



UNIVERSIDAD  
**SAN IGNACIO  
DE LOYOLA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Carrera de Ingeniería Industrial y Comercial**

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN  
METODO DE MUESTREO DE ACEPTACIÓN  
PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL PROCESO  
DE INSPECCIÓN VISUAL DE CONSERVAS DE  
PESCADO**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial  
y Comercial**

**VASQUEZ LA TORRE, GENESIS ARACELLI**

**Asesor:**

**Ing. Juan Manuel Cevallos**

**Lima – Perú**

**2016**

## DEDICATORIA

La presente Tesis está dedicada a mis queridos padres Javier Vásquez y Zetty La Torre, quienes, con su incondicional amor y constante esfuerzo, lograron que pudiera tener una carrera profesional y trazarme un futuro, me persuadieron a seguir mis objetivos y soñar en grande, me brindaron su apoyo en cada decisión y, sobre todo, me motivaron a seguir ante las adversidades.

Dedico este trabajo también a mi hermano mayor Arturo Vásquez la Torre, quien es mi mayor ejemplo como profesional y como persona y que, gracias a sus constantes consejos y ejemplos, es quien me ayuda a tener metas claras.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis queridos padres por todo el apoyo brindado durante todo este proceso, quienes no permitieron que me rinda.

Agradezco a mi hermano por sus consejos y críticas constructivas durante el proceso de elaboración del presente trabajo.

Agradezco a mi asesor de Tesina, Ing. Juan Manuel Cevallos, por brindarme horas de su tiempo y por darme los lineamientos necesarios para poder mejorar el presente trabajo y no ser conformista.

# INDICE

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	3
<b>CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACION</b> .....	4
<b>1.1 Descripción del Problema</b> .....	4
<b>1.2 Formulación del problema</b> .....	8
<b>1.3 Justificación del Problema</b> .....	9
1.3.1 Justificación Técnica .....	9
1.3.2 Justificación Económica .....	18
1.3.3 Justificación Ambiental .....	23
<b>1.4 Delimitación del problema</b> .....	25
1.4.1 Delimitación geográfica .....	25
1.4.2 Delimitación sectorial .....	25
1.4.3 Delimitación por procesos .....	26
<b>CAPITULO II: MARCO TEORICO</b> .....	27
<b>2.1 Marco Histórico</b> .....	27
<b>2.2 Marco Metodológico</b> .....	31
2.2.1 Método de investigación.....	31
2.2.2 Nivel de Investigación .....	33
2.2.3 Objetivos de la Investigación .....	33
2.2.4 Hipótesis de la Investigación .....	34
2.2.5 Variables y relación entre variables.....	34
2.2.6 Matriz de Consistencia.....	35
2.2.7 Exclusiones.....	37
<b>2.3 Componentes del Marco Teórico</b> .....	38
2.3.1 Control Estadístico de La Calidad.....	38
2.3.2 Norma Técnica Peruana NPT 700.002 2012 – Lineamientos y Procedimientos de muestreo del Pescado y Productos Pesqueros para inspección.....	43
2.3.3 Norma Técnica Peruana NTP-ISO 2859-1 2013 Procedimiento de Muestreo para Inspección por Atributos.....	45
<b>2.4 Teorías que Sustentan la Investigación</b> .....	47
2.4.1 Teoría Sobre Muestreo.....	47
2.4.2 Publicaciones/Investigaciones sobre Muestreo.....	59
<b>2.5 Semántica, Términos y Definiciones</b> .....	65
<b>CAPITULO III: ESTADO DEL ARTE</b> .....	67

3.1	Revisión de la Literatura sobre el tema de investigación .....	67
3.2	Críticas y Deficiencias a la literatura existente.....	76
3.3	Árbol de investigaciones relacionadas con el tema .....	79
<b>CAPITULO IV: APORTE O PROPUESTA DE SOLUCION.....</b>		<b>81</b>
4.1	Fundamentos del Aporte.....	81
4.2	Propuesta de Solución.....	84
4.3	Características de la Propuesta Planteada .....	88
4.4	Ventajas y Limitaciones de la propuesta planteada .....	91
4.4.1	Ventajas .....	91
4.4.2	Limitaciones.....	91
<b>CAPITULO V: RESULTADOS.....</b>		<b>92</b>
5.1	Criterios de las Pruebas de Sustento .....	92
5.2	Resultados de la demostración.....	94
5.3	Análisis de Resultados .....	129
<b>CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>131</b>
6.1	Conclusiones.....	131
6.2	Recomendaciones.....	136
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>		<b>137</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>140</b>

## RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación es producto de la identificación de un proceso específico, el cual se pudiera mejorar y permitiese reducir costos sustanciales a la empresa en investigación, la cual ya se encontraba frente a un escenario de reducción de sus ingresos.

El problema identificado son los costos y tiempo incurridos al realizar un proceso de inspección visual de todo un lote de producción de conservas de pescado al final del proceso productivo. Si bien, el proceso de inspección visual actual es correctamente realizado, su continuidad resulta ineficiente al comparar la cantidad mínima de conservas de pescado encontradas y catalogadas como no conformes por cada inspección visual, frente a los costos de personal y el tiempo invertidos para realizar este proceso.

Se identificó también, fatiga de los operarios al realizar este proceso, ya que debían de revisar gran cantidad de conservas en 1 turno y luego de ello, tenían tiempos muertos que generaba pérdidas sustanciales a la empresa, la cual ya cuenta con pérdidas anuales exorbitantes.

Se identificó que este proceso de inspección visual de conservas de pescado no está documentado en ningún procedimiento del Manual de Calidad de la empresa en investigación, siendo este, un proceso necesario para pasar al siguiente paso, que son los análisis Físico-Organolépticos.

El presente trabajo atacó los puntos antes mencionados, planteando un nuevo proceso de inspección visual de conservas, aplicando un método de muestreo de aceptación, que permitió obtener el mismo nivel de calidad que realizar una inspección al 100% y que permitió tener una reducción significativa en los costos de inspección y laborales, mejorando así la eficiencia del proceso de inspección visual.

# CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

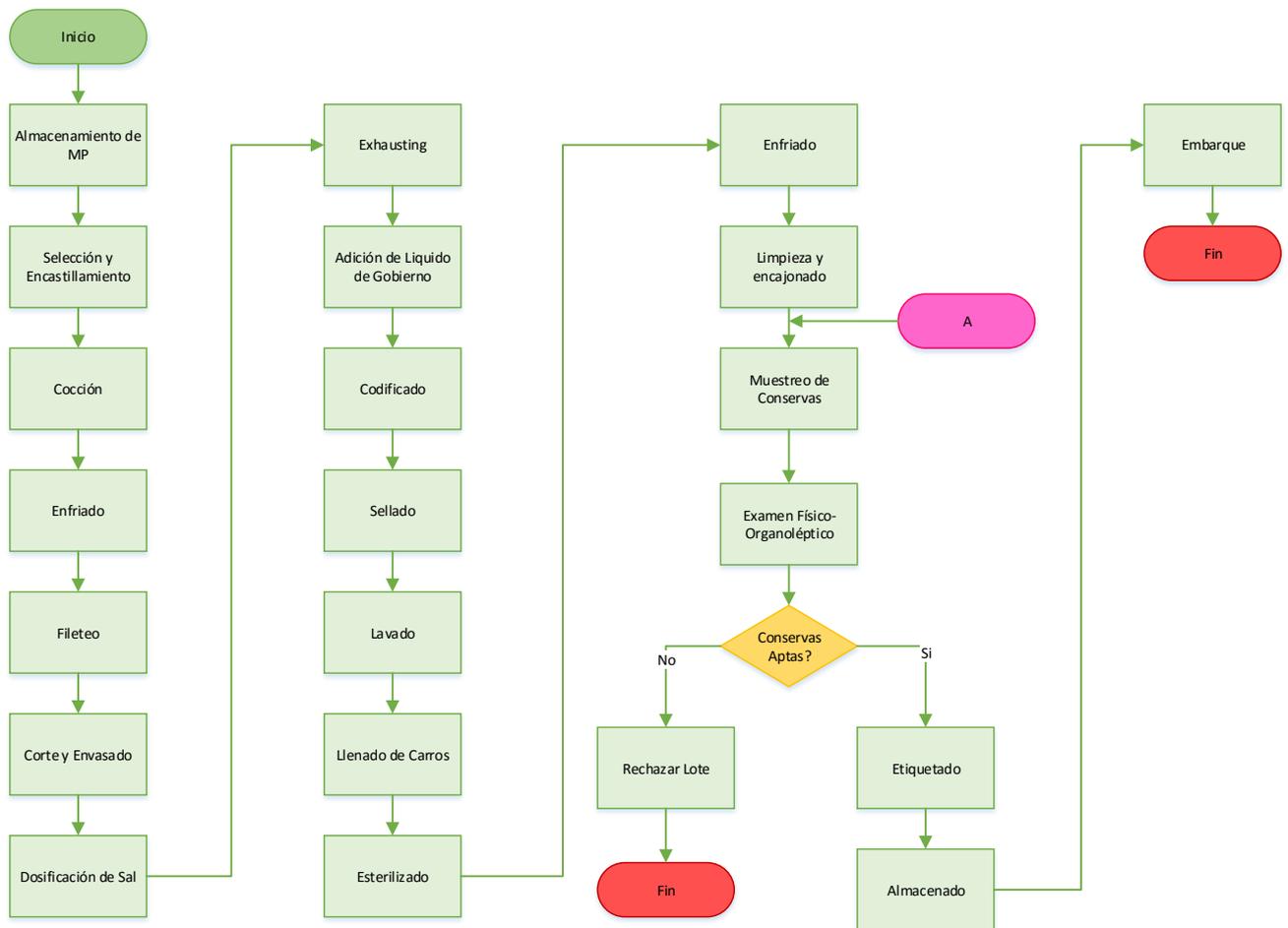
## 1.1 Descripción del Problema

El presente trabajo nació, al presenciar una caída constante en los ingresos de la empresa en investigación. Según la Memoria Anual – 2015, el negocio de consumo humano directo (CHD) de la empresa en investigación generó una pérdida neta de S/. 22 millones, mientras que, en el 2014, se evidenció una pérdida de S/. 27 millones. Esta situación se dio debido a que el sector se encontraba golpeado por el fenómeno del niño, el cual tuvo mayor presencia en el 2014 y aún se mantiene en la actualidad. La mayor consecuencia de este fenómeno es que no se puedan cubrir las cuotas de pesca fijadas por el Ministerio de la Producción, lo que afecta la producción y venta de conservas de pescado en el sector.

A pesar de la reducción de los ingresos en el negocio, se evidenció que los gastos administrativos se mantenían constantes, originando desbalances en los estados financieros (Memoria Anual 2015). Dentro de la composición de los gastos administrativos de la empresa en investigación, el que genera mayor egreso, son los ligados a los gastos de personal.

En base a los puntos antes mencionados, se procedió a validar los procesos dentro del negocio CHD para buscar alguna alternativa de mejora, donde se pudiese reducir los gastos y así, amortiguar las pérdidas. Blackmore – 2015, indica que, para reducir los gastos, es sumamente importante analizar los procesos de distintas áreas y estar predispuesto a perfeccionar, ya que siempre hay alternativas para mejorar. Asimismo, indica que, para reducir gastos no hay un procedimiento estándar, por el contrario, cada caso es diferente y cada proceso debe de tratarse como una oportunidad de mejora.

Bajo la premisa anterior, se evidencio que había un proceso el cual no estaba documentado en el Manual de Calidad, específicamente en la parte del Consumo Humano Directo, pero que, sin embargo, era crucial para pasar a los análisis Fisco-Organolépticos (Control de Calidad del contenido de la Conserva):



Flujo 1. Flujograma Del Proceso De Conservas Tipo Filete S/P, S/E Especies De Sardina - Jurel- Caballa - Bonito (1/2 Lb, 1 Lb. Tall)

Fuente: Manual de Calidad – 2013

Elaboración Propia

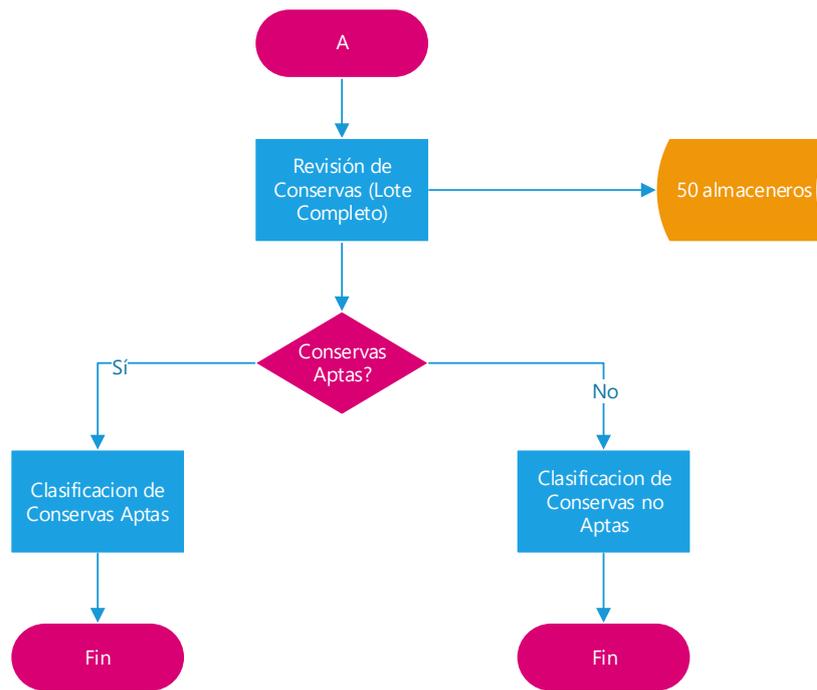
El flujograma anterior muestra los pasos a seguir dentro del negocio de CHD para la fabricación de conservas de pescado. Sin embargo, no se visualiza en él un proceso importante a considerar: El proceso de inspección visual de conservas de pescado.

En el Manual de Calidad - 2013, se observa que se realiza un proceso de muestreo para obtener conservas y realizar los análisis físico-organolépticos, los cuales están descritos y estructurados en cada una de las etapas dentro del manual para ser aplicado en los turnos de producción; sin embargo, en ninguna página del mismo,

se habla de los lineamientos para realizar la inspección visual de todo el lote de producción, el cual se realiza después de la limpieza y antes del encajonado.

La inspección de productos elaborados o semielaborados es una parte importante del Control de Calidad. Con frecuencia, no sólo se inspeccionan materias primas y productos elaborados o semi-elaborados sino que se suele inspeccionar las unidades producidas en diferentes etapas de la cadena productiva. (Sistemas de Inspección para el Control de Calidad – 2013)

Comparando la cantidad de operarios que se requiere para realizar este proceso contra el proceso total de producción, el 40% de los operarios realizan este proceso de inspección visual y, del total de ellos, solo el 60% realiza otras actividades de almacenaje al término de este proceso, mientras que el 40% restante, tiene tiempos muertos.



Flujo 2: Proceso de Inspección Visual de Conservas de Pescado – Actual

Fuente: Empresa en Investigación

Elaboración Propia

La presente investigación analizará un proceso de inspección ineficiente identificado en el negocio de CHD de la empresa en investigación. El proceso en cuestión es la inspección visual al 100% del producto terminado (Conservas de Pescado) al final del proceso productivo, el cual se realiza para determinar qué conservas deben ser aceptadas o rechazadas, en base a su aspecto físico.

El problema en cuestión son los costos y tiempos invertidos para realizar este proceso de inspección, el cual termina siendo un proceso de inspección previa sobre la calidad visual de la lata, mientras que la inspección de la calidad del alimento, es analizada en un paso posterior por el área de Aseguramiento de la Calidad. La cantidad de conservas encontradas y catalogadas como no aptas cada vez que se realiza una inspección visual al 100%, son mínimas (0.31% del total de la producción). Asimismo, el histórico indica que se obtiene similar proporción de defectuosos por lote inspeccionado, esto, debido al control en la calidad de los insumos que se utilizan, detallado en el M-PC-001 Manual de Gestión de la Producción - 2014 y, porque este proceso de producción se encuentra controlado en cada una de sus fases para asegurar la calidad final del producto, detallado en el también en el M-CC-02 Manual de Gestión de Aseguramiento de la Calidad – 2012, por lo que seguir realizando un proceso de inspección visual al 100% obteniendo en cada lote, una proporción de defectuosos mínima y similar, termina siendo, en función del costo de inspección, ineficiente.

Según el Procedimiento para el Muestreo y Remuestreo de Conservas - 2012, indica que se debe escoger una muestra de 11 conservas (pudiéndose ampliar la muestra) más 3 conservas adicionales como contramuestra para realizar la inspección de aceptabilidad del producto terminado (Químico). Sin embargo, en este procedimiento, no se menciona los lineamientos de la inspección visual inicial del 100% de los productos terminados, ni los criterios para determinar si una conserva debe ser clasificada como no apta luego del análisis visual al final del proceso productivo. Asimismo, según el Procedimiento para el Control de Calidad de la Conserva de Pescado - 2012, del Sistema Gerencial de Calidad de la empresa investigada, una vez obtenido el producto final (Conservas), estas deben pasar a los análisis Químicos y Físico-Organolépticos respectivos para determinar su aceptabilidad. Sin embargo, en este procedimiento tampoco se menciona la inspección visual del 100% del lote de producción (proceso en cuestión) que se está realizando ni sus lineamientos y, por ende, se están incurriendo en ineficiencias al no tener un procedimiento específico documentado y al no haber realizado un

análisis específico para determinar si ese proceso es el mejor en base a costos y tiempo.

En primera instancia, se precisa que una inspección al 100% garantiza “cero defectos”, pero esto no es así en la mayoría de los casos, debido a que la forma en que se realiza la inspección puede influenciar en resultados, es decir, si es realizada en forma automática o por seres humanos. Kaoru Ishikawa – 1985, indica que es necesario repetir entre siete u ocho veces la inspección al 100% para que el proceso sea efectivo cuando es realizado por seres humanos, debido a que hay variables como cansancio, criterios diferentes, como experiencia, entre otros que pueden influenciar en los resultados. En caso de realizarse un control automatizado, este también puede tener errores, pero en menor porcentaje frente al realizado por seres humanos, ya que hay menor manipuleo de los productos. La fatiga de los inspectores, originada por operaciones repetitivas puede ser determinante (de manera negativa) para una buena inspección al 100%. Esto mismo es afirmado por Juran - 1993, quien indica que se suele pensar que la inspección al 100%, a pesar de ser costosa, es una estrategia que garantiza la calidad en forma definitiva, sin embargo, lo que origina el proceso es caer en la monotonía, en mayores errores de inspección y en ocasiones, se puede dañar el producto por el manipuleo. Esto da como consecuencia que, de la inspección al 100%, se tenga como política que las unidades sean re-inspeccionadas, es decir realizar una doble inspección.

## **1.2 Formulación del problema**

Planteado el impacto fundamental que produce tener un proceso de inspección ineficiente y que origina costos adicionales y fatiga de los empleados dentro de la planta de producción de conservas de pescado de la empresa en investigación, se llegó a la siguiente interrogante:

***¿De qué manera se puede mejorar el método de inspección visual del producto terminado al final de la línea de producción de conservas de pescado, con el fin de mejorar su eficiencia?***

## 1.3 Justificación del Problema

### 1.3.1 Justificación Técnica

El problema identificado en la empresa en investigación, es la ineficiencia en uno de los procesos iniciales de inspección del producto terminado (Conservas de Pescado) al final del proceso productivo. El proceso en cuestión es la inspección visual al 100% del producto terminado del cual se concluye que las latas de la producción total deben ser catalogadas como aptas o no aptas antes de pasar al análisis físico-organoléptico.

El problema en cuestión es que se está realizando una inspección visual total preliminar del aspecto físico de la conserva (producto terminado), encontrándose poca cantidad de latas catalogadas como no aptas, cantidad que es proporcionalmente similar en cada lote producido (Ver Anexo I). Debido a lo indicado anteriormente, resulta ineficiente realizar una inspección visual al 100%, cuando el histórico te indica que cada lote de producción tiene aproximadamente un 0.31% de conservas no aptas del total producido.

Según las clasificaciones del Manual de Calidad - 2013, se especifica que las conservas aptas para el consumo humano, son las consideradas hasta Grado 1. A partir de las conservas rotuladas como Grado 2 hasta Grado 4, se consideran como No Conformes, desechándose las mismas, sin oportunidad de ser usadas para su comercialización.

En lo que respecta a las conservas que físicamente no se ven bien, estas son consideradas como No Conformes si el aspecto exterior del envase presenta defectos. Estas conservas son clasificadas como conservas de 2° Grado Calidad "A" o 2° Grado Calidad "B".

Según el Procedimiento para el Control de No Conformidades en el Producto Terminado - 2009, la No Conformidad del producto terminado se detecta durante el proceso de recepción, empaque y almacenamiento. El mismo manual considera como productos No Conformes a las conservas que presentan las siguientes características:

- Conservas: Productos Terminados
  - Envases abollados
  - Envases sucios
  - Cierre con punto de oxidación
  - Envases con espigadura
  - Mala presentación en el proceso de etiquetado
  - Mal almacenamiento de las conservas

El Grado o Calidad se define por el aspecto exterior del envase, siendo las conservas de 2° Grado, aquellas que tienen ligeros golpes en el envase, pero no comprometen la inocuidad del producto. En una producción normal no debe superar el 1.5%. También se tiene las de 3° Grado que son conservas drenadas, latas hinchadas o con defectos de mal cierre, caídas, traslape inadecuado, etc. Todas estas son no aptas para consumo humano y son destinadas a rellenos sanitarios.

A continuación, se presentarán fotos originales de cómo se observan las conservas No Conformes según Grado o Calidad:

- **Defectos Menores en Conservas.**
  - Abolladura Leve (Grado 2): Abolladura leve en el envase producto del manipuleo en planta y en el transporte.



