la operación en las proximidades de esta.

Artículo 50.- Siempre deberá limitarse al mínimo la superficie corporal libre sobre la que incidan estas radiaciones.

Artículo 51.- Como complemento a la protección colectiva se dotará a los trabajadores expuestos a radiaciones ultravioletas, de gafas o pantallas de protección dotados de oculares filtrantes que proporcionen una eficacia de protección adecuada para la operación que se realice o a la intensidad de corriente o de soldadura que se emplee. Igualmente se utilizarán guantes o manguitos apropiados y cremas aislantes para las partes que queden al descubierto.

Artículo 52.- Las operaciones de soldadura por arco eléctrico se efectuarán; siempre que sea posible en puestos fijos de trabajo que deberán contar con sistemas de ventilación localizado, en recintos o cabinas individuales y si ello no es posible se colocarán pantallas protectoras móviles o cortinas incombustibles alrededor de cada lugar de trabajo. Los recintos en donde se realicen los trabajos de soldadura deberán tener paredes interiores que no reflejen las radiaciones.

Condiciones de Almacenamiento

Artículo 66.-

1.- Las sustancias explosivas, oxidantes, inflamables, tóxicas, corrosivas o radiactivas, deberán almacenarse en locales o recintos aislados, adoptando las debidas precauciones.

2.- Los lugares de almacenamiento deben estar bien ventilados y deberán estar ubicados fuera de el edificio o instalaciones con el objetos minimizar los daños en caso de accidentes (por explosión o derrames de sustancias).

3.- Deberán etiquetarse por medios de símbolos o frases de avisos adecuados, conforme a las indicaciones que se describen en la Resolución Ministerial sobre: "Señalización".

4.- A todo el personal encargado del almacenamiento y manipulación se les deberá garantizar el equipo de protección adecuado de acuerdo al producto que manipule y conforme a las indicaciones que se describen en la Resolución Ministerial sobre : « Los Equipos de Protección Personal ».

5.- Igualmente, los trabajadores deberán recibir una instrucción adecuada sobre las precauciones de seguridad que debe de tomar al almacenar o manipular sustancias peligrosas.

6.- Las sustancias explosivas, oxidantes, inflamables, tóxicas, corrosivas se deben almacenar debidamente identificadas, clasificadas y rotuladas, agrupados de acuerdo con su denominación o clase de productos y con una separación adecuada entre una y otra.

Condiciones de los Locales

Artículo 67.- Los locales que almacenen o procesen sustancias tóxicas o infecciosas reunirán

las siguientes condiciones:

- 1.- Las paredes, techos y pisos serán lisos e impermeables y estarán desprovistos de juntas o soluciones de continuidad.
- 2.- Los suelos serán acondicionados con pendientes y canales de recogida, que impidan la acumulación de líquidos vertidos y permitan su fácil limpieza.
- 3.- No contendrán en su interior ningún objeto que no sea imprescindible para la realización del trabajo y los existentes serán en lo posible de fácil limpieza.
- 4.- Estarán contruidos y aislados de tal forma que las sustancias nocivas no penetren en los restantes locales de trabajo.

Higiene Personal

Artículo 70.- Será obligatorio para los trabajadores expuestos a estos riesgos el lavado de manos, cara y boca antes de tomar alimentos, bebidas, fumar o salir de los locales de trabajo; para ello dispondrán dentro de la jornada laboral, de diez minutos para su limpieza personal antes de la comida y otros diez minutos antes de abandonar el trabajo.

Artículo 71.- Los trabajadores expuestos a sustancias, tóxicas o químicos al finalizar su jornada deberá cambiarse su ropa de trabajo y bañarse o ducharse.

Nota: Esta sección abordó solamente 11 artículos para dicho estudio monográfico.