Fig. 1. Abolladura Leve (Grado 2)

Fuente: Empresa en Investigación



Fig. 2. Abolladura Leve (Grado 2)

Fuente: Empresa en Investigación



Fig. 3. Abolladura Leve (Grado 2)

Fuente: Empresa en Investigación

- Oxido Leve (Grado 2): Oxidación en el precorte. Líneas de óxido en varios puntos.



Fig. 4. Oxido Leve (Grado 2)

Fuente: Empresa en Investigación



Fig. 5. Oxido Leve (Grado 2)

Fuente: Empresa en Investigación

- **Defectos Mayores en Conservas.**

- Abolladura Fuerte (Grado 3): Abolladura fuerte en el envase producto de las caídas.



Fig. 6. Abolladura Fuerte (Grado 3)

Fuente: Empresa en Investigación



Fig. 7. Abolladura Fuerte (Grado 3)

Fuente: Empresa en Investigación

- Oxido Fuerte (Grado 3): Oxidación en el precorte. Líneas de Oxido en varios puntos.



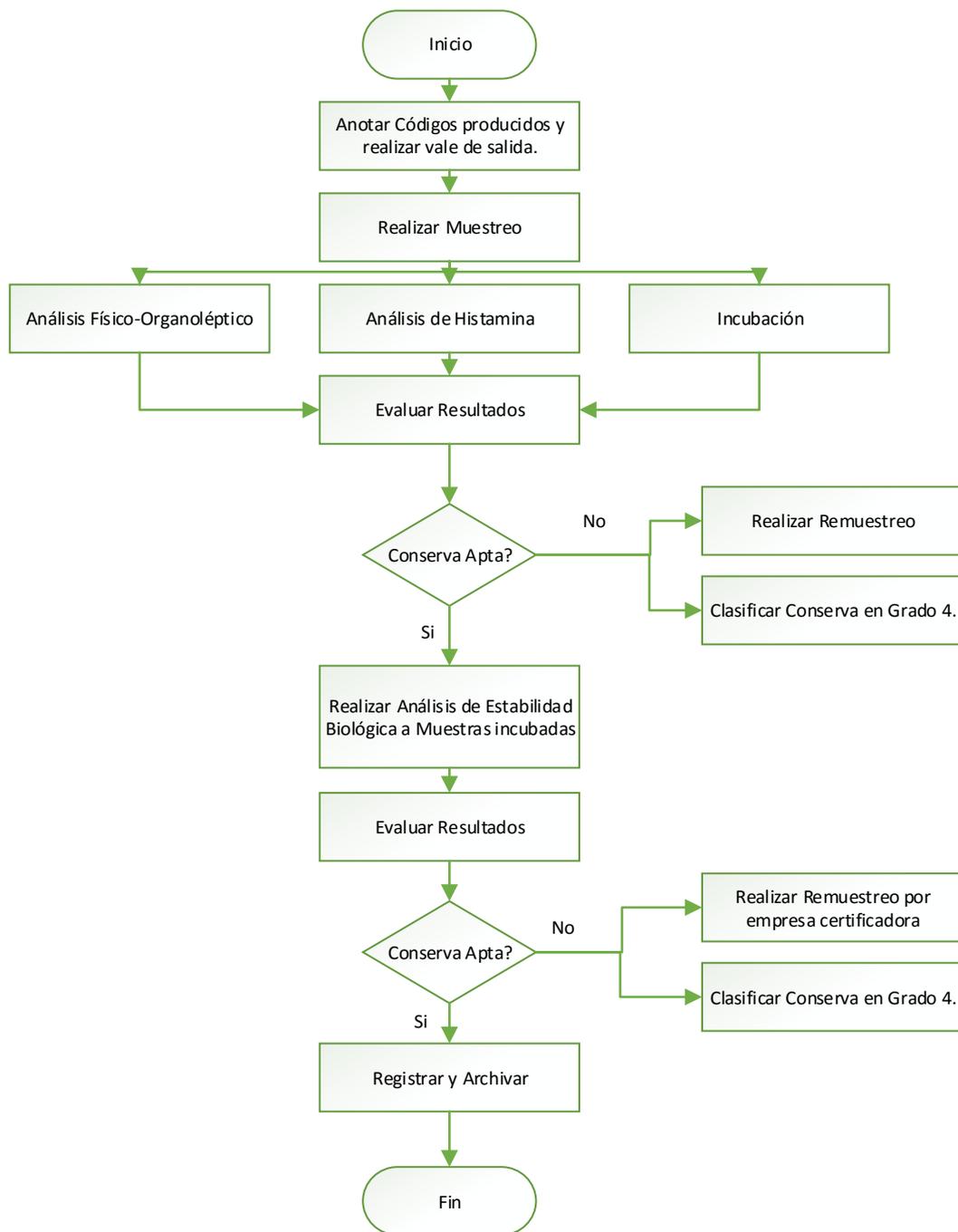
Fig. 8. Oxido Fuerte (Grado 3)  
Fuente: Empresa en Investigación



Fig. 9. Oxido Fuerte (Grado 3)  
Fuente: Empresa en Investigación

Esta cantidad mínima de latas encontradas (Aproximadamente el 0.3% de la Producción total por lote, de las cuales el 0.1% son conservas dañadas por el manipuleo de las mismas en el proceso de traslado almacén y el 0.2% restante son por problemas de la producción en sí) consideradas como no conformes versus los costos y el tiempo empleado en determinada inspección, termina siendo ineficiente debido a que, solo se inspecciona el aspecto físico de las conservas donde no se compromete la inocuidad del alimento, para luego pasar a los análisis Físico-Organolépticos donde, finalmente, se realiza la inspección de la calidad del alimento en sí (Contenido de la conserva). Es en este punto donde se puede aceptar o rechazar el lote entero en caso se obtenga un resultado no acorde a los estándares de calidad dados por la empresa y por los códigos de calidad alimentaria, haciendo innecesaria la inspección preliminar. (Manual de Calidad – 2013)

Según el Procedimiento para el Control de Calidad de la Conserva de Pescado - 2012, indica que, una vez obtenido el producto terminado, se debe proceder a escoger una muestra de 8 conservas, la cual pasara por evaluaciones Químicas y Físico-Organolépticas, para determinar si la producción es apta para el consumo humano.

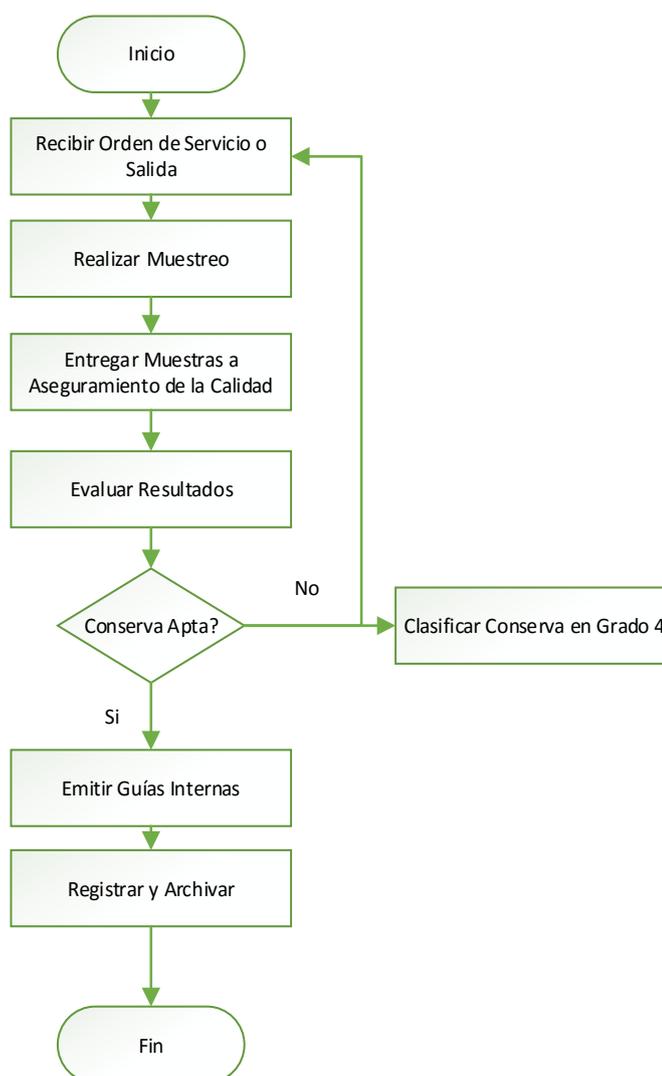


Flujo 3: Procedimiento para el Control de Calidad de la Conserva de Pescado

Fuente: P-CC-015 - Control de Calidad de la Conserva de Pescado

Elaboración Propia

Sin embargo, según el Procedimiento para el Muestreo y Remuestreo de Conservas - 2012, indica que se debe escoger una muestra de 11 conservas, pudiéndose ampliar la muestra, más 3 conservas adicionales como contramuestra, lo cual no se alinea con el Procedimiento para el Control de Calidad de la Conserva de Pescado.



Flujo 4: Procedimiento para el muestreo y remuestreo de conservas  
Fuente: P-LO-009 Procedimiento para el muestreo y remuestreo de conservas  
Elaboración Propia

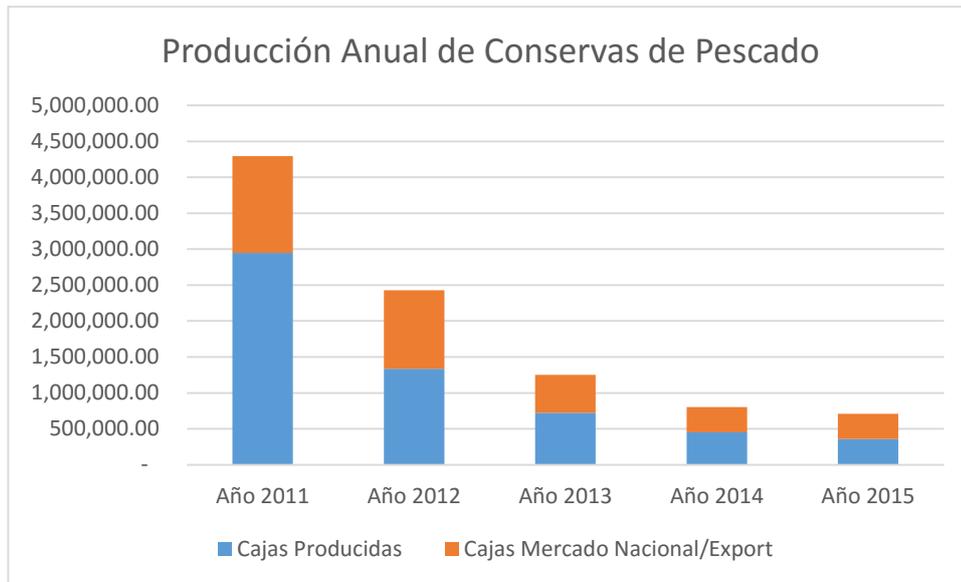
En ninguno de los procedimientos antes mencionados, se detalla la inspección al 100% del producto terminado ni sus lineamientos, por lo que, al no tener procedimientos alineados y no contar con un plan específico de muestreo en cada una de sus etapas, es que en la práctica se está realizando procesos adicionales innecesarios.

### 1.3.2 Justificación Económica

#### Ingresos

El Sector pesquero se ha visto afectado por el aumento en las temperaturas del mar, también llamado “Fenómeno del Niño”, teniendo como mayor impacto, una reducción en la captura de anchoveta, la cual depende del mar frío para su mayor aprovechamiento (Diario El Comercio – 2015). Según la Sociedad Nacional de Pesquería, en el 2014, 10 de 12 empresas pesqueras registraron pérdidas por S/. 242 millones, lo cual afecta a los costos fijos y deudas varias que, de igual forma, deben ser pagadas a pesar de no tener ingresos compactos. Asimismo, indicaron que el sector pesquero, va acumulando 3 años de resultados irregulares. (Diario El Comercio – 2015).

La producción y venta de las conservas de pescado de la empresa investigada, se ha visto impactada por una reducción considerable entre un año y otro. Si se observa el grafico mostrado, del año 2011 al 2012, hubo una reducción en las ventas de conservas de un 55% y entre el año 2012 y 2013 en un 49%. (Memoria Anual 2012, 2013, 2014 y 2015)



Cuadro 1. Producción Anual de Conservas  
 Fuente: Memoria Anual 2011,2012,2013,2014,2015  
 Elaboración Propia

Sin embargo, esta reducción ha sido en base a los fenómenos mencionados anteriormente, los cuales afectaron a la pesca en general en todo el país y, por ende, la producción y venta.

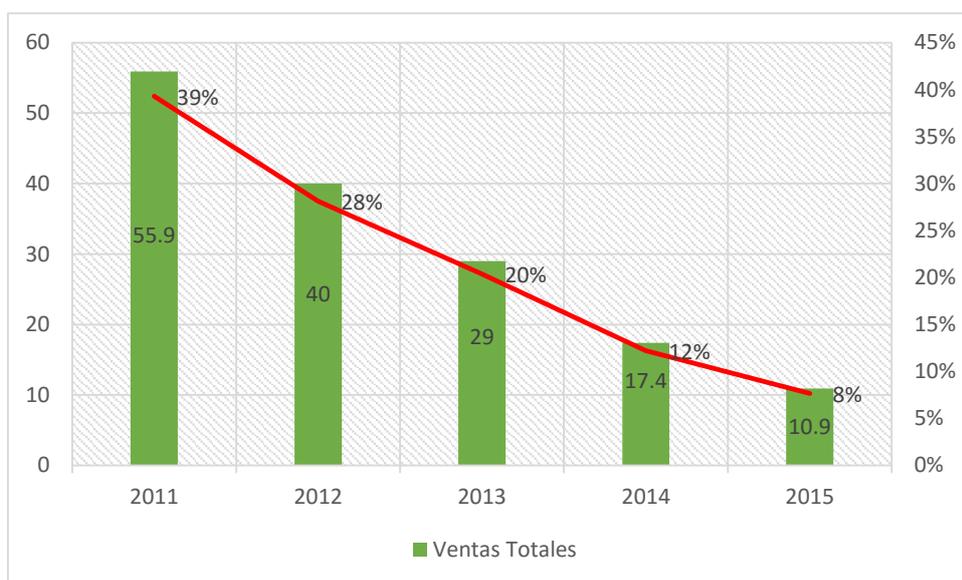
Según un análisis realizado por la División de Banca Corporativa de Interbank, en el segundo semestre del 2015 se marcará el crecimiento del sector pesquero, permitiendo que el crecimiento en el presente año no sea menor al 17%. Por el lado de la demanda, se espera que haya un mayor consumo de productos derivados de la pesca (Diario Gestión – 2015)

Por lo mencionado anteriormente, la empresa en investigación no está en condiciones de realizar procesos ineficientes donde se incurren en costos adicionales que impacten al precio de venta final del producto terminado, debido a que hacen de este poco atractivo para los consumidores y, por ende, generan pérdidas a la empresa.

En el siguiente cuadro, se observa que ha habido una disminución considerable en las ventas totales desde el año 2012 en adelante:

Ventas Anuales (Expresado en Millones de Dólares)					
Año	2011	2012	2013	2014	2015
Nacional	21.4	15	15.8	7.8	8.72
Exportaciones	34.5	25	13	9.6	2.18
Ventas Totales	55.9	40	29	17.4	10.9

Cuadro 2. Ventas Anuales  
Fuente: Memoria Anual 2015  
Elaboración Propia



Cuadro 3. Ventas Totales  
Fuente: Memoria Anual 2015  
Elaboración Propia

Anualmente, se observa una reducción de aproximadamente 20% y 30% de las ventas. En el 2014, el negocio de consumo humano directo de la empresa en investigación, generó una pérdida bruta de S/. 27 millones y, al cierre de diciembre del 2015, registro una pérdida bruta de S/. 22 millones. A nivel de empresa, esta generó una pérdida neta de S/. 8 millones comparada con la pérdida neta de S/. 27 millones del año anterior. (Memoria – 2015).

## Costos y Egresos

Basándose en la teoría del Gurú de la Calidad Edward Deming, en su libro “Calidad, Productividad y Competitividad” – 1982, se obtiene que el costo de inspección total está representado por el costo hora/hombre (calculado en base a los costos laborales de los inspectores) y el número de horas que toma inspeccionar las latas.

Entonces, el costo laboral total de inspeccionar un lote sería igual a:

Item	Costo laboral inspección
Mediana de cajas por lote	710
Mediana de latas por lote	17,040
Personal necesario para inspección de un lote	50
Cajas inspeccionadas por hora	500
Horas de inspección por lote	$710/500 = 1.42$ horas
Sueldo por inspector mes de 30 días	S/. 937.50
Costo hora inspector jornada laboral de 8 horas	$S/.937.50/30*8 = S/.3.906$ por hora
Costo laboral inspeccionar un lote	$S/. 3.906 \times 50 \times 1.42 = S/.277.326.$

Cuadro 4. Costo Total de Inspección Visual al 100%  
Elaboración Propia

Como se puede observar, la mediana de latas encontradas como no conformes en un lote de producción es del 0.31%. La mediana de la producción es de 17,040 latas por lote, por lo que, aproximadamente, 53 latas por lote son consideradas como no conformes.

Por otro lado, el costo de una caja es de USD 24.00, y como cada caja contiene 24 latas, entonces, el costo por descartar las latas consideradas no conformes en un lote sería:

<b>Cantidad de Latas Descartadas (Por lote)</b>	<b>Costo por Lata</b>	<b>Tipo de Cambio (USD -&gt; S/.)</b>	<b>Costo Total por descartar latas</b>
53	1 USD	S/. 3.2	S/. 169.60

Cuadro 5. Costo Total por descartar conservas de un lote  
Elaboración Propia

Si comparamos estos dos costos, se puede apreciar que el costo de inspección visual al 100% versus el costo de descartar una caja es mayor, por lo que el proceso termina siendo ineficiente en comparación a los resultados obtenidos al final de la inspección.

La inspección al 100% se da empleando 50 almaceneros. Cada uno de ellos cuenta con un sueldo de S/. 937.50 mensual, que da un total de S/. 46.875.00 al mes, sin embargo, se cuenta con 2 turnos diarios, lo que resulta un egreso mensual de S/. 93,750.00. Según el Administrador de Planta – Conserva, el 40% de los recursos han sido contratados solo para realizar el proceso de inspección visual al 100% de las conservas de pescado, mientras que el 60% restante se dedican a otras actividades de planta. Asimismo, indica que algunos de los recursos antes mencionados, tienen tiempos muertos porque sólo se dedican a temas directos en el almacén y otros a realizar el proceso de inspección, por lo que la cantidad de almaceneros es excesiva comparada con las personas que se necesitan para realizar las actividades de almacenaje en la planta de conservas de pescado.

<b>Costo Laboral</b>	<b>Cantidad de Operarios</b>	<b>Sueldo por mes</b>	<b>Turnos Diarios</b>	<b>Sueldo Mensual Total</b>
<i>Situación Actual</i>	50	S/.937.50	2	S/.93,750.00
<i>Almaceneros Tiempos muertos</i>	20	S/.937.50	2	S/.37,500.00
<i>Almaceneros Productivos</i>	30	S/.937.50	2	S/.56,250.00

Cuadro 6. Costo Laboral - Almaceneros  
Elaboración Propia

## Estados Financieros

Según la Memoria 2015, al 31 de diciembre, en el rubro de Consumo Humano Directo, la empresa tuvo una pérdida bruta de S/. 8 millones, principalmente por la reducción en la disponibilidad de la materia prima. Asimismo, en los estados financieros, se puede apreciar que los Gastos por Personal, son los que generan mayor egreso a la compañía.

	<i>Al 31 de diciembre (miles de S/.)</i>	
	<b>2015</b>	<b>2014</b>
Gastos de personal	27,889	26,596
Servicio de terceros	20,145	18,245
Honorarios	3,742	4,300
Alquileres, correos y teléfonos	3,645	3,726
Tributos	2,608	1,984
Depreciación	1,669	1,077
Provisión de contingencias laborales	803	1,332
Provisión deuda incobrable	2,661	4,587
Otros	347	1,185
<b>Total</b>	<b>63,509</b>	<b>63,032</b>

Fig. 10. Gastos Administrativos

Fuente: Memoria 2015

### 1.3.3 Justificación Ambiental

Según el Sistema Gerencial de Calidad de la empresa investigada y los lineamientos de la Ley General de Residuos Sólidos – Ley N°27314, las Conservas No Conformes, son también considerados residuos (Residuo Comercial). La Ley establece derechos, obligaciones, atributos y responsabilidades a la sociedad para asegurar una gestión y manejo de residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, desde su generación hasta su disposición final, a fin de evitar situaciones de riesgo e impactos negativos tanto al ambiente como a la salud humana.

Para realizar estas disposiciones finales, se debe contratar a una EPS-RS especializada en la recolección y transporte de residuos sólidos, así como las demás prestaciones complementarias a estos servicios en conformidad con la Ley y su Decreto Supremo N°054-2007-PCM. La EPS-RS debe encontrarse debidamente inscrita en el Registro de Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos según lo que indica la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA. Dado esto, La Ley General de Residuos Sólidos - 2000, tiene como lineamiento, adoptar medidas para que la contabilidad de las empresas que generen o manejen residuos sólidos, refleje adecuadamente el costo real total de la prevención, control y fiscalización que derive del manejo de los mismos. El costo del procedimiento de disposición de conservas No Conformes, según sea la cantidad a destruir, es alto, debido a que no solo se incurren en costos por destrucción de mercancías, sino también, costos logísticos, llegándose a realizar ordenes de servicio en un rango de S/. 35,000.00 y S/. 60,000.00 por destrucción. (Ver Anexo 2)

La Ley General de Residuos – 2000, mediante el Marco Estructural de Gestión Ambiental establecido por el Decreto del Consejo Directivo del Ministerio del Ambiente N 1065, promueve una adecuada gestión de residuos, mediante la elaboración y aplicación de planes integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos. A su vez, indica establecer un sistema de responsabilidad compartida y de manejo integral de los residuos, de manera que se pueda evitar situaciones de riesgo e impacto negativo a la Salud Humana y al ambiente.

La Ley General de Residuos – 2000, incentiva a las empresas a reducir al mínimo posible el volumen y peligrosidad de los residuos sólidos, a través de cualquier estrategia preventiva, procedimiento, método o técnica utilizado en la actividad generadora.

## 1.4 Delimitación del problema

### 1.4.1 Delimitación geográfica

La investigación se llevará a cabo en el Departamento de Ica, Provincia de Pisco, Distrito de Paracas.



PERÚ Ministerio de la Producción

Servicio prestado por el Portal del Ministerio de la Producción

Imprimir Cerrar

[ [Vea aquí el Historial de Dueños](#) ]

Representante: JUAN DE DIOS ARCE VIZCARRA	<b>UBICACIÓN</b>
Tipo: Industrial	Depa: Ica
Actividad: Enlatado	Prov: Pisco
Estado: <b>VIGENTE</b>	Dist: Paracas
Ultima Res. RD. N° 764-2009-Permiso: PRODUCE/DGEPP	Domi: Lotes 1- 6 Mz. D Lotizacion Santa Elena - Km. 16 Carretera a Paracas
Fecha de Permiso: 24/09/2009	
Capacidad: 9600 C/T	

Fig. 11 Delimitación de la Investigación.

Fuente: Ministerio de la Producción.

### 1.4.2 Delimitación sectorial

La investigación se realizará en el Sector Pesquero. La empresa a investigar se dedica a las actividades de pesca industrial, la cual está clasificada en el CIU N°15127, la cual incluye la extracción y procesamiento de recursos hidrobiológicos ya sea destinado para el Consumo Humano Indirecto como para el Directo.

Las actividades del Sector Pesquero se basan en el Decreto de Ley N 25977 - Ley General de Pesca y en el Decreto Supremo N 012-2001-PE, en el cual se fijan las normas de intervención del Estado en las actividades relacionadas a este sector, con el objeto de promover su desarrollo sostenible, asegurar la

pesca responsable y el buen aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos y a su vez, para preservar el medio ambiente y la conservación de la biodiversidad.

La actividad pesquera es actualmente controlada y administrada por el Ministerio de la Producción, el cual establece las vedas biológicas durante las épocas reproductivas de la anchoveta y cuando se cubre la cuota global anual de la extracción de especies marinas (Memoria Anual 2013)

#### 1.4.3 Delimitación por procesos

Los procesos donde recaerá el impacto de la investigación son los relacionados con la transformación del pescado en conserva. Ello contiene entre otros los procedimientos siguientes:

- Procedimiento para el Control de calidad de la Conserva de Pescado
- Procedimiento para el Muestreo y Remuestreo de Conservas

Fuente: Manual de Calidad, 2013

## **CAPITULO II: MARCO TEORICO**

### **2.1 Marco Histórico**

El marco histórico de la presente investigación, estará dividido en dos partes importantes: La historia de la Conserva y la Historia de la Inspección de la Calidad, para así poder tener una visión más amplia de los antecedentes más importantes sobre los temas centrales de la investigación y su relación.

#### **Marco Histórico de la Conserve**

Uno de los más grandes retos que ha afrontado el hombre a lo largo de la historia, fue encontrar una solución al problema de la conservación de los alimentos, de manera que le permitiese asegurarlos durante un tiempo más largo y le permitiese tener un sustento en épocas de escases. (N. Desrosier - 1997)

Remontándonos a la Era Neolítica, el hombre descubrió que el frío servía para conservar alimentos y se comenzó a utilizar el hielo como fuente de conservación. Así También, descubrió que la sal y el aceite no sólo servían para condimentar alimentos, sino también, para conservarlos. Finalmente, se descubrió que las frutas y algunos vegetales podían ser conservados en azúcar, así como también, ciertas legumbres y frutos podían conservar sus características en vinagre. Sin embargo, todos estos procedimientos conservaban los alimentos por poco tiempo y, algunos de los métodos antes mencionados, no acababan de ser totalmente seguros.

Años más tarde, se adoptó que, los alimentos que se consumirían durante los viajes por el océano desde Europa hacia las Américas, debían ser frutos secos, semillas y salazones. Sin embargo, se descubrió que, por la falta de vitaminas, los tripulantes adquirirían diversas enfermedades, entre ellas, el escorbuto.

En el siglo XVIII, época de la Revolución Francesa, Napoleón se encontraba en la campaña de Rusia, cuando una hambruna limitó y enfermó a las tropas, debido a la dificultad de hacer llegar víveres a zonas tan lejanas. Esto persuadió a Napoleón a que ofreciese una recompensa de 12000 francos a aquel que hallase “un método para mantener los alimentos largo tiempo y en buen estado”. Nicolás Appert, un investigador francés, al que se le otorgó el título de “Benefactor de la Humanidad”, desarrollo y propuso un método para conservar alimentos en envases de vidrio herméticamente cerrados y debidamente esterilizados en agua hirviendo. Este método permitía la conservación durante largos periodos de tiempo, sin necesidad

de tener un almacenamiento especial, lo cual significaba algo novedoso en aquellas épocas. Con este método consiguió la recompensa de los 12,000 francos.

El método cobro gran protagonismo por toda Europa, donde se dan los primeros indicios de un crecimiento de la industria conservera. Sin embargo, es en Inglaterra donde se propone la utilización del recipiente de hojalata. Peter Durand, un comerciante británico, es quien muestra las grandes ventajas que tenía dicho material en comparación al cristal; como la ligereza, la tenacidad, resistencia a la corrosión frente a otros metales y mejor protección frente a la luz. La hojalata ofrecía mejorar tanto en la producción como en la conservación del producto final en sí. (N. Desrosier - 1997)



Fig. 12. Producción de Conservas

Fuente: FAO

Durante 1817, es cuando se introduce en Estados Unidos, el envase metálico como medio para conservar alimentos. La Primera fábrica de Conservas fue establecida en Nueva Orleans por el Inglés William Underwood. Sin embargo, aún existían problemas de conservación al evidenciar que, los alimentos de baja acides, como el pescado, necesitaban otro método para eliminar ciertas bacterias que no eran eliminadas con el proceso de “Baño María”. Es entonces cuando en Francia, en el año 1860, Luis Pasteur comprueba que, en temperaturas más altas, se podían eliminar las bacterias que generaban la descomposición de los alimentos y, además, el mismo proceso generaba una significativa reducción en el tiempo de proceso. Este proceso fue ejecutado en Estados Unidos, donde se decidió adicionar cloruro de calcio al agua para llegar a tener temperaturas mayores a los 100°C. Sin embargo,

ello trajo como consecuencia, envases reventados al aumentar la presión interna con los altos grados de temperatura y descontrol en los parámetros durante cada etapa del procedimiento, debido a que al evaporarse el agua, la concentración del cloruro aumentaba y como consecuencia, la temperatura de ebullición. Sin embargo, años más tarde, se descubre que el vapor es más eficaz que el agua hirviendo para la esterilización. (N. Desrosier - 1997)



Fig. 13. Fábrica de Conservas

Fuente: FAO

En la actualidad se ha conseguido la esterilización en ausencia de oxígeno. Con la invención del Autoclave y la capacidad para aumentar las temperaturas de cocción por encima de los 100°C, se logra la destrucción de microbios y enzimas con mayor rapidez y eficacia, mejorando así, las condiciones del producto final.

### **Marco Histórico de la Calidad**

Antes de la etapa industrial, los juicios emitidos sobre aspectos del producto terminado y su funcionalidad giraban en torno al prestigio de los artesanos que fabricaban un producto o brindaban su servicio. Con la llegada de la revolución industrial, los talleres se transformaron en pequeños centros de producción masiva, los mismos que modificaron los procedimientos que realizaban para valorar y atender la calidad de los productos terminados. A partir de 1800 el remedio lo encontraron en el nacimiento de la primera generación de los procesos de calidad, denominada “Calidad por Inspección”, es decir, la calidad orientada al producto terminado. (UDLAP – 2012)

En el año 1946, a raíz de una reunión en Londres donde participaron delegados de 25 países, acordaron crear una organización internacional con el fin de facilitar la coordinación y unificación internacional de estándares industriales. Como resultado se creó una nueva organización: La Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés), que inició operaciones oficialmente el 23 de febrero de 1947. (UDLAP – 2012)

A partir de 1950 (Segunda Generación) surge el aseguramiento de calidad, que se enfoca a los procesos productivos que garantizan constantemente que los productos cumplan con las especificaciones predeterminadas. Así, la primera norma ISO fue publicada en 1951 con el título de Referencia Estándar para medidas industriales de longitud, su principal interés era reducir y eliminar las tarifas de importación entre los países miembros de un mercado común de Europa. (UDLAP – 2012)

Sin embargo, un momento clave en la historia es lo que surgió en la Segunda Guerra Mundial. Según Koaruru Ishikawa, el gurú de la calidad, los japoneses perdieron, entre otras razones por la mala calidad de su armamento. Al terminar la guerra, los industriales y el gobierno se enfrentaron a un duro dilema: Para que el país pudiera superarse era necesario que exportara productos manufacturados con un alto valor agregado, es decir, comprar materias primas, transformarlas y posteriormente venderlas a un precio razonable.

De ahí que, la primera tarea a la que se enfrentaron los industriales japoneses para exportar, fuera la de cambiar la imagen de sus productos porque en el mundo se les percibía por ser baratos pero malos. Así, en 1950, Edwards Deming visita Japón por primera vez, también lo haría Joseph Juran, para que, entre ambos, ayuden a orquestar el nacimiento del movimiento de la calidad. El control estadístico de Calidad fue introducido en Japón por el Dr. Edwards Deming, este concepto evolucionó hasta convertirse en lo que hoy se conoce como Control Total de la Calidad.

Es ahí, donde nace la tercera generación a partir de 1960, cuando surge la calidad total como “la calidad orientada al cliente”. El concepto de calidad total rebasa los límites de un departamento de calidad dedicado tradicionalmente a supervisar la producción buscando defectos. El énfasis se da en la planeación y en la participación de toda empresa y establece la calidad como parte de una estrategia fundamental para la competitividad.

En 1980, “la calidad procura mejorar continuamente y optimizar todas las actividades de la empresa hacia el cliente externo”, es la llamada cuarta generación con el llamado “proceso de mejora”. La norma ISO 9000 fue establecida por representantes de estados unidos y 14 países europeos y publicada en 1987. Durante la década de los ochenta la certificación ISO 9000 cobro tal fuerza en Europa que a partir del 31 de diciembre de 1992 únicamente pueden acceder a este mercado aquellas compañías que cumplan con los requerimientos que señalan esta serie de normas. (UDLAP – 2012)

Actualmente nos encontramos en la quinta generación que surge a partir de 1990, llamada “reingeniería y calidad total”, busca rediseñar la empresa con procesos completos con valor hacia el cliente. (UDLAP – 2012)

## **2.2 Marco Metodológico**

### **2.2.1 Método de investigación**

La presente tesina tendrá, entre sus métodos de investigación y desarrollo de información para contrarrestar el problema identificado en el Capítulo I, modelar un método alternativo inspección visual del producto terminado, proponiendo un método de muestreo de aceptación por atributos, basándose en el modelo del Gurú de la Calidad - Edwards Deming sobre Inspección de la Calidad, y siguiendo los lineamientos de la Norma Técnica Peruana NTP 700.002 – 2007 sobre los Lineamientos y Procedimientos de Muestreo del Pescado y Productos Pesqueros. Con esto, se espera establecer conclusiones representativas que permitan dar una visibilidad de mejora en la eficiencia de la inspección visual preliminar de los productos obtenidos al final de la producción. El método de investigación inductivo utilizado, tendrá como base, información numérica sobre la cantidad de conservas obtenidas en la producción y el porcentaje de rechazo de las mismas contra las normas técnicas sobre muestreo establecidas, para probar que el proceso de muestreo a implementar puede tener como consecuencia, una mayor eficiencia en costos y tiempo.

## Tipo de Investigación

- Según los objetivos:

**Investigación Aplicativa:** El presente trabajo se basará en los resultados de las pruebas realizadas mediante el modelamiento de la propuesta de solución. En base a los resultados obtenidos comparados con los datos reales de la empresa investigada, se comprobarán las hipótesis planteadas en este capítulo y se plasmara una conclusión donde se evidencie una mejora sustancial.

- Según el grado de profundidad:

**Investigación Explicativa:** El presente trabajo buscara relaciones causa-efecto que permita analizar las variaciones en el actual proceso y de como consecuencia, una propuesta de mejora que permita comprobar y contrarrestar la hipótesis planteada.

- Según la extensión del Estudio:

**Investigación Experimental:** La presente investigación tomara como base las variables planteadas para comprobar, mediante el modelamiento del método a proponer, la hipótesis planteada. Dentro de la investigación, se analizará el método actual utilizado y la mejora que se propondrá, para luego realizar una comparación numérica que permita comprobar que la propuesta implementada mejora el proceso actual.

- Según la extensión del Estudio:

**Investigación Cuantitativa:** La presente investigación empleara herramientas estadísticas y matemáticas que permitirán comprobar la propuesta de solución. A su vez, la investigación tendrá herramientas de ingeniería que permitirán tener una visualización más amplia y ordenada de los beneficios de la propuesta a implementar.

## 2.2.2 Nivel de Investigación

**Investigación Descriptiva:** La presente investigación describirá la realidad de un problema central en una determinada área. Se describirá la circunstancia en la que el problema se encuentra y las variables que afectan al proceso. A su vez, utilizando herramientas estadísticas, basaremos la investigación en mediciones cuantitativas que permita estimar parámetros de mejora del proceso y obtener la mejor solución para su implementación.

## 2.2.3 Objetivos de la Investigación

### **Objetivo General:**

Mejorar el método de inspección visual del producto terminado para mejorar la eficiencia del proceso al final de la línea de producción de conservas de pescado de una mediana empresa pesquera.

### **Objetivos Específicos:**

- A. Analizar el método de inspección visual preliminar para determinar acciones posibles que permitan mejorar la eficiencia en costos y tiempo empleado en el proceso.
- B. Analizar la cantidad de personal que interviene en el proceso de inspección visual y actividades de almacén, para determinar acciones que permitan lograr una reducción del gasto de personal.

#### 2.2.4 Hipótesis de la Investigación

##### **Hipótesis General:**

Si se mejora el método de inspección visual del producto terminado se mejorará la eficiencia del proceso al final de la línea de producción de conservas de pescado de una mediana empresa pesquera.

##### **Hipótesis Específicas:**

- A. Si se analiza el método de inspección visual preliminar, se podrá determinar acciones posibles que permitan mejorar la eficiencia en costos y tiempo empleado.
  
- B. Si se analiza la cantidad de personal que interviene en el proceso de inspección visual y actividades de almacén, se podrán determinar acciones que permitan lograr una reducción del gasto de personal.

#### 2.2.5 Variables y relación entre variables

##### **Variable Dependiente:**

- ✓ Método de Muestreo de Aceptación

##### **Variable Independiente:**

- ✓ Eficiencia en Costos y Tiempo
- ✓ Cantidad de Personal (Almaceneros)

## ❖ Relación entre variables

- Si se implementa un Método de Muestreo de Conservas de Pescado, se puede lograr una mejora en la eficiencia de los costos y el tiempo empleado en la inspección visual preliminar.

La presente investigación buscara implementar un método de muestreo que mejore los costos y el tiempo que se incurre al realizar una inspección al 100%. Se comparará los costos de mano de obra directa con el tiempo empleado por los mismos, para obtener el costo de inspección visual al 100% y, luego, se propondrá un método de muestreo que, en comparación, mejore la eficiencia de estas variables.

A su vez, se comparará ambas técnicas de inspección para dar como conclusión que, el método de muestreo a proponer, tiene igual proporción de encontrar conservas defectuosas que haciendo una inspección al 100% y que, en comparación, hacer un método de muestreo resulta más eficiente.

- Si se implementa un método de muestreo de aceptación para el proceso de inspección visual preliminar de conservas de pescado, se logrará una reducción del gasto de personal:

Una vez implementado el método de muestro de aceptación, se podrá determinar la cantidad de personal que debe intervenir en el proceso y se espera, sea menor a la que actualmente participa en él. Al obtener una reducción de personal que interviene en el proceso, se podrá analizar qué cantidad de los mismos tienen tiempos muertos, cruzar la información y finalmente lograr llegar a un número óptimo de personal para un turno de producción que permita, no solo maximizar el tiempo de los mismo, sino también, reducir los gastos de personal, que, como se mencionó en el capítulo I, son los costos que mayor egreso que constituyen para la empresa dentro de los gastos administrativos.

### 2.2.6 Matriz de Consistencia

Problema	Objetivo	Objetivos Específicos	Hipótesis	Hipótesis Específicas	Variable Dependiente	Variables Independientes
<p>¿De qué manera se puede mejorar el método de inspección visual del producto terminado al final de la línea de producción de conservas de pescado, con el fin de mejorar su eficiencia?</p>	<p>Mejorar el método de inspección visual del producto terminado para mejorar la eficiencia del proceso al final de la línea de producción de conservas de pescado de una mediana empresa pesquera.</p>	<p>Analizar el método de inspección visual preliminar para determinar acciones posibles que permita mejorar la eficiencia en costos y tiempo empleado.</p>	<p>Si se mejora el método de inspección visual del producto terminado se mejorará la eficiencia del proceso al final de la línea de producción de conservas de pescado de una mediana empresa pesquera.</p>	<p>Si se analiza el método de inspección visual preliminar, se podrá determinar acciones posibles que permitan mejorar la eficiencia en costos y tiempo empleado.</p>	<p>- Método de Muestreo de Aceptación</p>	<p>Eficiencia en Costos y Tiempo</p>
		<p>Analizar la cantidad de personal que interviene en el proceso de inspección visual y actividades de almacén, para determinar acciones que permitan lograr una reducción del gasto de personal</p>		<p>Si se analiza la cantidad de personal que interviene en el proceso de inspección visual y actividades de almacén, se podrán determinar acciones que permitan lograr una reducción del gasto de personal.</p>		<p>Cantidad de Personal (Almaceneros)</p>

### 2.2.7 Exclusiones

- ✓ La Presente investigación no analiza los métodos utilizados ni los resultados de las Pruebas Físicas y Químicas para determinar la No Conformidad de una Conserva de Pescado, puesto que sería parte de otro estudio más amplio.
- ✓ La presente investigación no contempla el análisis de cada una de las etapas del proceso de producción para determinar si en alguna de esas etapas existe un índice fuera de control que dé, como consecuencia, un producto No Apto.
- ✓ La presente investigación no contempla las condiciones de las máquinas para determinar si estas son el motivo por el cual se obtiene un producto No Conforme.
- ✓ El Plan de Mejora del proceso de muestreo, se concentra únicamente en las conservas de pescado situadas en el área de recepción del producto terminado, obtenidas al final del proceso de producción, sin relación directa con el consumidor final.

## 2.3 Componentes del Marco Teórico

### 2.3.1 Control Estadístico de La Calidad

Hay muchas maneras de definir el significado de Calidad, sin embargo, está principalmente asociado a un conjunto de características deseables que debería poseer un producto. (Montgomery – 2011)

La Calidad se ha convertido en uno de los factores de decisión más importantes de los consumidores, por consiguiente, es vital entender y mejorar la calidad, teniendo como premisa, que es el punto clave para llegar al éxito en el negocio. (Montgomery – 2011)

#### **Dimensiones de la Calidad**

Existen varias maneras de evaluar la calidad de un producto. Los siguientes puntos a mencionar, son claves para medir el grado de calidad deseable en un producto: (Montgomery – 2011)

1. Desempeño: Preguntarse si el producto servirá para el fin proyectado.
2. Confiabilidad: Preguntarse la frecuencia de falla del producto a ofrecer.
3. Durabilidad: Preguntarse si la cantidad de tiempo que dura el producto es el indicado.
4. Factibilidad de uso: Preguntase que tan fácil es reparar el producto.
5. Estética: Preguntarse como luce el producto.
6. Características Incluidas: Preguntarse qué hace el producto o si tienen características que superan el desempeño.
7. Calidad Percibida: Preguntarse el cual es la reputación de la compañía o del producto.
8. Conformidad con los estándares: Preguntarse si el producto es fabricado de acuerdo a los requerimientos que se le han asignado.

Sin embargo, si se define y evalúa a la calidad como una *adecuación para el uso*, existen dos aspectos generales a considerar: **Calidad de Diseño** y **Calidad de Conformidad**: (Montgomery – 2011)

1. Calidad de Diseño: Todos los bienes se producen con varios grados o niveles de calidad. Estas variaciones en los grados o niveles de calidad son internaciones y, por consiguiente, el término técnico mejor utilizado es calidad de diseño. (Montgomery – 2011)
2. Calidad de Conformidad: Es la medida en la que el producto se ajusta a las especificaciones requeridas por el diseño. La Conformidad está influenciada por factores como la elección del proceso de fabricación, la capacitación y supervisión de la fuerza de trabajo, el tipo de sistema de aseguramiento de calidad (controles, pruebas e inspecciones) y la motivación de la fuerza de trabajo para alcanzar la calidad. (Montgomery – 2011)

En el Libro Control Estadístico de la Calidad - 2011, le dan a la palabra calidad un significado más moderno: La calidad es inversamente proporcional a la variabilidad. Esta definición implica que, si la variabilidad de las características importantes de un producto disminuye, la calidad del producto aumenta, es decir, que el mejoramiento de la calidad está en función de la reducción de la variabilidad en procesos y productos. La variabilidad excesiva en el desempeño de los procesos suele resultar en **desperdicio**, por lo que una definición alternativa al mejoramiento de calidad es la reducción del desperdicio, teniendo como premisa que, si se mejora el proceso, puede evitarse esfuerzos y gastos desperdiciados.