Normas jurídica completa en página web:

legislación.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf

2. Normas Jurídicas de Nicaragua. Reglamento de la ley sobre yodización de la sal

Normas Jurídicas de Nicaragua

Materia: Salud

Rango: Reglamentos

REGLAMENTO DE LA LEY SOBRE YODIZACIÓN DE LA SAL

Reglamento de 13 de Septiembre de 1977

Publicado en La Gaceta No. 212 de 20 de Septiembre de 1977

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA,

En uso de las facultades que le confiere el Arto. 6 de la Ley sobre yodización de la sal,
publicado en "La Gaceta",
Diario Oficial, No. 43, del 20 de Febrero de 1969.

Decreta:

El siguiente Reglamento sobre Yodización de la Sal:

Normas Generales.

Arto. 1.- Se entiende por sal común, el producto comercial constituido principalmente por el compuesto químico cloruro de sodio.

La sal común puede ser para consumo humano, animal o uso industrial. Toda la sal común que se destine al consumo, tanto humano como animal, deberá estar yodizada de conformidad con lo dispuesto en el presente Reglamento.

Arto. 2.- Toda persona natural o jurídica que se dedique a la producción y procesamiento de la sal común, para operar deberá obtener autorización del Ministerio de Salud Pública, previa certificación de registro del Ministerio de Economía, Industria y Comercio, a más tardar el 15 de Noviembre del año en que se solicite.

Arto. 3.- El registro y la autorización serán válidos por tres años, y podrá revocarse por disposición del Ministerio de Salud Pública, cuando se compruebe que el beneficiado, no ha cumplido con las disposiciones de la Ley sobre la Yodización de la Sal y su Reglamento y haya sido sancionado con multas en tres ocasiones anteriores por lo menos.

Arto. 4.- Todo industrial que produzca sal común, estará obligado a adquirir, instalar y hacer funcionar eficientemente su propia planta de yodización, para la sal que elabore, o podrá hacer la yodización a través de cooperativas que para tal fin se constituyan. El Estado procurará, a través de sus instituciones de crédito, dar asistencia técnica y financiera a los pequeños salineros, para la yodización de la sal común.

Arto. 5.- El Ministerio de Salud Pública, con la asesoría del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), fijará las proporciones de la mezcla de sales de yodato de potasio y carbonato de calcio, que debe emplearse para la yodización de la sal y hará los análisis, para

determinar si la sal común, ha sido yodada de acuerdo con el Arto. 1º de la Ley sobre la Yodización de la Sal.

Arto. 6.- Los establecimientos que se ocupen de la elaboración de la sal enriquecida con yodo para consumo humano o animal, o su empleo en industrias alimenticias, deberán cumplir con las normas generales de higiene, que el Ministerio de Salud Pública ha establecido para establecimientos semejantes, particularmente en las secciones de manipulación y almacenamiento.

De los Centros de Yodización

Arto. 7.- No podrá elaborarse, ni empaquetarse o fraccionar la sal enriquecida con yodo para consumo humano o animal, sino en los locales técnicamente aprobados por el Ministerio de Salud Pública.

Arto. 8.- Las personas interesadas en la fabricación o fraccionamiento de la sal enriquecida con yodo, deberán presentar conjuntamente con su solicitud de funcionamiento, el plano del establecimiento y una descripción detallada de los procesos de elaboración, señalando el origen de la materia prima utilizada.

Arto. 9.- La limpieza de las máquinas, aparatos y demás útiles de elaboración, así como los medios de envases, de almacenamiento y de transporte, deberá practicarse diariamente.

Arto. 10.- Las personas, naturales o jurídicas, que figuren como propietarios de las fábricas o establecimientos comerciales que elaboren o fraccionen la sal enriquecida con yodo, son responsables de todo producto que sea entregado a la venta con defectos de elaboración o deficiencias en el envase, para los efectos de aplicación del Arto. 20 del presente Reglamento.