### **Métodos Estadísticos de Control y Mejoramiento de la Calidad**

- Control Estadístico de Procesos: La Carta de Control es una de las principales herramientas dentro del Control Estadístico de Procesos. Las Cartas de Control tienen una línea central y un límite de control superior e inferior. La línea central representa el lugar donde debe ubicarse la característica del proceso en caso de no estar presente ninguna fuente inusual del proceso. Los límites de control se determinan a partir de consideraciones estadísticas simples. Generalmente las Cartas de Control se aplican a la o las variables de salida en un sistema. La Carta de control es una técnica de monitoreo de proceso muy útil. Cuando se presentan fuentes inusuales de

variabilidad, los promedios muestrales que se grafican se localizan fuera de los límites de control, lo que brinda evidencia para investigar el proceso y llegar a una acción correctiva para eliminar estas fuentes inusuales de variabilidad. (Montgomery – 2011)

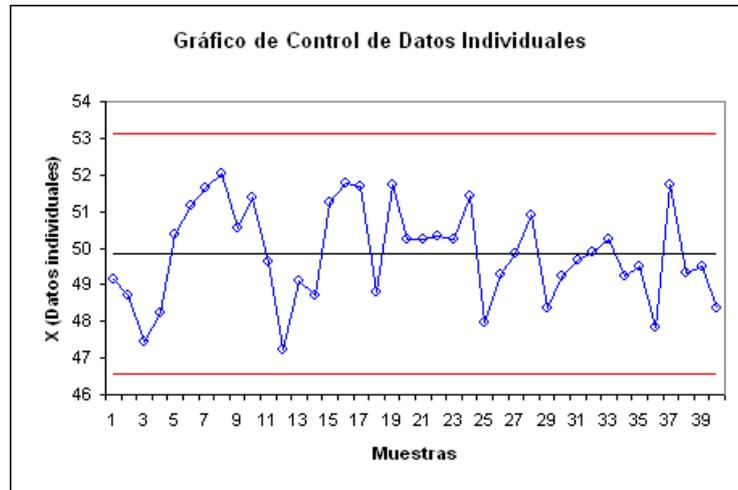


Fig. 14. Carta de Control

Fuente: Google Images

- Experimento Diseñado: Sirve para descubrir variables clave que influyen en las características de la calidad. Busca variar de manera sistemática los factores de entrada controlados del proceso y determinar el efecto que tienen estos factores sobre los parámetros de producto de salida. Los experimentos diseñados son considerados como una importante herramienta de control de calidad fuera de línea, ya que por lo general se utiliza durante las actividades de desarrollo y en las etapas iniciales de la manufactura, en vez de usarse como un procedimiento rutinario en línea o dentro del proceso. Se precisa que juegan un papel crucial para reducir la variabilidad. Una vez identificado las variables importantes que afectan la salida del proceso, suele ser necesario modelar la relación entre las variables de entrada influyentes y las características de la calidad a la salida. Entre las técnicas estadísticas útiles para construir estos modelos se encuentran el análisis de regresión y el análisis de series de tiempo. (Montgomery – 2011)

- Muestreo de Aceptación: Definido también como inspección y clasificación de una muestra de unidades seleccionadas al azar de una carga o lote más grande. La decisión final acerca de la forma en que se dispondrá el lote ocurre por lo general en dos puntos: en las materias primas o componentes de entrada o en la producción final. La inspección de salida se da inmediatamente después de la producción, antes de que el producto se embarque al cliente. Los lotes muestreados pueden ser aceptados o rechazados. Los artículos de un lote rechazado se desechan o se reciclan, o pueden reprocesarse. El muestreo de aceptación tiende a reforzar el punto de vista de la “conformidad con las especificaciones” de la calidad y no sirve de retroalimentación para el proceso de producción o para el diseño o desarrollo de ingeniería que llevaría necesariamente al mejoramiento de la calidad. (Montgomery – 2011)

**Plan para que el coste total medio de los ensayos de materiales en recepción y del producto final sea mínimo.**

Edwards Deming en su libro “Calidad, Productividad y Competitividad” – 1982, desarrolla una serie de principios que, bajo una serie de circunstancias que se encuentran en la práctica, indican qué se debe realizar para minimizar el coste total medio de la inspección de artículos en recepción.

Una pieza defectuosa es aquella que por definición hará que el montaje falle. Si una pieza se declara defectuosa al principio, no va a causar problemas luego, en la línea o con el cliente, entonces no se ha definido lo que realmente representa una pieza defectuosa. Deming indica que, lo que se debe realizar en esta circunstancia, sería examinar el método de ensayo que declara que una pieza es defectuosa o no defectuosa.

Sea:

$p$  = promedio de la fracción de artículos defectuosos en los lotes en recepción de las piezas (que podría ser el material recibido en un día).

$$q = 1 - p$$

$k_1$  = coste de inspeccionar una pieza.

$k_2$  = coste de desmantelar, reparar, volver a montar y ensayar un montaje que falla porque una pieza defectuosa se metió en la línea de producción.

$k$  = coste medio para ensayar secuencialmente suficientes piezas para encontrar una buena en la provisión  $S$  ( $k$  se evalúa como  $k = k_1/q$  en el Ejercicio 7 en una sección posterior).

$K_1k_2$  = calidad de punto muerto, o punto muerto ( $k_2$  siempre será mayor que  $k_1$  por tanto,  $k_1/k_2$  estará entre 0 y 1).

**Todo o nada:** Las reglas para conseguir un coste total medio mínimo resulta ser cada vez más sencillas bajo ciertas condiciones, tales como los casos que se mencionaran a continuación:

Caso 1: El peor lote a recibir tendrá una fracción de unidades defectuosas inferior a  $k_1/k_2$ , en este caso: No Inspeccionar.

Caso 2: El mejor lote a recibir tendrá una fracción de unidades defectuosas superior a  $K_1/K_2$ , en este caso: Inspeccionar al 100%

No inspeccionar no es una norma a seguir. Se tiene que estar seguro, para el Caso 1, basándose en el comportamiento en el pasado, de que el peor lote (o lo que se recibe en una semana) que entre, caerá a la izquierda del punto muerto  $k_1/k_2$  o, para el Caso 2, que el mejor lote que entre caerá a la derecha de este punto. Los gráficos de control que guardan los proveedores y el comprador, que preferiblemente se deberían hacer de forma conjunta, situaran al material en recepción en el Caso 1 o en el Caso 2, o a caballo entre los dos en una cierta medida, para el futuro próximo.

**Distribución binomial:** Si el proceso está en control estadístico, donde se suministra lotes en los cuales los artículos defectuosos están

distribuidos binomialmente alrededor de la media  $p$ ., entonces las reglas para el coste total mínimo medio será igual a:

**Caso 1:** Si  $p < k_1/k_2$ , no inspeccionar

**Caso 2:** Si  $p > k_1/k_2$  inspeccionar al 100 por 100

Incluso aunque, la distribución de la fracción de unidades defectuosas en los lotes este a caballo del punto muerto  $k_1/k_2$ .

Para saber si la serie de lotes en recepción cae en el Caso 1 o Caso 2, o están en un estado al borde del caos, solo es necesario vigilar el estado de control estadístico y la fracción media de unidades defectuosas, lo cual resultara obvio en los gráficos trazados durante los ensayos rutinarios de muestras pequeñas. (Deming – 1982)

### 2.3.2 Norma Técnica Peruana NPT 700.002 2012 – Lineamientos y Procedimientos de muestreo del Pescado y Productos Pesqueros para inspección.

La NTP 700.002, tiene como objetivo servir como herramienta para la inspección por muestreo del pescado y productos pesqueros, brindando lineamientos a considerar para cada una de las características e indicadores de calidad. A su vez, brinda lineamientos para los planes de muestreo que deben ser aplicados.

Los planes de muestreo son necesarios para evaluar las características de un lote de producción, debido a que la totalidad de los mismos, no puede ser inspeccionada. Los planes de muestreo son diseñados para asegurar la toma de decisión, estadísticamente valida, respecto a la aceptación o rechazo de un lote. (NTP 700.002 – 2012)

#### **Definición de la Unidad de Muestra**

- Un lote de producción se considera a los productos pesqueros que poseen la misma etiqueta, sin embargo, si están empacados en

diferentes estilos (Ejm. En diferentes salsas) se considera un lote por cada estilo. (NTP 700.002 – 2012)

- Cuando un lote es un conjunto de productos pre-empacados, cada envase y la etiqueta constituyen una unidad de muestra. (NTP 700.002 – 2012)
- Una unidad de muestra puede ser seleccionada para el análisis sensorial, puede ser utilizada para otros análisis necesarios. (NTP 700.002 – 2012)

Para determinar el número de unidades en una muestra, refiriéndonos específicamente a producto transformado, se debe usar los parámetros del peso neto por unidad de muestra y el tamaño del lote. (NTP 700.002 – 2012)

A continuación, se muestra la tabla referencia para determinar el número de muestra según lote producido:

El peso neto es mayor que 4,5 kg (10 lb)

<b>Tamaño del Lote (N)</b>	<b>Tamaño de la muestra (n)</b>
600 ó menos	6
601 - 2,000	13
2,001 - 7,200	21
7,201 - 15,000	29
15,001 - 24,000	48
24,001 - 42,000	84
más de 42,000	126

Fig. 15. Muestreo según peso de conserva >4.5kg)

Fuente: NPT 700.002 - 2012

El peso neto es igual o menor que 1 kg (2,2 lb)

<b>Tamaño del Lote (N)</b>	<b>Tamaño de la muestra (n)</b>
4,800 ó menos	6
4,801 - 24,000	13
24,001 - 48,000	21
48,001 - 84,000	29
84,001 - 144,000	48
144,001 - 240,000	84
más de 240,000	126

Fig. 16. Muestreo según peso de conserva (<1kg)

Fuente: NPT 700.002 - 2012

El peso neto es mayor que 1 kg (2,2 lb) pero no más que 4,5 kg (10 lb)

Tamaño del Lote (N)	Tamaño de la muestra (n)
2,400 ó menos	6
2,401 - 15,000	13
15,001 - 24,000	21
24,001 - 42,000	29
42,001 - 72,000	48
72,001 - 120,000	84
más de 120,000	126

Fig. 17. Muestreo según peso de conserva (>1kg)

Fuente: NPT 700.002 - 2012

Las muestras deben tener un almacenamiento apropiado para preservar su integridad. Las conservas deben ser almacenadas en un local cerrado a temperatura de ambiente. (NTP 700.002 – 2012)

### 2.3.3 Norma Técnica Peruana NTP-ISO 2859-1 2013 Procedimiento de Muestreo para Inspección por Atributos.

La norma específica un sistema de muestreo por aceptación para la inspección de atributos y se clasifica en términos del límite de calidad aceptable (LCA)

Según La NTP-ISO 2859 – 2013, La No conformidad en el muestreo debe ser clasificada de acuerdo a su grado de severidad:

**Clase A:** Es la no conformidad considerada de mayor gravedad. Dentro del proceso de muestreo por aceptación, a esta clase de no conformidad se le asigna un LCA muy pequeño. (NTP-ISO 2859 – 2013)

**Clase B:** Es la no conformidad considerada de menor gravedad. Dentro del proceso de muestreo por aceptación, a esta clase de no conformidad se asigna un LCA mayor que el de Clase A y menor que los de clase C, en caso existiera una tercera clase. (NTP-ISO 2859 – 2013)

#### **Expresión de la No Conformidad**

Según la NTP-ISO 2859 – 2013, la no conformidad debe ser expresada ya sea en términos de porcentajes de productos no conformes o en términos de no conformidades por 100 unidades de producto fabricado. Debido a que muchos muestreos de aceptación involucran la evaluación de una o más características de la calidad, es mejor clasificar los tipos de no conformidad de acuerdo a estas clases:

- i. Porcentaje de No Conformes en una muestra: Es el número de unidades de producto no conforme en la muestra, el cual se encuentra dividido entre el tamaño de la muestra. (NTP-ISO 2859 – 2013)
- ii. Porcentaje de No Conformes en un Lote: Es el número de unidades de producto no conforme en el lote, el cual se encuentra dividido entre el tamaño del lote. (NTP-ISO 2859 – 2013)
- iii. No Conformidad por 100 unidades de producto en una muestra: Es el número de unidades de producto no conforme en la muestra, dividido entre el tamaño de la muestra por 100. (NTP-ISO 2859 – 2013)
- iv. No Conformidad por 100 unidades de producto en un Lote: Es el número de unidades de producto no conforme en un lote, dividido entre el lote, por 100. (NTP-ISO 2859 – 2013)

### **Límite de Calidad Aceptable (LCA)**

Según la NTP-ISO 2859 – 2013, el LCA junto con la variable del tamaño de muestra, se utilizan para clasificar los planes y esquemas de muestreo. Cuando se le da un valor específico al LCA para una determinada No Conformidad o grupo de No Conformidades, este indica que, según sea el método de muestreo, se aceptara la mayoría de los lotes presentados, siempre que el nivel de calidad en estos lotes no sea mayor al valor designado al LCA. Los Planes de muestreo existentes están arreglados de tal manera que la probabilidad de aceptación, de acuerdo al LCA, depende del tamaño de la muestra para un determinado valor de LCA, resultando, casi siempre, más alto para muestras más grandes y más pequeño para muestras más pequeñas.

## **Extracción de Muestras**

Según la NTP-ISO 2859 – 2013, las unidades de muestra que se seleccionan de un lote, para este tipo de muestreo, deben ser extraídas al azar. Las muestras se pueden extraer después de tener el resultado de producción de un lote o durante su producción.

Este método de muestreo, busca inspeccionar mediante la clasificación de una unidad de producto, simplemente como conforme o no conforme, o se cuenta el número de no conformidades en la unidad de producto, con respecto a un determinado requisito o conjunto de requisitos. La inspección por atributos incluye la inspección para la conformidad de unidades de producto, así como, la inspección para el número de no conformidades por cien unidades. (NTP-ISO 2859 – 2013)

## **2.4 Teorías que Sustentan la Investigación**

### **2.4.1 Teoría Sobre Muestreo**

- **Muestreo de Aceptación** (Control Estadístico de la Calidad – Montgomery)

El Muestreo de Aceptación se encarga de la inspección y la toma de decisiones respecto a los productos. Dentro del Muestreo de Aceptación, hay 3 aspectos importantes a considerar:

- El propósito del muestreo de aceptación es dictaminar los lotes, no estimar su calidad. (Montgomery – 2011)
- El muestreo de aceptación no proporciona ninguna forma directa de control de calidad, solo se limita a aceptar algunos lotes y a rechazar otros. (Montgomery – 2011)
- El muestreo de aceptación es una herramienta de auditoría, que permite asegurar que la salida de un proceso cumpla con los requerimientos, más que para “inspeccionar la calidad de un producto”. (Montgomery – 2011)

### Ventajas del Muestreo de Aceptación (Montgomery – 2011):

- Costos bajos, debido a que hay menor inspección.
- Menor manejo del producto y, por ende, se reducen los daños.
- Menor cantidad de trabajadores participan en las actividades de inspección.
- Reduce en gran medida, la cantidad de errores de inspección.

### **Definición del plan de muestreo de aceptación**

Un plan de muestreo de aceptación se encuentra determinado por los siguientes parámetros:

- Tipo de control realizado (atributo o variable)
- Esquema de muestreo escogido (una o más muestras aleatorias)
- Tamaño de cada muestra o muestras extraídas
- Regla de decisión en base a los resultados provenientes de la muestra o muestras seleccionadas.

### **Tipos de planes de muestreo de aceptación**

El muestreo de aceptación se clasifica en dos tipos de acuerdo al tipo de característica observada:

- Muestreo por atributos: Se presenta cuando, dentro de la inspección de los artículos, estos se clasifican en defectuosos y no defectuosos de acuerdo a si cumplen determinados requerimientos. Corresponde a características de la calidad que se expresan en una base “se acepta o no se acepta”. (Montgomery – 2011)
- Muestreo por variables: Se refiere a cuando se mida una variable cuantitativa durante la inspección, tal como longitud, peso o cualquier otra y luego esta variable se evalúa la distancia que existe entre la cantidad mencionada y la que se requiere en las

especificaciones. Se trata de características de la calidad que se miden en una escala numérica. (Montgomery – 2011)

De acuerdo al número de muestras que se van a extraer o muestras tomadas, también se considera la siguiente clasificación:

- Plan de muestreo simple o único: Se encuentra basado en la toma de una muestra de  $n$  individuos tomando la decisión en base a estos. Se refiere a un procedimiento para dictaminar lotes en el que se selecciona al azar una muestra de “ $n$ ” unidades del lote, y el destino del lote se determina en base a la información obtenida de la muestra. (Montgomery – 2011)

Procedimiento:

- a) Seleccionar  $n$  artículos, al azar, sin reemplazo de un lote.
- b) Si hay  $c$  o menos unidades defectuosas en la muestra, el lote se acepta.
- c) Si hay más de  $c$  artículos defectuosos en el lote, este se rechaza.

Al número  $c$  se denomina número de aceptación. Una de los puntos a determinar es la distribución probabilística discreta del número de defectos  $X$ , es decir la ecuación de la curva  $OC(p)$  en la muestra de tamaño  $n$  que se ha seleccionado de un lote de tamaño  $N$  con  $D$  artículos defectuosos (de modo que  $p = D/N$ ), los modelos que se asumen son:

- Distribución hipergeométrica: La función de distribución de  $X$  es del modo siguiente:

$$OC(p) = \Pr(X \leq c \mid p) = \sum_{k=0}^c \frac{\binom{pN}{k} \binom{N}{n-k}}{\binom{N}{n}}$$

- Distribución binomial: En caso que  $N$  es muy grande comparado con el tamaño muestral, por ejemplo  $n/N < 0.1$ ,

puede utilizarse la distribución binomial como aproximación, La función de distribución de X es del modo siguiente:

$$OC(p) = \Pr(X \leq c \mid p) = \sum_{k=0}^c \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$

- Distribución de Poisson: En caso que n es grande y p muy pequeño se puede aproximar la distribución binomial (n,p) anteriormente mencionada a la distribución de Poisson, con parámetro np, de modo que la función de distribución de X quedaría del modo siguiente.

$$OC(p) = \Pr(X \leq c \mid p) = \sum_{k=0}^c \frac{\exp(-np)(np)^k}{k!}$$

En la mayor parte de los casos, las curvas OC son construidas mediante la aproximación binomial, por lo que también son conocidas por curvas OC de tipo B, mientras que las curvas OC de tipo A corresponden a aquellas construidas empleando la distribución hipergeométrica. (Chase, Jacobs y Aquilano – 2009)

- Plan de muestreo doble: Basada en la toma de dos muestras de acuerdo a la secuencia siguiente:
  - ◆ Seleccionar una muestra de tamaño n1 para poder decidir si se acepta o rechaza el lote o se toma otra muestra.
  - ◆ En caso se tome una segunda muestra, se mezcla o combina la información de ambas para poder tomar la decisión de aceptar o rechazar el lote.

Este tipo de muestreo se utiliza cuando el resultado de un estudio preliminar con una cantidad muestra analizada, no brinda un resultado decisivo y, se necesita una segunda muestra de la misma población para dar un resultado final. (Montgomery – 2011)

- Plan de muestreo múltiple: Resulta ser una ampliación del concepto de plan de muestreo doble, donde se pueden tomarse más de dos muestras para poder decidir si se rechaza o acepta un lote. - El tamaño de la muestra en este tipo de muestreo, suele ser más pequeño que en el muestreo simple o doble. (Montgomery – 2011).
- Plan de muestreo secuencial o progresivo: Resulta ser un plan donde se extraen las unidades en forma individual y por cada extracción se puede tomar la decisión de aceptar o rechazar el lote o continuar con el muestreo.

### **Curva Característica**

Un muestreo de aceptación resulta eficiente únicamente si las conclusiones extraídas a partir de la muestra son similares si se examina todo el lote, es decir, si representan significativamente las características del lote. Esta eficacia o representatividad se representa en una curva característica, llamada también curva OC o curva característica de operaciones. En esta curva se grafica la probabilidad de aceptar un lote contra la fracción defectuosa del lote, es decir, indica la probabilidad de que un lote con cierta fracción defectuosa sea aceptado o rechazado. (Montgomery – 2011)

Se trata de un gráfico que expresa dado un plan de muestreo concreto, la probabilidad de aceptar un lote de acuerdo al porcentaje de artículos defectuosos, denominado por  $OC(p)$ , donde  $p$  es el porcentaje o proporción de artículos defectuosos presentes en el lote. Si  $p=0$  se aceptará el lote ya que toda muestra que se extraiga siempre se encontrará libre de artículos defectuosos, por lo que la probabilidad de aceptar el lote sería  $OC(0)=1$ . Por otro lado en caso que todos los artículos sean defectuosos, lo que corresponde a un  $p=1$ , se rechazará siempre el lote, lo que significa que la probabilidad de aceptar el lote sería  $OC(1)=0$ .

Como cada la decisión de aceptar un lote o no en un muestreo por atributos se da en función de la proporción  $p$  de defectuosos y este número se  $0 < p < 1$ , esto implica que siempre se podrá aceptar un lote que contenga artículos defectuosos ya que aun cuando en la muestra el valor de  $p$  sea igual a cero, en el lote se cumple que  $p > 0$ .

Sin embargo, en la práctica, un plan ideal no podría llegar a establecerse ya que el valor de  $p$  siempre es desconocido a menos que se haga una inspección total (lo que ya no corresponde con un plan de muestreo) ya que la proporción estimada en la muestra  $\hat{p}$  no es exactamente igual al lote, aunque si la muestra extraída es aleatoria y representativa, resulta ser semejante a esta. (Montgomery – 2011)

### **Errores de un muestreo de aceptación por atributos**

La selección de un valor para  $p_A$  en un plan de muestreo de aceptación por atributos, se presenta dos tipos de errores:

- Aceptar un lote con una proporción de defectuosos mayor a la proporción dispuesta a admitir por el comprador, es decir  $p > p_A$ . Esta situación ocurre cuando la muestra o muestras seleccionadas son aceptadas al tener una proporción de defectuosos menor a la proporción dispuesta a admitir por el comprador. También denominada riesgo para el comprador. (Chase, Jacobs y Aquilano – 2009)

- Rechazar un lote con una proporción de defectuosos menor a la proporción dispuesta a admitir por el comprador, es decir  $p \leq p_A$ . Esta situación ocurre cuando la muestra o muestras seleccionadas son rechazadas al tener una proporción de defectuosos mayor a la proporción dispuesta a admitir por el comprador. También denominada riesgo para el vendedor. (Chase, Jacobs y Aquilano – 2009)

De acuerdo a lo anterior, la eficiencia de un plan de muestreo se mide en función del poder minimizar ambos riesgos. Desde el punto de vista gráfico, equivale a diseñar un plan cuya curva OC sea próxima a la curva ideal, centrándose en un doble objetivo:

- Certificar que, mediante la implementación de dicho plan, lotes que tengan un porcentaje de defectuosos bajo, se puedan aceptar con una probabilidad alta. Gráficamente esto significa que a la izquierda del valor de  $p_A$ , la curva  $OC(p)$ , debe acercarse a la unidad. (Chase, Jacobs y Aquilano – 2009)

- Garantizar que lotes con un porcentaje de defectos alto sean aceptado con una probabilidad muy baja, lo que equivale a que al lado derecho de  $p_A$  la curva  $OC(p)$  se acerque a cero. (Chase, Jacobs y Aquilano – 2009)

De este modo, para poder determinar un plan de muestreo justo para ambos, tanto comprador como vendedor deberán acordar un plan cuya curva OC sea satisfactoria para los dos

## **Riesgo del Comprador y Vendedor**

### **Riesgo del vendedor**

Lo anterior expresado, conlleva a que tanto el comprador como el vendedor normalmente escojan en primer lugar un valor para  $P_A$  y en segundo lugar, un valor para la probabilidad de que un lote de calidad aceptable sea rechazado, en función de los resultados de la muestra. Este segundo valor se denomina riesgo del vendedor y se denota por  $\alpha$ , y corresponde a la probabilidad de rechazar un lote de alta calidad, es decir cuando se cumple que  $p = p_A$  y resulta ser igual a:

$$\alpha = 1 - OC(p_A)$$

El valor de  $1 - \alpha$ , es un número alto por lo que el valor de  $\alpha$  debe ser un número pequeño, generalmente entre 0.05 y 0.10.

Frecuentemente un plan de muestreo toma un valor de  $\alpha$  cercano a 5%.

Proporción de artículos defectuosos inaceptable:

A este indicador también se le conoce como NCR (nivel de calidad rechazable LQL o LTPD en inglés) y se denota por  $p_R$ . La relación entre  $p_R/p_A$  se encuentra entre 4 y 10. (Chase, Jacobs y Aquilano – 2009)

### **Riesgo del comprador o consumidor**

Se denomina riesgo del comprador a la probabilidad de que un lote de nivel de calidad rechazable sea aceptado y se denomina por  $\beta$ , y corresponde a la probabilidad de aceptar un lote de baja calidad es decir cuando se cumple que  $p = p_R$  y resulta ser igual a:

$$\beta = OC(p_R)$$

El valor de  $\beta$  debe ser muy bajo, generalmente entre 0.05 y 0.10. La mayor parte de planes de muestreo escogen un riesgo del comprador del 10%.

Todo fabricante que emplea el muestreo de aceptación desea una probabilidad baja de rechazar lotes buenos es decir un valor bajo para  $\alpha$ , mientras que el consumidor desea tener una probabilidad baja de aceptar lotes malos (o un valor bajo de  $\beta$ ). Además, el lote es de baja calidad si el porcentaje de defectos es mayor que el valor de NCL y es de alta calidad si no posee un valor mayor al NCA (Montgomery – 2011).

En general los planes de muestreo se establecen fijando los valores de  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $p_A$  y  $p_R$ , tomándose valores para  $\alpha$  y  $\beta$  de entre 5 y 10%.

En la gráfica OC que sigue a continuación se muestra la posición de estos valores para un plan de muestreo determinado, con valores de  $\alpha$  igual a 5%,  $\beta$  igual a 10%, NCA igual a 2% y LQL PDTL igual a 7.

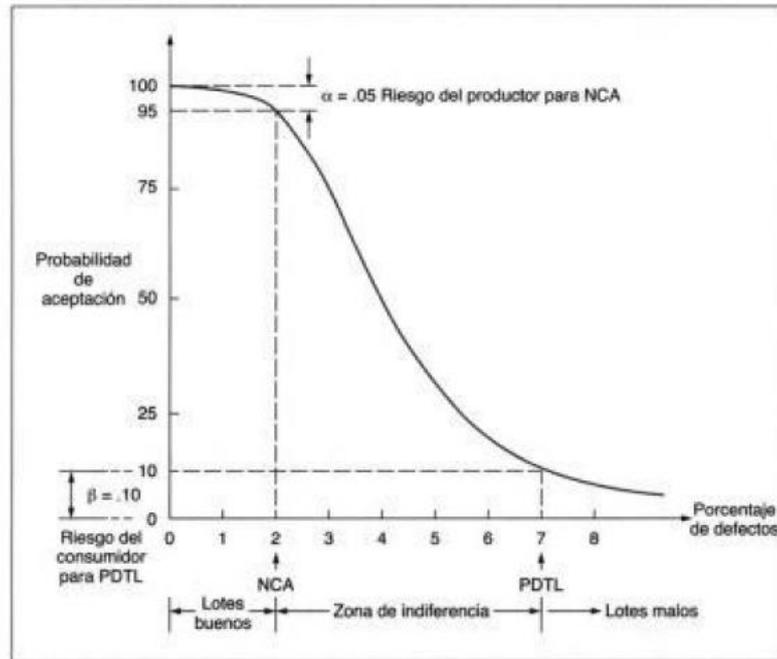


Fig. 18. Grafica Oc

Fuente: Control Estadístico de la Calidad - Montgomery (2011)

De este modo, en el eje X que muestra la proporción de defectos en el lote, se establece los siguientes límites para el mismo.

- Lotes con un valor de  $p$  entre 0 y el valor de NCA corresponden a lotes buenos
- Lote con un valor de  $p$  entre NCA y PDTL corresponden a lotes que se encuentran dentro de una zona de indiferencia.
- Lotes con un valor de  $p$  por encima de PDTL corresponden a lotes malos.

Por otro lado, en el eje Y se muestra la probabilidad de aceptación en el lote., también estableciéndose límites para el mismo:

- Probabilidad entre 0 y el valor de  $\beta$ , corresponde al riesgo del comprador
- Probabilidad entre 100 y 1-el valor de  $\alpha$  corresponde al riesgo del consumidor

- Probabilidad entre el valor de  $\beta$  y  $1 - \alpha$  corresponde a la zona de aceptación.

La selección de los valores de NCA,  $\alpha$ , NCL y  $\beta$  es una decisión empresarial, normalmente basada en sacrificio de costos. Como actualmente no se encuentran valores seleccionados para estos parámetros a nivel empresarial, se estimarán parámetros basados en los que resulten para un costo óptimo. (Chase, Jacobs y Aquilano – 2009)

### **Proporción de artículos defectuosos que se está dispuesto a admitir**

Este indicador también se conoce como NCA (Nivel de calidad Aceptable: AQL en inglés) y corresponde a la proporción de artículos defectuosos en un lote que es considerado aceptable. Se define como el porcentaje máximo de unidades defectuosas con el que se puede aceptar un lote. También se le conoce como el nivel de calidad del productor y también se denota por  $p_A$ . (Chase, Jacobs y Aquilano – 2009)

De este modo la regla de decisión indica que se acepta el lote si la proporción de defectuosos es  $p \leq p_A$  y se rechaza el lote si  $p > p_A$ . Luego un plan de muestreo ideal debería tener una proporción de defectuosos  $p \leq p_A$ , lo que equivale a que  $OC(p)=1$ ,  $p \leq p_A$ . En cambio, en el caso que si  $p > p_A$  cualquier plan llevaría a rechazar el lote, lo que equivale a que  $OC(p)=0$ ,  $p > p_A$ . Por ejemplo la figura que sigue muestra la curva CO para el plan de muestreo ideal con una proporción de defectuosos  $p$  igual a 0.1 donde la probabilidad de aceptar un lote con esa proporción es igual a 1. (Chase, Jacobs y Aquilano – 2009)

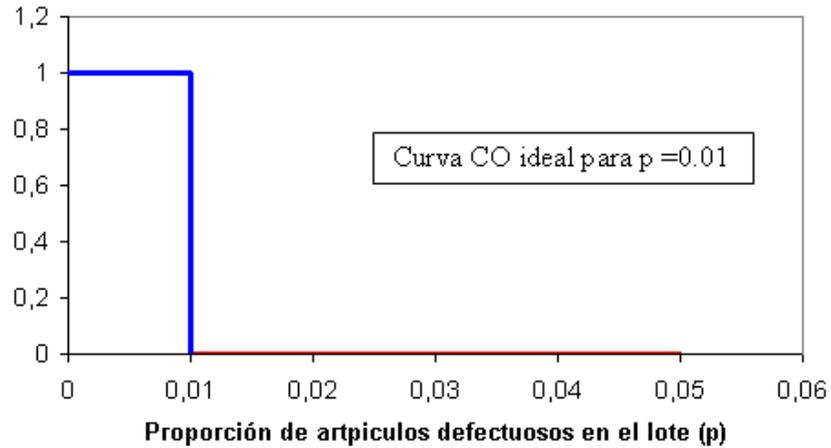


Fig. 19. Curva OC ideal

Fuente: Chase, Jacobs y Aquilano - 2009

### Optimización de planes de muestreo

Como se ha descrito a lo largo de este punto, aún determinados los valores de  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $p_A$  y  $p_R$ , puede resultar imposible el poder encontrar un plan en función a lo que solicitamos, sobre todo tomando en cuenta que  $n$  y  $c$  son números enteros. y de forma que la curva OC pase por los puntos  $(p_A, 1 - \alpha)$  y  $(p_R, \beta)$ . Para poder alcanzar un plan óptimo existen diversas estrategias, entre ellas: (Chase, Jacobs y Aquilano – 2009)

- Aproximación por una distribución normal

Se trata de un modo de determinar el plan de muestreo mediante la aproximación de la distribución binomial de la curva OC a la distribución normal.

Teorema de Aproximación de la binomial a la normal (Teorema de Movire-Laplace) Sea  $X$  una variable discreta con una distribución binomial con parámetros  $n$ ,  $p$ , donde se cumple que  $n > 10$ ,  $n \cdot p > 5$  y  $n \cdot q > 5$ , luego  $X$  se puede aproximar a una distribución normal  $N(np, \sqrt{npq})$

Luego aplicando el teorema anterior para la función de probabilidad de la curva característica, evaluada en los puntos  $p_A$  y  $p_R$  se obtienen las siguientes ecuaciones:

$$OC(p_A) = \Pr(X \leq c | p_A) = 1 - \alpha$$

$$X \sim \text{Bin}(n, p_A) \approx N(np_A, \sqrt{np_A \sqrt{np_A(1-p_A)}})$$

$$OC(p_R) = \Pr(X \leq c | p_R) = \beta$$

$$X \sim \text{Bin}(n, p_R) \approx N(np_R, \sqrt{np_R \sqrt{np_R(1-p_R)}})$$

Resolviendo las ecuaciones anteriores para hallar los valores para  $n$  y  $c$

$$n = \frac{n_0}{1 + n_0/N}$$

$$n_0 = \frac{[z_{1-\alpha}(p_A(1-p_A))^{0.5} + z_{1-\beta}(p_R(1-p_R))^{0.5}]^2}{(p_R - p_A)^2}$$

$$c = np_A - 0.5 + z_{1-\alpha} \left[ np_A(1-p_A) \left(1 - \frac{n}{N}\right) \right]^{0.5}$$

Los valores  $n$  y  $c$  que se obtengan deben ser redondeados al entero mínimo mayor.

- Método de Grubb

Este se encuentra basado en la distribución de Poisson y solo se puede emplear para ciertos valores de  $\alpha$  y  $\beta$ . Para esto se emplea la tabla de Grubb, en el ejemplo se muestra una tabla de Grubb con valores  $\alpha = 0.05$  y  $\beta = 0.10$ . (Chase, Jacobs y Aquilano – 2009)

- Plan JIS Z 9002

Esta norma japonesa trata de la aplicación de una tabla que proporciona valores de  $n$  y  $c$  para algunos valores de  $p_A$  y  $p_R$ . (Chase, Jacobs y Aquilano – 2009)

#### 2.4.2 Publicaciones/Investigaciones sobre Muestreo.

- ✓ **Statistical Methods in Cost-Reduction Projects** (Journal of Quality Technology, University of North Carolina -1969)

Los métodos estadísticos utilizados en el control de calidad y mejora de procesos se han extendido a todas las áreas de una organización. La reducción de costos es la medida de gestión más importante en las operaciones. Sin embargo, cada reducción de costos tiene que estar dada sin sacrificar la calidad del producto. Una vez que los estándares de calidad se han establecido en cada categoría de los procesos, es cuando se debe buscar las formas de reducción de costos. (Whiston, 1969)

Los métodos estadísticos son las herramientas más conocidas en los programas de reducción de costos, principalmente por 2 razones (Whiston, 1969):

- Para demostrar los ahorros obtenidos en comparación a otros métodos.
- Para demostrar que hay ahorros disponibles y difíciles de lograr si no se emplea un procedimiento estadístico.

#### Sampling Plans

La reducción de costos a través de planes de muestreo estadístico es un campo fundamental en los estudios sobre control de calidad. La eficiencia de los planes de muestreo basados en el análisis de componentes de varianza y el costo comparativo representa una gran contribución a los programas globales sobre reducción de costos.

El principal método de reducción de costos a través de planes de muestreo es diseñar un sistema en el que el costo total de la mano de obra que incurre en el muestreo de artículos defectuosos detectados sea mínimo. En ocasiones solo el inspeccionar el 100 por ciento de un lote es lo que te dará un resultado adecuado, pero, al inspeccionar lotes enteros, el costo de los defectos no detectados es alto, yendo en contra del programa de reducción de costos. (Whiston, 1969)

- ✓ **Optimal Economic Solution for a Normal Sampling Intervals Method in Quality Control** (Department of Mathematics, University of Evora, 2008)

Este estudio, tiene como propósito presentar una solución económica óptima en base a un método de muestreo altamente intuitivo en su naturaleza: El Intervalo de muestreo normal (NSI, por sus siglas en ingles). (Rodríguez, 2008)

Esta teoría presenta una solución simple que minimiza el costo total esperado por ciclo. (Rodríguez, 2008)

Método:

- El Intervalo de Muestreo Normal envuelve la función de densidad de la variable normal estándar, asumiendo que la distribución de los promedios es normal o aproximadamente normal (sobre la base del teorema del límite central). (Rodríguez, 2008)
- El método depende de un parámetro de escala único cuando otros métodos de muestreo dependen de varios parámetros. (Rodríguez, 2008)
- La idea de esta teoría, es tener menos inspecciones frecuentes cuando el promedio de la muestra está cerca al límite central y más inspecciones cuando es el caso opuesto. La densidad de la función brinda una adecuada forma de lograr lo anteriormente mencionado. (Rodríguez, 2008)

- El intervalo de muestreo es considerado como una variable aleatoria continua y permite tener una aplicación mucho más práctica al depender solo un parámetro. (Rodríguez, 2008)

En la práctica, la reducción del costo esperado es un importante punto en las operaciones de toda compañía, involucrando procesos de control estadístico y de calidad. La simplicidad del método postulado en este estudio, permite obtener una solución óptima, una vez que el tamaño de la muestra y los límites de control, así como los costos promedios considerados, han sido comprobados. (Rodríguez, 2008)

✓ **Acceptance Sampling with Rectification when Inspection Errors are Present** (University of Texas, 2001)

Este estudio presenta el muestreo de aceptación por rectificación, cuando ocurren errores de inspección al momento de estimar las no conformidades que se obtienen de un lote de producción. Los errores de inspección pueden traer consigo efectos significativos para el propósito de identificar no conformidades. (Anderson, Greenberg, Stokes – 2001)

Método:

- El plan de muestreo por aceptación, se basa en especificar el número de unidades a muestrear por lote producido, donde se acepta el lote si menos de un número fijo especificado de no conformidades, se encuentra en la muestra. (Rodríguez, 2008)
- Los lotes que no son aceptados pueden ser desechados o rectificadas. La rectificación es sustituir o desechar todas las unidades no conformes luego de la inspección de los lotes rechazados. Generalmente este método se utiliza cuando los costos de producción son altos. (Anderson, Greenberg, Stokes – 2001)
- La inspección de los lotes rechazados se da mediante el nuevo método planteado: El Factor Predictivo. Este método se basa en

rectificar las muestras si hay  $x$  números de no conformidades menores al nivel de aceptación  $c$ , es decir, las no conformidades se remueven y se acepta el lote (rectificación). Cuando hay muestras con  $x$  números de no conformidades mayores al nivel de aceptación  $c$ , todo el lote se inspecciona ( $c$ -defect plan). (Rodríguez, 2008)

Sin embargo, el punto a tener en cuenta es que, este procedimiento de muestreo puede tener dos problemas centrales, clasificar a un producto como no conforme cuando si lo está (falso positivo) o clasificar un producto como conforme cuando no lo está (falso negativo), luego de realizar el muestreo por rectificación. (Rodríguez, 2008)

- ✓ **Multidimensional Mixed Sampling Plans** (Bharathiar University, Coimbatore, India – 2003)

Este estudio explica los planes de muestreo mixtos, que son planes de muestreo de dos etapas en el que las características de las variables y los atributos estadísticos de la calidad se utilizan para decidir la aceptación o rechazo del lote. (Suresh and Devaarul – 2003) Debido a los sistemas de control de calidad modernos, los planes de muestreo mixtos se aplican ampliamente en diversas etapas de la producción. Es por esto, que se ha intentado diseñar planes de muestreo mixtos multidimensionales (MDMSP), que permita ser empleado en las diferentes etapas de la calidad y la calidad general en un lote. (Suresh and Devaarul – 2003)

La principal ventaja de un MDMSP sobre cualquier otro plan, es la reducción en el tamaño de la muestra para la misma cantidad de lotes a inspeccionar. (Suresh and Devaarul – 2003)

Método:

- Determinar los parámetros con referencia a la curva de operación característica (OC). (Suresh and Devaarul – 2003)

- Tomar una muestra aleatoria  $n$ , del lote. (Suresh and Devaarul – 2003)
  - Si el promedio de la muestra es menor a la restricción entre la especificación y el factor variable de la característica de la calidad por la desviación estándar, entonces se acepta el lote. (Suresh and Devaarul – 2003)
  - Si el promedio de la muestra es mayor a la restricción entre la especificación y el factor variable de la característica de la calidad por la desviación estándar, entonces, se debe tomar una segunda etapa de muestra tamaño  $n$ , del mismo lote. (Suresh and Devaarul – 2003)
  - Contar el número de deficiencias en cada característica de calidad en el mismo atributo. Si el número de no conformidades es mayor al número de aceptación  $c$  para cada característica, entonces rechazar el lote, de otra manera, aceptar el lote. (Suresh and Devaarul – 2003)
  - Reemplazar todos los ítems defectuosos con ítems aceptados, y aceptar todo el lote rechazado. (Suresh and Devaarul – 2003)
- ✓ **A Destructive Sampling Method Designed for Outsourcing Situations Involving High Quality Production Process** (Texas Tech University, USA)

La presente investigación describe el muestreo destructivo, que es un tipo de muestreo que se produce comúnmente en la industria de ensamblaje y fabricación, donde todas las unidades producidas no pueden ser probadas ya que las partes están probadas destructivamente. En esta situación, las técnicas de muestreo se utilizan para determinar si un lote completo debe ser aceptado o rechazado sobre la base de los resultados del muestreo. (Delgadillo, Bremer, Hoffman – 2007)

El propósito de esta investigación es el desarrollo de una técnica sofisticada que supervisa la calidad a un menor costo que los métodos tradicionales que todavía tiene características de supervisión similares en situaciones donde la calidad es alta y las pruebas son destructivas. (Delgadillo, Bremer, Hoffman – 2007)

La técnica propuesta, el método de muestreo destructivo para el proceso de producción de alta calidad (DSM-HQ, por sus siglas en ingles), se basa en una función de coste, que equilibra los costos de muestreo en comparación con los costos de encontrar un defecto en el campo. (Delgadillo, Bremer, Hoffman – 2007)

Los métodos de muestreo por aceptación, han sido estudiados y desarrollados para brindar un nivel de calidad deseado por los investigadores. Estos métodos son diseñados para garantizar el nivel de calidad basado en los resultados del muestreo. Si la calidad incrementa, los métodos tradicionales de muestreo, incluyendo los métodos de muestreo destructivos, requiere un número grande de unidades para ser muestreadas de manera que se pueda garantizar la calidad. El problema es que, para un muestreo destructivo, es necesario que el número unidades a ser muestreadas sea pequeño pero lo suficientemente grande para garantizar la calidad. (Delgadillo, Bremer, Hoffman – 2007)

Método:

- Usando el método Bayesiano, diseñado para probar en el nivel de calidad determinado por información previa, a medida que la calidad se incrementa, este metodo ajusta esta información previa sobre la base del último muestreo a ese nivel de calidad particular y se convierte en una técnica de monitorización.
- El método DSM-HQ determina la tasa de muestreo equilibrando el costo de encontrar un defecto en el muestreo y el costo de encontrar un defectuoso en el proceso. Ambos costos son funciones de la frecuencia de muestreo y la calidad del proceso. Si la calidad del procesos aumenta (disminuye) la velocidad de muestreo disminuirá (aumento). Como la probabilidad de un artículo defectuoso por lo que es en el campo aumenta la tasa de muestreo se incrementará.