De los Envases y Rotulaciones

Arto. 11.- Los envases y envoltorios destinados al transporte y expendio, deberán ser nuevos y de primer uso, libres de contaminación y de sustancias nocivas, ajustarse al Decreto 222, MEIC del 23 de Septiembre de 1976, publicado en "La Gaceta", Diario Oficial, No. 224, del 2 de Octubre del mismo año, referente a norma sobre etiquetas para productos alimenticios de uso humano y/o animales; deberán contener además la designación SAL YODADA y un símbolo que permita reconocer la condición de sal enriquecida a quienes no sepan leer. Dicho símbolo será determinado por CIPAN.

Arto. 12.- La sal que se distribuya en los lugares de expendio popular, deberá ser empacada en bolsas de polietileno, debidamente selladas y rotuladas de conformidad con el Arto. Precedente.

También podrá empacarse sal en saco de tela, pero éstos llevarán en su interior y para su protección, una bolsa de polietileno, de igual capacidad que el saco.

Normas y Técnicas.

Arto. 13.- El proceso para yodizar la sal común, consistirá en la adición de una mezcla de yodato de potasio y carbonato de calcio en proporción 1:9, a la sal común, en cantidad tal, que el producto final contenga la proporción máxima de una (1) parte de yodo por 20,000 de sal y una proporción mínima de una (1) parte de yodo por 30,000 de sal.

Arto. 14.- A los productores de sal, se les permitirá vender este artículo sin yodización a las plantas productoras de sal enriquecida, así como también, a las plantas industriales. Igualmente y bajo receta médica, se permitirá la venta de sal no yodada para consumo humano.

Arto. 15.- En el primero caso, se permitirá la venta, transporte y almacenamiento de sal a granel, desde la planta productora o puerto de entrada, hasta la planta usuario industrial, previo dictamen justificativo de las necesidades del usuario que deberá obtenerse en el Ministerio de Economía, Industria y Comercio. Si a juicio del usuario industrial, éste deseara comprar, transportar y almacenar la sal en sacos u otro tipo de envases, éstos deberán llevar la leyenda "SAL NO YODADA PARA USO INDUSTRIAL".

Arto. 16.- El Ministerio de Salud Pública, por medio de sus inspectores sanitarios o delegados, inspeccionará las plantas para constatar la correcta yodización de la sal común, tomando muestras, tanto en los lugares de yodización, como en los lugares de expendio, para los análisis que realizarán en sus laboratorios.

Arto. 17.- En caso de establecerse, mediante el análisis de un número suficiente de muestras tomadas de acuerdo con las técnicas establecidas, que una partida de sal en venta no se halla yodizada, o en su caso lo estuviere deficientemente, se procederá al incautamiento de la cantidad total, levantándose acta firmada por el Inspector respectivo y por el propietario encargado responsable del negocio distribuyéndose copias al establecimiento afectado y al Ministerio de Salud Pública.

Arto. 18.- Cualquier envase de sal enriquecida con yodo ofrecida en venta al público que no reúna las condiciones establecidas en el Artículo 11 del presente Reglamento, será considerado como de producción clandestina y sujetos a decomiso por parte de las autoridades competentes.

Arto. 19.- El Ministerio de Salud Pública, será la autoridad competente para resolver en definitiva cualquier caso no previsto en este Reglamento, o cualquier duda que surja en la aplicación del Decreto Legislativo No. 1542 del 20 de Febrero de 1969, o del presente Reglamento. Así como para dictar y aplicar las normas técnicas que estime convenientes al país.

Arto. 20.- Las infracciones o las disposiciones del presente Reglamento serán sancionadas de acuerdo con el Artículo 5 de la Ley sobre Yodización de la Sal.

Arto. 21.- La presente Reglamento comenzará a regir desde el día de su publicación en "La Gaceta", Diario Oficial.

Comuníquese: Casa Presidencial, Managua, D.N., 13 de Septiembre de 1977.- **A. SOMOZA D.**,
Presidente de la República.- **Adán Cajina**, Ministro de Salud Pública.

Asamblea Nacional de la República de Nicaragua.
Complejo Legislativo Carlos Núñez Téllez.
Avenida Peatonal General Augusto C. Sandino
Edificio Benjamin Zeledón, 7mo. Piso.
Teléfono Directo: 22768460. Ext.: 281.