## 2.5 Semántica, Términos y Definiciones

- **No Conforme:** Todo producto terminado que presenta alguna característica o especificación fuera de norma y que debe ser retenido para su evaluación. (Manual de Calidad, 2013)
- **Producto Terminado:** Son las conservas que resultan de la transformación del pescado. (Manual de Calidad, 2013)
- **Análisis visual:** Se detectará los defectos externos del doble cierre (caídas, cierre afilado, labios, fracturas, patinaje, falso cierre, pandeo, abolladuras, lavado de latas selladas, etc.). (Manual de Calidad, 2013)
- **Análisis visual en Calidad de Insumos:** verificación que se realiza durante el etiquetado, visualizando que la codificación sea correcta según el CLAT solicitado por el cliente, que no haya latas con etiquetas desniveladas, exceso de goma, el encajonado y codificado de cajas se efectúe adecuadamente y en el despacho se cumplan con las buenas condiciones de higiene, hermeticidad de los contenedores y que los camiones cuenten con materiales de protección de carga. (Manual de Calidad, 2013)
- **Controlado:** Condición que obtiene un producto en base al cumplimiento de los procedimientos y los criterios marcados. (FAO, 1997)
- **Controlar:** Adoptar todas las medidas necesarias para asegurar y mantener el cumplimiento de los criterios establecidos en los procedimientos. . (FAO, 1997)
- **Desviación:** Situación evidenciada cuando un límite crítico es incumplido. (FAO, 1997)
- **Límite crítico:** Criterio que diferencia la aceptabilidad o inaceptabilidad del proceso en una determinada fase. (FAO, 1997)
- **Medida de control:** Cualquier medida y actividad que puede realizarse para prevenir o eliminar un peligro para la inocuidad de los alimentos o para reducirlo a un nivel aceptable. (FAO, 1997)
- **Punto crítico de control (PCC):** Fase en la que puede aplicarse un control y que es esencial para prevenir o eliminar un peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos o para reducirlo a un nivel aceptable. (FAO, 1997)
- **Muestra:** Subconjunto de elementos de una población. (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)
- **Tamaño Muestra:** Número de elementos que constituyen la muestra. (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)

- **Parámetro:** Valor numérico que describe una característica de una población. (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)
- **Variable Aleatoria:** Es una variable que puede tomar un cierto número de valores, con una probabilidad asociada a cada valor. Esta variable, seguirá una distribución determinada. (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)
- **Muestreo:** Proceso para seleccionar una muestra de una población. (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)

## CAPITULO III: ESTADO DEL ARTE

### 3.1 Revisión de la Literatura sobre el tema de investigación

#### Literatura Sobre Muestreo

La investigación del autor Dean V. Neubauer y Stephen N. Luko del año 2013 propone una investigación de dos partes, que habla sobre las normas de muestreo de atributos comunes, las cuales se discuten y comparan. La Norma MIL-SRD-105 es el principal método de muestreo por atributo que ha dado lugar a una serie de normas derivadas de él en las últimas décadas. Si bien estas normas comparten muchos puntos en común, también hay algunas diferencias entre ellos. La MIL-STD-105, ya no es apoyada por el Departamento de Defensa de Estados Unidos, sin embargo, hay muchas normas comparables a utilizar que son apoyados por varias organizaciones de normalización. Entre ellos tenemos:

- ASTM E2234-09: Standard Practice for Sampling a Stream of Product by Attributes Indexed by AQL: Esta norma se utiliza mejor en una prueba de laboratorio y del medio ambiente y pero apoyándose en otras normas.
- ANSI/ASQ Z1.4 Sampling Procedures and Tables for inspection by attributes: Este método difiere del MIL-STD-105E y el E2234-09 en la definición de lo que constituye un elemento rechazable. Las siguientes definiciones son importantes como base para aplicar el método:
  - o Defecto: Al inicio de una característica del nivel de la calidad que se produce con una gravedad suficiente para hacer que un producto o servicio asociado no pueda satisfacer la intención normal o previsible de los requisitos de uso.
  - o No Conformidad: A la salida de una característica del nivel de calidad previsto o estado que se produce con la gravedad suficiente para hacer que un producto o servicio asociado no cumpla con el requisito de especificación.
- ISO 2859-1 Sampling Procedures for inspection by Attributes: Sampling Schemes Indexed by Acceptance Quality Sampling.  
La norma internacional ISO incorpora modificaciones de los conceptos originales de MIL-STD-105 y también refleja el estado del arte. ISO ha desarrollado una

serie de planes que soportan sistema de nivel de aceptación de la calidad (AQL) en ISO 2859.

**TABLE 1** Comparison of attribute sampling standards

Characteristics	MIL-STD-105E	ANSI/ASQ Z1.4	ASTM E2234	ISO 2859-1
Switch to tightened	2 of 5 consecutive lots rejected			
Switch from tightened	5 Consecutive lots accepted			
Switch to reduced	10 Lots accepted and passes limit number	10 Lots accepted and passes limit number	10 Lots accepted and passes limit number	Complicated switching score >30
Switch from reduced	Lot rejected Sample rejects in gap between Ac and Re	Lot rejected Sample rejects in gap between Ac and Re	Lot rejected Sample rejects in gap between Ac and Re	Lot rejected
Reduced table gap	Gap between Ac and Re	Gap between Ac and Re	Gap between Ac and Re	Plans changed and gap eliminated
Discontinuation of Inspection	5 Lots rejected on tightened			
Terminology	Defect Defective Limiting quality	Nonconformity Nonconforming Unit Limiting quality	Defect Defective Limiting quality	Nonconformity Nonconforming Item Consumer's risk quality
Defect classification	Critical Major Minor	Group A Group B Group C	Critical Major Minor	Class A Class B Class C
Arrows between Ac=0 and Ac=1	Arrows only	Arrows only	Arrows only	Arrows or fractional acceptance number plans with complicated acceptance score when lot size varies
Double	Same as 105E	Same as 105E	Same as 105E	Some plans changed for better ASN
Multiple AQL	Seven stages Acceptable quality level	Seven stages Acceptance quality limit	Seven stages Acceptance quality limit	Changed to five stages Acceptance quality limit

Fuente: Neubauer y Luko - 2013

### **Planes de Muestreo**

La investigación del Autor Muhammad Al-Salamah del año 2011, propone otra aplicación realista del modelo de cantidad económica de pedido (EOQ por sus siglas en inglés). Los investigadores que han estudiado modelos EOQ, asumen que un lote recibido contiene artículos perfectos e imperfectos. Todos los modelos de la literatura asumen que el lote recibido pasa por una inspección del 100% para separar ítems aceptables de los no aceptables. Sin embargo, el autor sostiene que el 100% de inspección no siempre es una opción barata para el comprador, en cambio, si la gran cantidad de ítems recibidos se somete a un plan de muestreo de aceptación antes de que el lote puede ser aceptado, esta puede ser una opción de ahorro de costos. Además, la prueba destructiva de elementos de la muestra de aceptación se debe realizar para comprobar la aceptabilidad de los elementos en el lote, como en los alimentos envasados. El modelo EOQ propuesto es cuando los artículos son de calidad perfecta e imperfecta y un solo plan de muestreo de aceptación con la prueba destructiva e inspección errores. Se supone que cuando se rechaza el lote,

elementos del lote rechazado se venden en un mercado secundario a un precio reducido. También supone que hay errores de inspección. A su vez, también propone un modelo EOQ cuando los artículos que se clasifican como defectuosos y no defectuosos y cuando el lote recibido se somete a un solo plan de muestreo de aceptación con pruebas destructivas y errores de inspección. La función del costo del modelo es igual a los costos totales menos las ganancias totales. Los costos totales incluyen los costos de ordenar, de retención, de ensayos no destructivos, y la aceptación del lote. Las ganancias incluyen los ingresos procedentes de la venta de los artículos restantes del lote rechazado. Las variables del modelo son el tamaño del lote y el tamaño de la muestra. El número de aceptación será asumido como cero, tal como se utiliza comúnmente en ensayos destructivos que se basan en el muestreo de aceptación. (Al-Salamah – 2011)

Asimismo, dentro de los planes de muestreo se propone otro modelo donde se realiza una modificación del modelo Dodge-Romig de inspección con rectificación con límite medio de calidad de salida (AOQL). La inversión de calidad y error inspección se consideran en este modelo modificado. Los parámetros óptimos del plan de muestreo por inspección y el nivel de inversión de calidad se determinan simultáneamente al minimizar el costo total esperado de producto bajo el valor AOQL especificado. El objetivo de este plan es de integrar la mejora de procesos y la inspección de muestreo para obtener el costo total esperado mínimo de producto cuando se produce el error de inspección, ya que, si se descuida el efecto del error de inspección, este puede impactar el costo total esperado de producto. (Chen – 2013)

El modelo está determinado bajo los siguientes supuestos:

- El proceso de fabricación debe estar bajo el control binomial con una fracción promedio del proceso defectuoso igual a  $p$ .
- La Inspección es con rectificación y los lotes rechazados son totalmente inspeccionados.
- Para asegurarse de que la calidad media del producto sea satisfactoria, el productor debe elegir un valor AOQL y planes sólo de muestreo que cumplan esta especificación.

- Entre los planes que tienen un AOQL especificado, el productor elige la minimización de inspección total medio, para el producto del proceso de fracción media defectuosa.

### **Control Charts con Planes de Muestreo.**

Los autores Linda Lee Ho, Roberto Da Costa Quinino, Emilio Suyama, Ruth Pereira Lourenco - 2012, proponen cambiar la estadística de monitoreo tradicional en un gráfico de control  $p$ , cambiando la proporción de muestreo  $p'$  para una nueva estadística denota como  $p''$ . El objetivo es minimizar los problemas en el diseño de la gráfica de control  $p$  para procesos de alta calidad cuando sólo un pequeño tamaño de la muestra está disponible. Según los autores, la idea de esta nueva estadística es simple, ya que consiste en tomar dos muestras independientes de una población de Bernoulli, donde, por cada muestra, la proporción de muestreo se calcula, y la nueva estadística de monitoreo es la media ponderada de la proporción de muestreo de cada muestra empleada para medir la proporción global de muestreo. El modelo indica que el gráfico de control  $p$  que emplea el nuevo  $p''$  estadístico, proporciona más valores de control de la longitud promedio de la proporción de muestreo.

En el control estadístico de procesos, el número de elementos conformes de una muestra aleatoria de tamaño  $n$  basado en un proceso estable también sigue una distribución binomial. Es la línea base de distribución para determinar los límites de control para los graficos  $np$  y  $p$ . Las tablas para el muestreo de aceptación también se desarrollan sobre la base de una distribución binomial. Los planes de Dodge-Romig AOQL se pueden utilizar bajo la suposición de que cada elemento inspeccionado se clasifica como bueno o defectuoso (muestreo de aceptación por atributos). (Lee Ho, Da Costa, Suyama, Pereira – 2012)

Por otro lado, los autores Muhammad Aslam, Amna Nazir y Chi-Hyuck Jun – 2014, proponen un nuevo gráfico de control  $np$  mediante la utilización de la información sobre los últimos subgrupos a través de la idea del muestreo múltiple de estado dependiente. El gráfico de control propuesto tiene dos pares de límites de control y sus parámetros se determinan considerando el objetivo de control de la longitud promedio de la corrida (ARL por sus siglas en ingles). Para comprobar la eficacia de la gráfica de control propuesto, los ARL fuera de control se evalúan para diferentes turnos proceso. La eficiencia de la tabla propuesta se

compara con el tradicional cuadro de control  $np$  de Shewhart y los resultados deberían de mostrar que el gráfico de control propuesto tiene un mejor rendimiento que el gráfico de control  $np$  tradicional.

La longitud promedio de las corridas, son comúnmente utilizadas para medir el rendimiento de los cuadros de control. Básicamente, el ARL es el número promedio de los puntos que deben ser trazados antes que algún punto muestre estado fuera de control. En este estudio, un nuevo cuadro de control  $np$  es propuesto usando el muestreo múltiple de estado dependiente (MDS, por sus siglas en inglés). El nuevo cuadro de control  $np$ , teniendo dos pares de límites de control es propuesta usando el muestreo MDS. El proceso operacional del plan propuesto es dado por los siguientes pasos:

- Establecer el límite de control exterior del  $LCS_1$  y el  $LCL_1$ , así como el límite de control interno para el  $LCS_2$  y el  $LCL_2$ , usando la data para el proceso en control. (Aslam, Nazir, Jun – 2014)
- Seleccionar una muestra aleatoria de tamaño  $n$  del proceso de producción de cada subgrupo y contar el número de defectos  $D$ . (Aslam, Nazir, Jun – 2014)
- Se declara el proceso “en control” si el  $LCL_2 < D < LCS_2$ . Se declara el proceso como “fuera de control”  $D > LCS_1$  o si  $D < LCL_1$ , si no cumple ninguno de los supuestos antes mencionados se realiza el siguiente paso. (Aslam, Nazir, Jun – 2014)
- Declarar el proceso está bajo control si  $i$  subgrupos procedentes declaran el proceso como en el control. Si no cumple lo antes propuesto, el proceso debe ser declarado como fuera de control. (Aslam, Nazir, Jun – 2014)

### **Errores de Muestreo**

El reconocimiento de los errores de muestreo y su impacto en la variación de datos es una consideración importante en la validación final de productos y su aceptación (L. Smith – 2011). Los errores de muestreo pueden influir en gran medida en la validación de datos, hacer juicios incorrectos, afectar las tendencias y variaciones y así, afectar significativamente la exactitud y precisión de los datos. Los errores de muestreo pueden ser generalmente clasificados como errores materiales, errores de proceso y errores de muestreo. Se han identificado diez errores de muestreo individuales específicos. Los métodos de validación pueden, simplemente,

identificar las muestras necesarias para poner a prueba un proceso sin describir adecuadamente el método para la obtención de estas muestras y preservar la integridad de un lote. Los datos son generados y los resultados calculados por procedimientos generales. Cuando los resultados no son aceptables o no son los esperados, se realiza una investigación que aborda las fuentes habituales del problema sin incluir los datos del muestreo. (Smith – 2011)

La selección de la muestra rara vez es correcta y no se prescribe en un grado suficiente para evitar errores y variaciones. (Smith – 2011)

- **Selección de la Muestra – Definición de la Muestra**

Aquí se presencia el error más incomprensible, debido a la variación de datos incorrecto al momento de seleccionar la muestra, que va desde la definición de la muestra hasta la recogida de muestras. Definir la muestra es determinar qué subconjunto del lote estará en la muestra. El principio de la toma de muestras debe ser correcto, siguiendo un procedimiento claro para reducir los errores en la selección de la muestra. Cada porción del mismo lote debe tener la misma oportunidad de estar muestreada, teniendo en cuenta que la calidad de la muestra debe ser preservada durante y después del muestreo. (Smith – 2011)

En el muestreo aleatorio simple, las unidades de una población se eligen de forma individual (uno a la vez), con igual probabilidad (cada unidad tiene la misma probabilidad), y completamente al azar (mediante un proceso aleatorio bien definido). Ninguno de estos tres aspectos se puede lograr con un muestreo estadístico al azar, ya que uno no muestrea unidades individuales o artículos solos. El muestreo estadístico al azar se compone de muchos ítems agrupados, siempre de diferentes tamaños, aunque sólo ligeramente iguales, por peso o volumen, por lo tanto, no estamos muestreando con igual probabilidad. (Smith – 2011)

Por otro lado, el autor Chattinnawat - 2013, propone un modelo que tiene como objetivo, investigar la diferencia en el diseño del número de cero aceptación de los planes de muestreo simple, utilizando la fracción aparente de no conformidades y la distribución binomial contra la distribución hipergeométrica cuando ambos tipos de errores de inspección están presentes.

Cuando los errores de inspección están presentes, la probabilidad de aceptación disminuyen extremadamente, incluso para el 1% de los errores de inspección de

Tipo I (Rechazo de un buen producto) y Tipo II (Aceptar malos productos). Las nociones Binomiales no conformes aparentes rinden una sobreestimación de la probabilidad de aceptación, en comparación con la noción compuesta hipergeométrica en los planes de muestreo simple de cero aceptación, especialmente en fracciones bajas de niveles de no conformidades. Las diferencias de las probabilidades calculadas de aceptación y los tamaños mínimos de la muestra disminuyen a medida que la inspección error Tipo II aumenta dado un valor fijo de error de Tipo I y un riesgo para los consumidores. Es por eso que se propone el estudio numérico para comparar la probabilidad calculada de aceptación y el tamaño mínimo de la muestra cuando se utiliza el concepto actual de diseño de la distribución binomial con la fracción no conforme reemplazada con el número aparente. Bajo la presencia de errores de inspección y el número de cero aceptaciones, la probabilidad de aceptación se deriva y se presenta en términos de una función alternativa de probabilidad generada. Este modelo utiliza método numérico para determinar las diferencias en la probabilidad de aceptación. (Chattinnawat – 2013)

### **Reducción de Costos**

Los muestreos de Inspección son críticos para la prevención de no conformidades en la producción. La optimización puede ser usada para determinar una estrategia de muestreo, obteniendo con ello, una mejor relación entre los riesgos de no conformidades y los costos de muestreo para evitar los riesgos. Los Autores Zlatan Hamzic, Elizabeth Cudney y Ruwen Qin – 2013, indican que se necesita una estrategia óptima de inspección con el fin de minimizar el costo total, el cual debe ser capaz de garantizar un cierto nivel de calidad. Con el fin de minimizar el costo total, debe haber una relación óptima entre el coste de la evaluación, que es el costo que se genera de hacer control de calidad, y el costo de la prevención, que es el costo que se genera desde la prevención de los defectos hasta llegar al consumidor final, y esta relación debe estar bien establecida de manera que se pueda bajar el costo de falla y, por tanto, el coste total.

Inspección por muestreo: Con el fin de minimizar el costo de falla, las empresas tienen planes de inspección por muestreo que tienen por objetivo, evitar que los componentes no conformes estén presentes en el producto final (lote de productos finales). Si se realiza un 100% de inspección, este consume tiempo y aumenta el

costo del producto final. Si no se realiza inspección alguna (0% de inspección) esto no garantiza la calidad del producto. (Hamzic, Cudney y Qin – 2013)

Hay muchos métodos de muestreo por aceptación que se han aplicado en el mundo industrial, sin embargo, uno de los autores investigados, advirtió que la recopilación de datos y tablas de muestreo podrían conducir a un exceso de muestreo durante el uso de las teorías económicas, debido a que ciertos factores podrían no ser obtenidos. El autor sugiere que el plan de muestreo debe ser seleccionado y supervisado por su mejor rendimiento y, posteriormente, si los datos son suficientes y se realiza un ajuste necesario, se podrían utilizar para otros estudios. Otro autor investigado sugiere que, para el muestreo de aceptación, se debe considerar cuantas partes buenas hay entre dos partes malas y de esta manera, poder controlar el nivel de cero defectos. Si hay un número menor de partes buenas entre dos partes malas entonces la teoría del límite inferior sugiere que el lote debe ser rechazado. Los límites de mantener o descartar un lote deben ser planteados de tal forma que se pueda conseguir cero defectos, por un costo menor. (Hamzic, Cudney y Qin – 2013)

A su vez, si se trata de explicar los planes de muestreo simple - AOQL para la inspección de lotes rechazados, el autor Jindrich Klufa – 2013, considera dos tipos de Planes AOQL - para la inspección por variables y para la inspección por variables y atributos (todos los artículos de la muestra son inspeccionados por variables, el resto de los lotes rechazados es inspeccionado por atributos). Estos planes, a su vez, se comparan con los planes AOQL Dodge-Romig por atributos. El cálculo de estos planes se considera difícil, por lo que la investigación se base en el método actual existente.

El método AOQL por variables y atributos empieza considerando que cada ítem inspeccionado va ser clasificado como bueno o defectuoso (parte del muestreo de aceptación por atributos). Se escoge una muestra aleatoria de  $n$  elementos y se calcula la media y la desviación estándar (todos los ítems de la muestra son inspeccionados por variables específicas, mientras que el resto de lotes rechazados se inspecciona solamente por atributos). Se especifican parámetros y, en base a los datos obtenidos desarrollando las fórmulas de maximización del muestreo simple, se determina el plan de aceptación, obteniendo el límite de calidad media de salida. El plan de aceptación que tratara de minimizar el costo medio de inspección de calidad del proceso, es el que incluye, tanto el costo de inspección por atributos

como el costo de inspección por variables. Finalmente se concluye que el Método de Inspección AOQL por variables y atributos es más económico que el método de muestreo Dodge-Romig simple por atributos. (Klufa – 2013)

### **Muestreo Predictivo**

La investigación de los autores Xiaochu Tang, Yuan Li, Jinyu Guo, Zhi Xie, del año 2014, propone un modelo de predicción de la calidad final de un producto, basado en el modelo de Calidad del Producto Acumulado por Fase (PCPQ, por sus siglas en inglés) que es, básicamente, calidad acumulada desde la fase de inicio de un proceso por lotes de producción que cuenta con múltiples fases, hasta el final.

La Calidad final de un producto generalmente se aprecia después de que todo el proceso de producción es completado, sin embargo, esto no permite que los operadores tomen medidas correctivas inmediatas para prevenir que la calidad de un producto no cumpla con las especificaciones. Debido a lo anterior mencionado, es que se vio la necesidad de realizar un nuevo método de predicción de la calidad final de un producto que tiene un proceso de lotes de producción con múltiples fases. La idea básica que fundamenta el método es que la calidad de un producto es el resultado de la suma de la calidad de cada una de sus fases de producción. (Tang, Li, Guo, Xie, 2014)

El modelo PCPQ, considera los diferentes efectos en cada fase del proceso de producción para definir la calidad del producto terminado. Sin embargo, a diferencia de los modelos que ya existen en la actualidad, este método también considera el efecto común de todas las fases del proceso de producción. Es decir, la calidad del producto final es igual a la suma de todos los PCPQ. (Tang, Li, Guo, Xie, 2014)

El Proceso debe ser dividido en 2 fases. Una fase con los datos para el PCPQ y la otra para el RPCPQ. En cada una de las fases se compara el método de acumulación de la calidad obtenido en cada parte crítica del proceso (efectos comunes en el proceso junto con los efectos diferentes en cada etapa del proceso), junto con el método Zhao, que trata de modelar la calidad del producto final en base a la ponderación de la calidad final al final de cada fase del proceso. (Tang, Li, Guo, Xie, 2014)

Finalmente, se ingresan los datos en un programa de muestreo donde, mediante el modelamiento de la predicción de la calidad, se refleja la correlación de las variables en el proceso y se analizan los resultados. De esta manera se obtienen puntos

críticos del proceso que deben ser mejorados, ya que afectan en gran magnitud a la calidad final del producto. (Tang, Li, Guo, Xie, 2014)

En resumen, la ventaja del modelo PCPQ para predecir la calidad del producto terminado, es que considera tanto los diferentes efectos de cada una de las fases dentro del proceso de producción, así como, los efectos comunes que este pudiera generar, para desarrollar un modelo predictivo de calidad final en cada una de las fases del proceso de producción y se pueda mejorar la calidad en ellas. Así se lograría un producto terminado con calidad que este dentro de los límites de aceptación. (Tang, Li, Guo, Xie, 2014)

### **3.2 Críticas y Deficiencias a la literatura existente.**

#### **Literatura Sobre Muestreo**

En este punto se compara las normas de muestreo de aceptación, mostrando diversos puntos trascendentales de cada uno de los mismos para determinar cuál es superior. La mejora que se propone al estudio basado por los autores Dean V. Neubauer y Stephen N. Luko, es incluir los estándares del plan Dodge-Romig, el cual, según Montgomery - 2011, es un plan que desarrolla un conjunto de tablas de inspección muestral para la inspección lote por lote de un producto para atributos. En las mencionadas tablas se exponen dos tipos de planes de muestreo. Planes de Protección para la Tolerancia de Porcentaje Defectuoso en un lote (LTPD) y Planes que proporcionan un Limite Especificado para la Calidad de Salida Promedio (AOQL).

#### **Plan de Muestreo**

La investigación dada por el autor Muhammad Al-Salamah - 2011, propone un modelo de muestreo por aceptación con rectificación de los lotes rechazados, donde indican que los productos no conformes que han sido rechazados luego de los muestreos de aceptación, pueden ser vendidos a menor precio y obtener una ganancia a pesar de la pérdida por no conformidad. La crítica básica que se tiene

de este estudio es que deberían especificar qué productos si pueden ser vendidos y cuales no ya sea por sus propiedades físicas o químicas, ya que estos podrían afectar la salud de las personas y como consecuencia, la imagen de la empresa.

Por otro lado, los planes de Dodge-Romig que se diseñan para que la inspección promedio total para un AOQL dado y promedio del proceso  $p$  especificado se minimicen, hacen que los planes de Dodge-Romig sean útiles para la inspección dentro de la planta de productos terminados. (Montgomery – 2011). Sin embargo, el modelo planteado por el autor Chen – 2013, que explica un modelo mejorado de este método de Dodge-Romig, no ilustra un cuadro comparativo entre el modelo Dodge-Romig tradicional y el nuevo modelo para analizar, de una manera ordenada, cuando se debe utilizar el método tradicional y cuando el método mejorado propuesto, ni en que situaciones o clases de productos.

### **Control Charts para Planes de Muestreo**

En esta parte del estudio, no se contempla una relación clara entre el nuevo método propuesto por los autores Ho, Da Costa Quinino, Suyama y Pereira Lourenco – 2012, con los planes de muestreo por atributos. Si bien mencionan el método Dodge-Romig, no se los beneficios de enlazar el método de muestreo antes mencionado con las tablas de doble control que propone el autor. Además, no se especifica en qué procesos se puede emplear el método propuesto o cuando un proceso debe tener una muestra pequeña para cumplir con los requisitos que este nuevo método contempla.

Así también, los autores Aslam, Nazir y Jun – 2014, no contemplan una relación entre el muestreo de aceptación por atributos que pueda ser complementado con el nuevo cuadro de control por atributos. Si bien menciona una forma de muestreo donde se observan los beneficios de este cuadro de control por atributos propuesto, sería conveniente agregar un punto donde se comparen, el muestreo de estado dependiente múltiple con el nuevo cuadro de control por atributo y el muestreo de aceptación por atributos con el mismo cuadro, de manera que se pueda analizar, cual método combinado aporta un mayor beneficio a un proceso que debe ser inspeccionado.

## **Errores de Muestreo**

A pesar que el tema fundamental de las investigaciones plasmadas en esta investigación es mostrar todas las clases de errores de validación en los métodos de muestreo, no cuenta con un punto donde se exponga un procedimiento general sobre como mitigar estos errores y como realizar una mejor selección de datos que permita no incurrir en los errores presentados. Por el contrario, en uno de los estudios realizados por la misma autora L. Smith, sobre Data Error – 2010, se especifica unas políticas y procedimientos de registro de datos para minimizar los errores en los registros de datos y, ya que estamos ante un estudio posterior, se pudo emplear la misma estructura del estudio realizado en el 2010 para complementar la investigación.

A su vez, la investigación dada por el autor Chattinnawat – 2013, no incluye un punto donde se mencionen los costos de realizar un plan de muestreo de cero aceptación con los dos tipos de errores referenciales que pueda ser de beneficio para la organización que aplica el método propuesto.

Según una investigación del autor Al-Salamah del año 2011, tiene como objetivo, encontrar una cantidad de pedido óptima y tamaño óptimo de la muestra con número de aceptación cero que minimice el costo total medio a un nivel de servicio de aceptable de inspección. Sin embargo, comparando este estudio con investigación proporcionada en este punto, esta no menciona costos ni beneficios.

## **Reducción de Costos**

La principal investigación que se muestra es una revisión de la literatura sobre optimización en base a inspecciones con muestreo y habla sobre los métodos más comunes de muestreo por aceptación para lograr este objetivo, este no contempla el método Dodge-Roming el cual, es uno de los métodos fundamentales en los planes de aceptación de muestras (Montgomery – 2011). Una propuesta fundamental para el estudio realizado por Hamzic, Cudney y Qin – 2013, es agregar este método y realizar un cuadro comparativo que permita discernir cual es el mejor método según el proceso de producción y los objetivos trazados.

Añadido a los anterior, el procedimiento de muestreo por aceptación que considera tanto variables como atributos desarrollado por Klufa – 2013, no toma en

consideración, los procesos que tienen múltiples fases y por ende, variables distintas por fase de proceso. Según el estudio realizado por Xiaochu Tang, Yuan Li, Jinyu Guo, Zhi Xie del año 2014, se puede emplear un muestreo predictivo cuando se tienen variables distintas por proceso, sin embargo, no incurren en muestreo por aceptación. Recomendamos incluir un punto adicional donde se expliquen las exclusiones de la investigación, es decir, los procesos de producción que no pueden realizar este tipo de muestreo.

### **Muestreo Predictivo**

La investigación dada por Tang, Li, Guo y Zhi Xie - 2014 no contempla un método de muestreo cuando se obtiene el producto al final de la producción, para determinar si este es apto para el consumo humano y si satisfará las necesidades del cliente. A pesar que utiliza un modelo predictivo para mejorar la calidad final del producto analizando las variables de cada una de las fases del proceso, un punto adicional que se propondría para este estudio sería realizar un muestreo de aceptación una vez obtenido el producto terminado y verificar cual es el porcentaje de desviación del proceso en base a la cantidad de productos no conformes obtenidos luego del análisis predictivo. Tal como lo indica los autores Hamzic, Cudney y Qin – 2013, para minimizar los costos por devolución, las compañías deben realizar planes de muestreo de inspección de los lotes de productos finales, de manera que se logre prevenir que una no conformidad llegue al cliente.

### **3.3 Árbol de investigaciones relacionadas con el tema**



## **CAPITULO IV: APOORTE O PROPUESTA DE SOLUCION**

### **4.1 Fundamentos del Aporte**

Para fundamentar el aporte central de la presente investigación, se mencionarán las bases de la elección del problema como punto de partida. Como se mencionó en el Capítulo I, el problema central que posee la empresa investigada es que está realizando un proceso de inspección ineficiente al final del proceso de producción de conservas de pescado. El proceso a analizar es la inspección visual al 100% de las conservas una vez que salen de las líneas de producción hacia el almacén de productos terminados donde se realiza esta inspección, lata por lata, para determinar cuántas de estas deben ser aceptadas o rechazadas en base a su aspecto físico. Sin embargo, lo que se cuestiona es la cantidad de personal que incurre para realizar esta inspección y los costos que esto conlleva, versus la cantidad de conservas consideradas como no conformes, lo cual termina siendo ineficiente.

Según el Procedimiento P-CC-015 - Control de Calidad de la Conserva de Pescado - 2012, al día siguiente de la producción, el Analista de Aseguramiento de la Calidad debe anotar todos los códigos producidos, para luego elaborar un vale de salida que será autorizado por el Supervisor de Aseguramiento de la Calidad y el Jefe de Producción y así, proceder a efectuar el muestreo. El analista de Aseguramiento de la Calidad se desplaza a la zona de enfriamiento y entrega el vale de salida a la controladora de Empaque y manualmente procederá a coleccionar, aleatoriamente (considerando las diferentes horas de producción), 8 latas de conserva por cada código producidos. Luego de los análisis químicos respectivos, si el resultado es conforme, directamente se registra y, si no es conforme, se declara como no apto.

Por el contrario, el P-LO-009 Procedimiento para el muestreo y remuestreo de conservas - 2012, indica que el Asistente de Logística recibe la orden de servicio de Muestreo que es enviada por Aseguramiento de la Calidad y la entrega al surveyor para que pueda realizar la toma de muestras. El inspector de Aseguramiento de la Calidad coge por muestreo de producción, once latas por código y eventualmente podrá ampliar la cantidad a muestrear emitiendo una nueva orden de salida. Adicionalmente, se entrega al almacenero, tres latas como contramuestra, para que sean almacenadas en el almacén N01 – Almacén de Contramuestras. Si el producto, después de ser analizado, no es apto, se procede a realizar todo el proceso

nuevamente. Si el producto es apto, se emiten guías internas, se registra y termina el proceso.

Sin embargo, hay 2 puntos centrales que los procedimientos antes mencionados no contemplan o presentan como deficiencias:

- a) No se indica los pasos y fundamentos del procedimiento de inspección al 100% previo, el cual se está realizando antes de entregar las muestras al área de Aseguramiento de la Calidad para los análisis físico-organolépticos.
- b) No hay concordancia entre los procedimientos de muestreo del Sistema Gerencial de Calidad de la empresa investigada, al no establecer una cantidad única de unidades de muestra (según lote producido) que serán analizadas por el área de Aseguramiento de la Calidad.

Según el Jefe de Aseguramiento de la Calidad – Conserva, en la actualidad, se están siguiendo los siguientes pasos para realizar la inspección de las conservas de pescado antes de ser consideradas aptas para el consumo:

1. Una vez obtenido el producto final, se llevan las conservas al área de enfriamiento.
2. Se apuntan los códigos obtenidos en cada uno de los turnos y se registra la cantidad total como Stock “Preliminar”
3. Se realiza una inspección visual del aspecto del envase (Control del Aspecto del envase), y según los defectos presentados se pasa a aceptar o rechazar las conservas.
4. Si las conservas pasan el análisis visual, es decir si se encuentran en Grado 1, se derivan a los análisis Físicos-Organolépticos.

Según la Política de Calidad de la empresa en investigación (Manual de Calidad – 2013), las conservas aptas para el consumo humano, son las consideradas hasta Grado 1. A partir de las conservas rotuladas como Grado 2 hasta Grado 4, se consideran como No Conformes, desechándose las mismas, sin oportunidad de ser usadas para su comercialización.

Asimismo, otro problema que se evidenció, es la cantidad de personal de almacén que está contratado para las actividades de inspección y tareas adicionales ligadas a almacén. Como se mencionó en el Capítulo I, la empresa en investigación

necesita 50 personas para realizar la inspección visual al 100% de todo el lote producido, pero una vez que terminan esta revisión (2 horas después aproximadamente), el 60% de ellos se dedican a actividades directas de almacén, mientras que el 40% de los mismos, se dedican, por momentos, a actividades pendientes y luego tienen tiempos muertos. El gasto de personal es el mayor egreso de los costos administrativos, por lo que se evidencia un mal análisis de la fuerza de trabajo por turno de producción.

Adicional a ello, como se puede observar, desde el año 2012, la producción viene decreciendo con respecto a los años anteriores. (Memoria - 2012-2015)

<b>Producción de Conservas (Cantidad de Cajas por año)</b>				
<b>Año</b>	<b>Cajas Exportadas</b>	<b>Cajas Mercado Nacional</b>	<b>Total, Cajas Producidas</b>	<b>% Reducción respecto al año anterior</b>
<b>2011</b>	1,346,717.00	1,601,477.00	2,948,194.00	-
<b>2012</b>	1,092,196.00	242,907.00	1,335,103.00	-55%
<b>2013</b>	527,788.00	195,514.00	723,302.00	-46%
<b>2014</b>	348,959.00	102,739.00	451,698.00	-38%
<b>2015</b>	71,368.28	285,473.14	356,841.42	-21%

Cuadro 7: Producción de Conservas

Fuente: Memoria 2012 -2015

Elaboración Propia

Si se analiza los factores que impactaron en la disminución de la producción y ventas a nivel del sector, el primero en ser mencionado es la reducción en la cuota de pesca. La administración y control de la actividad pesquera en el Perú, está a cargo del Ministerio de la Producción (Produce), el cual establece vedas biológicas durante las épocas productivas de la anchoveta o cuando se cubre la cuota de extracción recomendada por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE). A su vez, a partir del 2009, entro en vigencia el régimen de “Límites Máximos de Captura por Embarcación - LMCE”. A través de este sistema, aprobado mediante el Decreto Legislativo N° 1084, se asignó un Porcentaje Máximo de Captura (PMCE) a cada embarcación sobre la base de su record histórico de pesca y la capacidad de bodega autorizada en su permiso de pesca. Sin embargo, a diciembre del 2014 se registró una disminución en el desembarque nacional del 52% con respecto al año anterior. Esta disminución en el desembarque estuvo

ligada, principalmente, por el segundo factor a tomar en cuenta, que fue la presencia del “Fenómeno del Niño”, durante el 2014. Este fenómeno origino el arribo de ondas kelvin (masas de agua caliente) durante todo el año, incrementando la temperatura del mar, dando como consecuencia, un impacto negativo al hábitat natural de las especies marinas y su proceso productivo. Hacia fines del 2014, el Ministerio de la Producción decidió la no apertura de la segunda temporada de pesca. (Memoria – 2014)

Por lo mencionado anteriormente, la empresa no puede incurrir en gastos extras que aumenten el costo de producción y finalmente el precio de venta de sus productos finales. Esto, porque, según se mencionó en el Capítulo I y como estamos observando en las tablas anteriores, la empresa está generando pérdidas sustanciales anuales que no le permiten tener precios competitivos en el mercado nacional e internacional, para contrarrestar estas pérdidas.

El fin de la presente investigación es mejorar la eficiencia en uno de sus procesos para poder combatir, en una parte inicial, los costos extras incurridos en una inspección visual preliminar del producto terminado y así reducir sus gastos.

## **4.2 Propuesta de Solución**

El aporte de la presente investigación, se basará en implementar un plan de muestreo de aceptación por atributos que permita mejorar la eficiencia en costos y tiempo que es comúnmente empleado en realizar determinada inspección visual. Asimismo, se propondrá un número óptimo de personal para realizar la inspección y, por ende, se propondrá una cantidad necesaria de personal por turno de producción para realizar las actividades directas de almacén que permita reducir el gasto de personal.

La decisión de escoger entre la inspección al 100% y la inspección muestral debe hacerse teniendo en cuenta diversos factores, como:

- Costo de Inspeccionar cada artículo.
- Cantidad de Productos que se deben inspeccionar.

- Tiempo que se requiere para la inspección.
- Costo de no detectar productos defectuosos.
- Costo de aceptar lotes defectuosos.
- Costo de rechazar lotes aptos.

Por el contrario, hay casos en los que definitivamente se debe aplicar la inspección al 100%, como son:

- Cuando se trata de inspeccionar productos que pueden contener defectos tales que, pongan en peligro la integridad de los consumidores o que incapaciten al producto para cumplir su función.
- Cuando se trata de lotes pequeños, pero con un costo elevado.
- Cuando se inspeccionan artículos cuya fabricación no se ha llevado un buen control de calidad
- Cuando el costo de inspección es muy pequeño y este se puede hacer de forma rápida.

Sin embargo, en lo que respecta a la presente investigación, se comprobará que aplicar un plan de muestreo es más eficiente que realizar una inspección al 100%, esto, en base a la cantidad de conservas encontradas como no conformes en cada inspección y por la cantidad de mano de obra empleada para realizar dicha inspección. Además, el proceso de producción se encuentra controlado en todos sus niveles, por lo que la probabilidad que salgan elementos no conformes es de 0.3%, cantidad de conservas defectuosas por cada lote de producción (proporción de defectuosos promedio mensual corresponde a 0.31% del lote).

Según la NPT 700.002 2012 – Lineamientos y Procedimientos de muestreo del Pescado y Productos Pesqueros para inspección, la no conformidad debe ser clasificada según su grado de severidad, tal como:

Grado 2: Conservas que presentan defectos en el aspecto del envase.

- Clase A: Aquel tipo de No Conformidad considerada de mayor gravedad. En el muestreo por aceptación, a las conservas que se encuentran dentro de esta clase, se le asignara un valor de límite de calidad aceptable (LCA) muy pequeño.
- Clase B: Aquel tipo de No Conformidad considerada de menor gravedad. Por lo tanto, a las conservas consideradas en este grupo, se les asignara un valor del

límite de calidad aceptable (LCA) mayor que los de clase A y menos que los de grado 3.

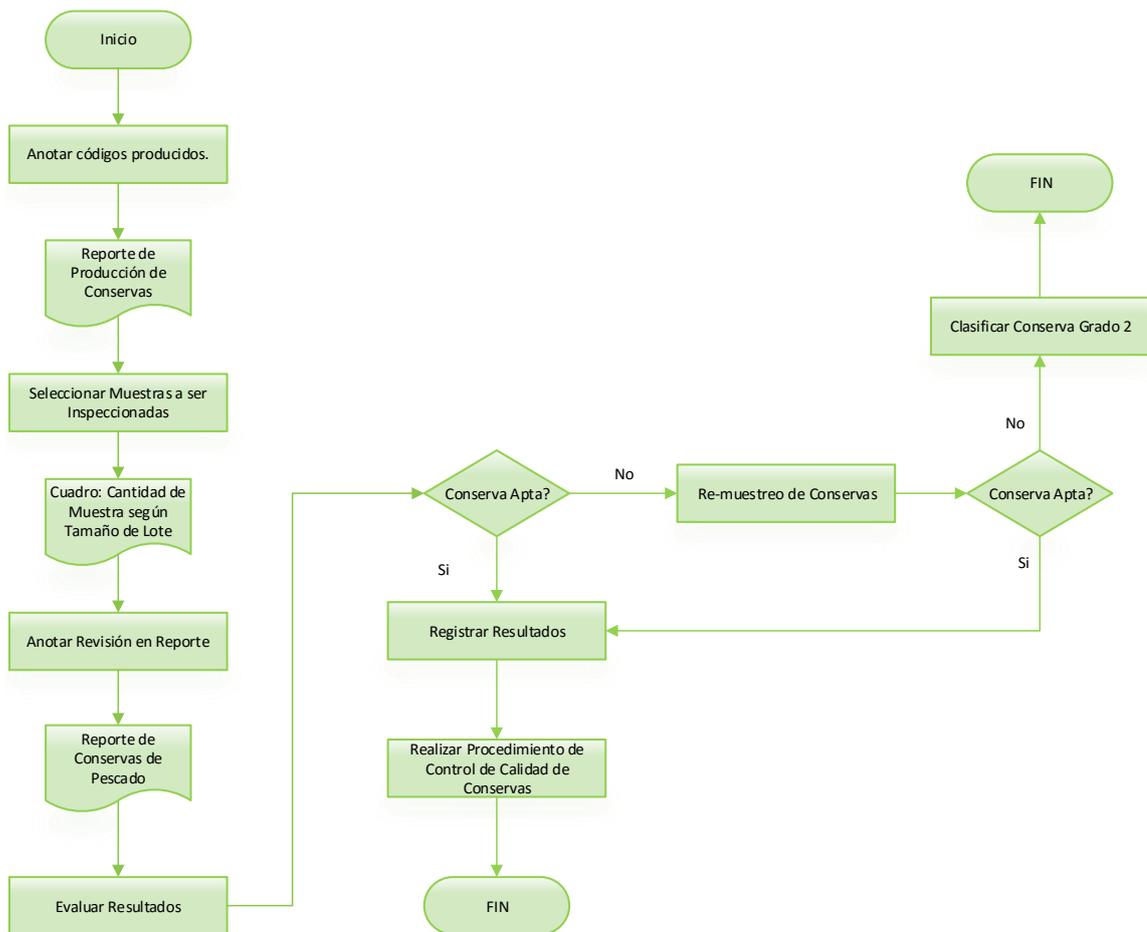
Grado 3: Son las conservas que se encuentran drenadas, latas hinchadas o con defectos de mal cierre, caídas o traslape inadecuado.

Grado 4: Las conservas que no pueden ser vendidas por ningún motivo al consumidor final, ya que la inocuidad del alimento está afectada.

Sin embargo, según el histórico de la empresa, las conservas a las que se les realiza la inspección visual preliminar son conservas que no comprometen inocuidad del alimento, por lo que sólo serán clasificadas como aptas o no aptas (Grado 2 - B).

Planteado los datos anteriores, la presente investigación propone, como acción preliminar, determinar el nuevo flujo de la actividad a realizar por el personal de almacén. Esto, para un mayor entendimiento del procedimiento a realizar, debido a que será una actividad repetitiva que debe estar fundamentada en el Manual de Calidad.