**3. Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INEN 49:2012. Sal común.
Determinación de la humedad**



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 49:2012

SAL COMÚN. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD.

Primera edición

SALT. DETERMINATION OF MOISTURE

First edition

DESCRIPTORES: .
PE 05.01-301
CDU: 661.42:542.062
CIU:
ICS:

5.2 Determinación

Controlar la temperatura del horno (3.3) a 110 ± 2 °C. En el horno colocar la botella de pesado que contiene la porción de prueba (5.1), su tapa colocarla oblicuamente, y un vidrio de reloj, cuyo diámetro sea ligeramente mayor que el de la botella de pesado. Después de secar la sal, tapar con el vidrio reloj y colocar todo en el desecador (3.4). Después de enfriar, cierre la botella de pesado con su tapa y volver a pesar con aproximación a 0,1 mg. Repita el procedimiento anterior varias veces hasta que la masa permanezca constante, es decir, hasta dos pesadas consecutivas llevadas a cabo en un intervalo de aproximadamente 1 h y en las que no difiera en más de 0,2 mg.

6. CÁLCULOS

6.1 La pérdida de masa a 110 °C, expresada como porcentaje en masa, está dada por la fórmula:

$$(m_1 - m_2) \times \frac{100}{m}$$

En donde:

m= es la masa, en gramos, de la porción de ensayo;

m₁= es la masa, en gramos, de la botella de pesado que contiene la muestra, con tapa, antes del secado;

m₂= es la masa, en gramos, de la botella de pesado que contiene la porción de ensayo, con la tapa, después del secado.

7. INFORME DE RESULTADOS

7.1 En el informe de resultados debe indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

7.2 Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

Anexo V: Software de cómputos utilizados

SOFTWARE	DESCRIPCION	FUNCIONES
 <p style="text-align: center;">Minitab 17</p>	<p>Minitab 17 ofrece herramientas precisas y fáciles de usar para aplicaciones estadísticas generales y muy especialmente para control de calidad. Líder tradicional en la docencia de la estadística está hoy presente en las más prestigiosas empresas. En un entorno cambiante, en permanente evolución, las organizaciones necesitan evaluar todos los aspectos implicados en sus procesos. A este efecto, las herramientas estadísticas nos permiten acceder a un mejor conocimiento de la información contenida en los datos mediante metodologías y procesos de recogida, análisis e interpretación. En los últimos años, la evolución del software estadístico ha significado un importante ahorro en tiempo, en precisión y en calidad de representación gráfica. Con 25 años de andadura internacional, el software estadístico Minitab es una herramienta compacta, versátil y de fácil manejo. Usado en más de 2.000 instituciones universitarias y mencionadas en más de 300 publicaciones de estadística.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estadística básica y avanzada • Regresión y ANOVA • SPC • DOE - Diseño de experimentos • Gage R&R • Minitab Análisis de fiabilidad • Tamaño de muestra y capacidad • Series temporales y predicción • Potente importación, exportación y manipulación de datos • Lenguaje de macros.
 <p style="text-align: center;">Phoxo</p>	<p>Phoxo es una nueva y poderosa aplicación de código abierto para la edición y el retoque de nuestras imágenes digitales. Este programa, que se presenta como un mini Photoshop, cuenta con una variedad de funciones entre las que se incluyen el soporte para el trabajo con capas, más de 50 efectos especiales, procesamiento por lotes, etc. Ofrece también las herramientas básicas de programas de su tipo: ajustes de color, el recorte de imágenes, corrección de ojos rojos y una cantidad importante de filtros para la mejora de las imágenes obtenidas con nuestra cámara digital.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Editar fotos; • Herramientas de dibujo; • Herramientas de retoque; • Ajustar el color, brillo y contraste; • Aplicar diferentes efectos especiales; • Interfaz simple e intuitiva; • Actualización manual; • Soporte para instalación / desinstalación, etc.



Adobe
Photoshop
CS3

Adobe Photoshop CS3 es un editor de gráficos rasterizados desarrollado por Adobe Systems Incorporated. Usado principalmente para el retoque de fotografías y gráficos, su nombre en español significa literalmente "taller de fotos". Es líder mundial del mercado de las aplicaciones de edición de imágenes y domina este sector de tal manera que su nombre es ampliamente empleado como sinónimo para la edición de imágenes en general.

En sus versiones iniciales trabajaba en un espacio (bitmap) formado por una sola capa, donde se podían aplicar toda una serie de efectos, textos, marcas y tratamientos. En cierto modo tenía mucho parecido con las tradicionales [ampliadoras](#). En la actualidad lo hace con múltiples capas. Photoshop se ha convertido, casi desde sus comienzos, en el estándar *de facto* en [retoque fotográfico](#), pero también se usa extensivamente en multitud de disciplinas del campo del diseño y fotografía, como [diseño web](#), composición de imágenes en mapa de bits, [estilismo digital](#), [fotocomposición](#), edición y grafismos de [video](#) y básicamente en cualquier actividad que requiera el tratamiento de imágenes digitales. Photoshop ha dejado de ser una herramienta únicamente usada por diseñadores, para convertirse en una herramienta usada profusamente por fotógrafos profesionales de todo el mundo, que lo usan para realizar el proceso de retoque y edición digital, no teniendo que pasar ya por un [laboratorio](#) más que para la impresión del material.

<p>Microsoft Visio 2010</p> 	<p>Microsoft Visio 2010 es un programa útil y visual con el que puedes crear tus propios diagramas de flujo o diagramas de Gantt con los que ilustrar estudios y presentaciones o usarlos para gestionar el tiempo que dedicas a un proyecto y compartir las fases al resto del equipo. Este programa dispone de una versión de prueba que podrás descargar para ver cómo funciona. Para crear gráficos necesitarás una entrada de datos y éstos los puedes obtener fácilmente conectando este programa a Microsoft Excel o SharePoint, de donde obtendrás los datos necesarios para crear los diagramas o gráficos.</p>	<p>Simplifica y comunica información compleja con diagramas vinculados a los datos que puedes crear en tan solo unos clics. Visio simplifica la creación de diagramas, ayuda a trabajar visualmente, ya sea capturando rápidamente un diagrama de flujo que surgió a raíz de una lluvia de ideas en una pizarra, asignando una red de TI, creando un organigrama, documentando un proceso empresarial o dibujando un plano de planta.</p>
<p>Microsoft Excel 2010</p> 	<p>Microsoft Excel 2010 es una aplicación que permite realizar hojas de cálculo, que se encuentra integrada en el conjunto ofimático de programas Microsoft Office. Esto quiere decir que si ya conoces otro programa de Office, como Word, Access, Outlook, PowerPoint, te resultará familiar utilizar Excel, puesto que muchos iconos y comandos funcionan de forma similar en todos los programas de Office. Una hoja de cálculo sirve para trabajar con números de forma sencilla e intuitiva. Para ello se utiliza una cuadrícula donde en cada celda de la cuadrícula se pueden introducir números, letras y gráficos.</p>	<p>Microsoft Excel es la herramienta fundamental para las empresas. Tiene múltiples funciones en generales. Algunas de ellas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Datos financieros • Estadísticos • Base de datos • Matemáticas • Lógicas • Ingeniería • Entre otros

Más información en:

- ❖ <https://www.addlink.es/productos/minitab-statistical-software-detail#descripcion>
- ❖ <http://phoxo.es.softfree.eu/>
- ❖ <http://www.taringa.net/posts/info/11891701/Un-poco-sobre-el-adobe-photoshop-cs3.html>
- ❖ <https://www.microsoft.office.com/Microsoft-office-2010/excel-2010/>
- ❖ <https://www.microsoft.office.com/Microsoft-visio-2010/visio-2010/>