Se plantea rediseñar la estructura del flujo del P-LO-009 - Procedimiento de Muestreo y Remuestreo de Conservas, por el siguiente flujo de proceso:



Flujo 5. FlujoP-LO-009 - Procedimiento de Muestreo y Remuestreo de Conservas

Elaboración Propia

### Descripción del Nuevo Procedimiento:

- a) Anotar Códigos Producidos: Una vez que se tiene el lote de producción en un turno determinado, se debe anotar los códigos producidos en el Reporte de Producción de Conservas.
- b) Seleccionar Cantidad de Muestras a ser Inspeccionadas:

Aquí se debe realizar el proceso de muestreo de aceptación por atributos planteado, que se describirá a continuación:

### **Procedimiento del Nuevo Método de Muestreo por atributos Planteado:**

1. Verificar el Tamaño del Lote.
  2. Se realizará el Cálculo del Tamaño de la Muestra conociendo el Tamaño del Lote. Esto estará planteado en un cuadro resumen, donde se especificará el tamaño de la muestra según rangos de conservas elaboradas en un turno de producción.
  3. Se seleccionarán aleatoriamente las muestras a inspeccionar, donde se indicará específicamente el código producido a ser inspeccionado.
- c) Entregar Muestras a Aseguramiento de la Calidad: En base a las muestras proporcionadas, se procede a muestrear lata por lata de manera visual, esto lo realizan los almaceneros en supervisión de Aseguramiento de la Calidad, por si hay alguna duda en el aspecto de una lata. Según el nivel de defecto, se llena el Reporte de Evaluación de Conservas de Pescado, especificando la cantidad de conservas dañadas lote.
- d) Evaluar Resultados: Según los defectos leves, mayores y críticos encontrados y registrados en el reporte, se procede a verificar qué latas son las que deben ser retiradas del lote y, a su vez, si el lote debe ser aceptado o rechazado.
- e) Registrar los Resultados: Se procede a configurar el reporte de producción según el grado de las conservas, de manera que se aprecie, cuáles serán las aceptadas y cuales irán al almacén de residuos.
- f) Realizar Procedimiento de Control de Calidad de Conservas: El Lote aceptado pasa al siguiente proceso de análisis Físico-Organoléptico.

### **4.3 Características de la Propuesta Planteada**

El control por muestreo tiene por objeto separar las buenas entregas de las malas gastando el mínimo tiempo posible. La cantidad de muestras depende del volumen de entrega y de la exactitud requerida. El control no debe ser tan preciso como sea posible sino tan preciso como sea necesario. La Toma de muestras escogidas no permite tampoco una conclusión sobre el 100% de la entrega, sin embargo, un

control semejante fija exactamente la amplitud de la falta mediante la estadística matemática. (UNMS – 2013)

Por medio del cálculo de probabilidades es posible determinar exactamente la cantidad de elementos que deben tomarse como muestra y los riesgos a que se exponen el cliente y el proveedor. (UNMS – 2013)

La propuesta planteada se basa en implementar un método de Muestreo Probabilístico, ya que, como se mencionó en el capítulo II, estos métodos de muestreo son los más convenientes cuando no es posible inspeccionar todos los elementos de una población. El objetivo principal de los muestreos probabilísticos es determinar qué parte de la población debe inspeccionarse, por lo que, implementándolo como técnica de muestreo dentro de la presente investigación, permitirá sacar conclusiones sobre dicha población (Cajas de Conservas Conformes o No Conformes).

A su vez, se escogió un método de muestreo probabilísticos ya que son aquellos en los que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser elegidos para formar parte de una muestra y, por consiguiente, todas las posibles muestras de tamaño  $n$  tienen la misma probabilidad de ser seleccionadas. Sólo estos métodos de muestreo probabilísticos aseguran la representatividad de la muestra extraída y son, por tanto, los más recomendables.

Debido a que la empresa en investigación no cuenta con un método de muestreo específico, por el contrario, realizan una inspección visual del 100% del lote de producción, para sustraer una cantidad mínima de conservas que debían pasar a los análisis Físicos y Organolépticos, se pensó en implementar un método de muestreo de aceptación aleatorio por atributos.

El método de muestreo propuesto estará basado en el método Deming de reducción de costos de inspección, donde se seguirán los siguientes pasos:

1. Se demostrará que el costo de hacer un muestreo por atributos resulta más económico que el costo de inspeccionar todo el lote. Basándose en la teoría de Deming, se obtiene que el costo de inspección total está representado por el costo hora/hombre (calculado en base a los costos laborales de los inspectores) y el número de horas que toma inspeccionar las latas. También se obtiene el costo de muestreo representado por la devolución de la lata.

2. Se demostrará que el muestreo como técnica en sí se lleva a cabo en forma aleatoria, representa las características de la distribución de la población de lotes de latas. Para esto y tomando en cuenta la información del número de latas por lote y la proporción de defectuosos, se simularán  $N$  números aleatorios con una distribución de Bernoulli con parámetros  $p =$  proporción poblacional por lote. En la práctica el SPSS genera  $N$  números aleatorios que tienen valores 0 y 1 (donde 0 es no defectuoso y 1 es defectuoso) por cada lote, de modo que la proporción de defectuosos que se obtenga en la simulación es similar a la obtenida en cada lote.
3. Seguidamente, se estimará el tamaño de muestras aleatorias para proporciones en función a la fórmula dada con un nivel de confianza y error determinado y se seleccionaran las muestras aleatorias con el SPSS de cada lote (compuesta 0 y 1) midiendo la proporción de defectuosos muestral para cada muestra y demostrando mediante la prueba binomial que esta proporción es significativamente similar a la poblacional simulada. Se debe tener en cuenta que el SPSS al momento de ejecutar la prueba binomial determina aleatoriamente el grupo de interés (defectuosos 1 o no defectuosos 0) pudiendo probar la hipótesis en forma invertida, por lo que se debe considerar el complemento en caso tome los no defectuosos (valor 0).
4. Luego, se encontrarán los valores de  $n$  y  $c$  para un plan óptimo. Mediante el análisis de la curva OC, la curva de calidad saliente promedio (AOQ) y la curva de inspección total promedio (ATI) se analiza las variaciones del plan, la probabilidad de rechazar un lote con una proporción de defectuosos determinada, la proporción de defectuosos que dará el plan para una proporción de defectuosos del lote y el número de artículos inspeccionados con una proporción de defectuosos dada. Se comparan los valores hallados para variación del  $p_a$  y  $p_r$
5. Finalmente se hallan las variaciones de tamaño de muestra en el plan de muestreo en función del tamaño de lote para los valores óptimos de  $c$  hallados anteriormente, así como el número de personas necesarias para ejecutar la inspección de la muestra.

Otro aporte de este procedimiento, es que, en caso el muestreo preliminar de como resultado que el lote sea rechazado (por exceder el  $c$ ), entonces se realizara una inspección del 100% del lote, pero ya como una revisión adicional, mas no como el procedimiento inicial.

En cuanto a la parte global de la propuesta, (mejorar el procedimiento de muestreo y remuestreo de conservas de pescado), se propondrá un nuevo procedimiento, para ser evaluado e implementado en el Manual de Calidad – 2013, donde se especificará el flujo de proceso que se debe seguir cada vez que se obtiene producto terminado (conservas) al final de la producción.

#### **4.4 Ventajas y Limitaciones de la propuesta planteada**

##### **4.4.1 Ventajas**

- Procedimiento más específico, acorde con las normas técnicas de muestreo y que no se encontraba fundamentado.
- La ventaja de la inspección estadística frente a la inspección 100% son de tipo económico (se disminuyen los costos de inspección) y de tipo práctico (se producen menos desperfectos por manipulación de productos, se necesita menos personal para realizarla, y se puede aplicar a unidades que se destruyen al ser inspeccionadas).
- Método de muestreo estándar, que no genera costos extras y que trae beneficios sustanciales, al permitirnos saber la calidad del lote de producción.
- Facilidad para escoger la muestra Implementando un muestreo aleatorio simple. También se considera una forma justa de seleccionar una muestra a partir de una población, ya que cada miembro tiene igualdad de oportunidades de ser seleccionado.

##### **4.4.2 Limitaciones**

- Tiempo extra que toma realizar el procedimiento de remuestreo, en caso el procedimiento inicial salga de los límites de aceptabilidad.
- El proceso no especifica si debe realizarse una inspección adicional según tipo de producto terminado (Códigos distintos).
- Los inconvenientes son la existencia de un cierto riesgo de rechazar lotes de buena calidad o de aceptar lotes de mala calidad, así como la obtención de menos información que con la inspección total.

## CAPITULO V: RESULTADOS

### 5.1 Criterios de las Pruebas de Sustento

A partir de lo expresado en el Capítulo IV, se presentan los resultados de la investigación, teniendo en cuenta las siguientes premisas:

- ✦ El muestreo de aceptación como técnica de inspección posee un costo menor al costo de la inspección total. (Deming – 1982)
- ✦ Costo de inspeccionar una pieza: Se estima en función del costo hora/hombre por inspeccionar una lata. (Deming – 1982)

#### Datos Principales

- ♦ De acuerdo a información del Jefe de Control de Calidad, para inspeccionar un lote, se requieren un aproximado de 50 personas y cada una de ellas avanza 10 cajas por hora.
- ♦ De acuerdo a la producción referente a los años 2013 y 2014, la mediana de cajas por lote, corresponde a 710.00 cajas.
- ♦ Como para inspeccionar un lote se asignan 50 personas, cada una de ellas revisando 10 cajas por hora, en una hora inspeccionarían 500 cajas necesitando un total de  $710/500 = 1.42$  horas, para realizar la inspección al lote completo.
- ♦ Cada uno de los almaceneros gana un promedio de S/.750.00 por mes, lo que equivale a un costo laboral anual (tomando en cuenta gratificaciones y CTS) de  $750 \times 12 = S/. 9,000.00$ , equivalente a S/.750.00 mensual.
- ♦ El costo de hora/hombre teniendo en cuenta una jornada laboral de 8 horas y un mes de 30 días, sería de  $750.00/30 \times 8 = 20.00$  soles/hora.
- ♦ El costo laboral total de inspeccionar un lote sería igual a  $20.00 \times 50 \times 1.42 = S/. 1,420.00$
- ♦ Tomando en cuenta que cada lote posee una mediana de 710 cajas el costo de inspeccionar una caja sería  $1,420.00/710 = S/.2.00$  por caja
- ♦ El costo de inspeccionar una lata tomando en cuenta que cada caja posee 24 latas sería  $2.00/24 = S/.0.083$
- ♦ Costo de aceptar una pieza defectuosa: Es el costo de pasar una pieza defectuosa y que esta sea devuelta, ya que no cumple con los estándares de

calidad aceptables. Entonces, el costo de devolver una lata teniendo en cuenta que cada caja posee 24 latas sería de  $S/.140.00/24 = S/.5.83$  por lata.

- ♦ Deming menciona lo siguiente: Dado  $p$ , la peor fracción defectuosa esperada del lote,  $k_1$  el costo de inspeccionar una pieza y  $k_2$  el costo de aceptar una pieza defectuosa.

Si  $p < k_1/k_2$ , se acepta el lote sin inspección

Si  $p > k_1/k_2$  se realiza inspección al 100%

### **Peor fracción defectuosa esperada del lote**

Tomando en cuenta el histórico de proporción defectuosos, determinamos que la proporción mediana de defectuosos obtenida, en el periodo especificado, corresponde a 0.31%.

### **Costo del muestreo de aceptación y de la inspección total**

- Obteniendo la proporción entre el costo de inspeccionar una lata y el costo de aceptar una lata defectuosa.

$$0.02 / 5.83 = 0.0034$$

- Comparando el cociente anterior con proporción de defectuosos obtenida en el periodo especificado llegamos a la conclusión que resulta más conveniente el realizar un muestreo de aceptación.

$$0.0031 < 0.0034$$

**Donde 0.31% es el valor de NCA y el valor máximo de NCA para evitar hacer una inspección al 100% es 0.34%.**

## 5.2 Resultados de la demostración

**Parte I:** La proporción de defectuosos esperada  $p$ , es significativamente semejante para la inspección al 100% y en el muestreo de aceptación. (Teoría de Deming)

Para demostrar esto, se necesitó simular los lotes obtenidos empleando el programa Minitab, mediante la generación de números aleatorios con distribución de Bernoulli con la proporción de defectuosos para cada lote  $p_h$  y  $n_h =$  al tamaño de cada lote. Una vez generadas las poblaciones simuladas tenemos pequeñas diferencias respecto a las proporciones reales de defectuosos en los lotes originales.

PRODUCTO	PRODUCCION REAL			P poblacional original	P poblacional simulado
	Aptas	No Aptas	TOTAL REAL		
G0 VFCAA 09/01/2013	17,052.00	60.00	17,052.00	0.0035	0.0033
G0 VFCAB 09/01/2013	14,446.00	50.00	14,446.00	0.0034	0.0039
G0 VFCAA 10/01/2013	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0030	0.0030
G0 VFCAB 10/01/2013	17,061.00	51.00	17,061.00	0.0030	0.0036
G0 VFCAC 10/01/2013	8,687.00	25.00	8,687.00	0.0029	0.0031
G0 VFCAA 11/01/2013	17,205.00	51.00	17,205.00	0.0030	0.0026
G0 VFCAB 11/01/2013	17,012.00	52.00	17,012.00	0.0030	0.0029
G0 VFCAC 11/01/2013	7,298.00	22.00	7,298.00	0.0030	0.0027
G0 VFCAA 12/01/2013	17,082.00	54.00	17,082.00	0.0032	0.0025
G0 VFCAB 12/01/2013	8,855.00	25.00	8,855.00	0.0028	0.0033
G0 VFCAA 16/01/2013	19,795.00	53.00	19,795.00	0.0027	0.0027
G0 VFCAA 20/01/2013	12,059.00	37.00	12,059.00	0.0031	0.0034
G0 VFCAA 21/01/2013	5,024.00	16.00	5,024.00	0.0032	0.0032
G0 VFCAA 23/01/2013	6,435.00	21.00	6,435.00	0.0033	0.0031
G0 VFCAA 09/03/2013	12,321.00	39.00	12,321.00	0.0032	0.0032

G0 VFCAA 12/03/2013	9,020.00	28.00	9,020.00	0.0031	0.0025
G0 VFCAA 12/03/2013	11,651.00	37.00	11,651.00	0.0032	0.0026
G0 VFCAA 13/03/2013	10,527.00	33.00	10,527.00	0.0031	0.0032
G0 VFCAA 14/03/2013	13,351.00	41.00	13,351.00	0.0031	0.0028
G0 VFCAA 21/03/2013	7,920.00	24.00	7,920.00	0.0030	0.0029
G0 VFCAA 28/03/2013	17,033.00	55.00	17,033.00	0.0032	0.0035
G0 VFCAA 28/03/2013	10,981.00	35.00	10,981.00	0.0032	0.0041
G0 VFCAA 28/03/2013	17,129.00	55.00	17,129.00	0.0032	0.0029
G0 VFCAA 28/03/2013	17,108.00	52.00	17,108.00	0.0030	0.0029
G0 VFCAA 28/03/2013	1,291.00	5.00	1,291.00	0.0039	0.0039
G0 VFCAA 29/03/2013	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0030	0.0022
G0 VFCAA 29/03/2013	6,146.00	22.00	6,146.00	0.0036	0.0032
G0 VFCAA 29/03/2013	17,034.00	54.00	17,034.00	0.0032	0.0030
G0 VFCAA 29/03/2013	16,509.00	51.00	16,509.00	0.0031	0.0025
G0 VFCAA 30/03/2013	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0030	0.0033
G0 VFCAA 30/03/2013	11,174.00	34.00	11,174.00	0.0030	0.0033
G0 VFCAA 09/03/2013	12,321.00	39.00	12,321.00	0.0032	0.0033
G0 VFCAA 12/03/2013	9,020.00	28.00	9,020.00	0.0031	0.0035
G0 VFCAA 12/03/2013	11,652.00	36.00	11,652.00	0.0031	0.0027
G0 VFCAA 13/03/2013	10,528.00	32.00	10,528.00	0.0030	0.0029
G0 VFCAA 14/03/2013	13,350.00	42.00	13,350.00	0.0031	0.0035
G0 VFCAA 21/03/2013	7,919.00	25.00	7,919.00	0.0031	0.0029
G0 VFCAA 28/03/2013	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0030	0.0028
G0 VFCAA 28/03/2013	10,982.00	34.00	10,982.00	0.0031	0.0033

G0 VFJAA 29/03/2013	17,059.00	53.00	17,059.00	0.0031	0.0025
G0 VFJAB 29/03/2013	6,148.00	20.00	6,148.00	0.0032	0.0034
G0 VFJAA 30/03/2013	17,083.00	53.00	17,083.00	0.0031	0.0029
G0 VFJAB 30/03/2013	11,173.00	35.00	11,173.00	0.0031	0.0026
G0 VFCAA 09/04/2013	17,132.00	52.00	17,132.00	0.0030	0.0030
G0 VFCAA 09/04/2013	17,105.00	55.00	17,105.00	0.0032	0.0030
G0 VFCAA 10/04/2013	17,081.00	55.00	17,081.00	0.0032	0.0032
G0 VFCAA 10/04/2013	17,058.00	54.00	17,058.00	0.0032	0.0037
G0 VFCAA 11/04/2013	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0030	0.0025
G0 VFCAA 11/04/2013	6,242.00	22.00	6,242.00	0.0035	0.0040
G0 VFCAA 12/04/2013	16,940.00	52.00	16,940.00	0.0031	0.0028
G0 VFCAA 12/04/2013	7,392.00	24.00	7,392.00	0.0032	0.0027
G0 VFCAA 13/04/2013	17,108.00	52.00	17,108.00	0.0030	0.0034
G0 VFCAA 13/04/2013	8,973.00	27.00	8,973.00	0.0030	0.0032
G0 VFCAA 14/04/2013	17,058.00	54.00	17,058.00	0.0032	0.0032
G0 VFCAA 14/04/2013	11,316.00	36.00	11,316.00	0.0032	0.0028
G0 VFCAA 15/04/2013	16,988.00	52.00	16,988.00	0.0031	0.0023
G0 VFCAA 15/04/2013	2,391.00	9.00	2,391.00	0.0038	0.0038
G0 VFCAA 16/04/2013	17,059.00	53.00	17,059.00	0.0031	0.0035
G0 VFCAA 16/04/2013	21,319.00	65.00	21,319.00	0.0030	0.0028
G0 VFCAA 19/04/2013	17,083.00	53.00	17,083.00	0.0031	0.0029
G0 VFCAA 19/04/2013	16,749.00	51.00	16,749.00	0.0030	0.0030
G0 VFCAA 21/04/2013	17,131.00	53.00	17,131.00	0.0031	0.0032
G0 VFCAA 21/04/2013	17,012.00	52.00	17,012.00	0.0030	0.0029

G0 VFCAA 24/04/2013	17,085.00	51.00	17,085.00	0.0030	0.0029
G0 VFCAA 24/04/2013	19,546.00	62.00	19,546.00	0.0032	0.0034
G0 VFCAA 25/04/2013	16,987.00	53.00	16,987.00	0.0031	0.0031
G0 VFCAA 25/04/2013	4,233.00	15.00	4,233.00	0.0035	0.0054
G0 VFCAA 26/04/2013	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0030	0.0031
G0 VFCAA 26/04/2013	6,673.00	23.00	6,673.00	0.0034	0.0045
G0 VFCAA 27/04/2013	16,604.00	52.00	16,604.00	0.0031	0.0029
G0 VFCAA 27/04/2013	16,940.00	52.00	16,940.00	0.0031	0.0035
G0 VFCAA 28/04/2013	17,057.00	55.00	17,057.00	0.0032	0.0030
G0 VFCAA 28/04/2013	11,269.00	35.00	11,269.00	0.0031	0.0035
G0 VFCAA 11/02/2014	4,593.00	15.00	4,593.00	0.0033	0.0043
G0 VFCAA 11/02/2014	17,633.00	55.00	17,633.00	0.0031	0.0038
G0 VFCAA 14/02/2014	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0030	0.0030
G0 VFCAB 14/02/2014	15,888.00	48.00	15,888.00	0.0030	0.0031
G0 VFCAA 15/02/2014	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0030	0.0030
G0 VFCAB 15/02/2014	17,083.00	53.00	17,083.00	0.0031	0.0033
G0 VFCAA 16/02/2014	16,628.00	52.00	16,628.00	0.0031	0.0024
G0 VFCAA 18/02/2014	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0030	0.0034
G0 VFCAB 18/02/2014	17,061.00	51.00	17,061.00	0.0030	0.0038
G0 VFCAB 19/02/2014	17,013.00	51.00	17,013.00	0.0030	0.0029
G0 VFCAA 19/02/2014	11,245.00	35.00	11,245.00	0.0031	0.0036
G0 VFCAA 20/02/2014	17,012.00	52.00	17,012.00	0.0030	0.0028
G0 VFCAA 20/02/2014	17,059.00	53.00	17,059.00	0.0031	0.0025
G0 VFCAA 21/02/2014	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0030	0.0029

G0 VFCAA 21/02/2014	16,510.00	50.00	16,510.00	0.0030	0.0034
G0 VFCAA 25/02/2014	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0030	0.0032
G0 VFCAA 26/02/2014	17,083.00	53.00	17,083.00	0.0031	0.0034
G0 VFCAA 26/02/2014	17,010.00	54.00	17,010.00	0.0032	0.0035
G0 VFCAA 27/02/2014	15,911.00	49.00	15,911.00	0.0031	0.0030
G0 VFCAA 27/02/2014	14,690.00	46.00	14,690.00	0.0031	0.0035
G0 VFCAA 05/03/2014	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0030	0.0035
G0 VFCAB 05/03/2014	6,579.00	21.00	6,579.00	0.0032	0.0036
G0 VFCAA 06/03/2014	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0030	0.0022
G0 VFCAB 06/03/2014	11,485.00	35.00	11,485.00	0.0030	0.0034
G0 VFCAA 07/03/2014	10,767.00	33.00	10,767.00	0.0031	0.0039
G0 VFCAA 08/03/2014	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0030	0.0032
G0 VFCAB 08/03/2014	13,854.00	42.00	13,854.00	0.0030	0.0026
G0 VFCAA 09/03/2014	16,988.00	52.00	16,988.00	0.0031	0.0024
G0 VFCAB 09/03/2014	5,886.00	18.00	5,886.00	0.0030	0.0022
G0 VFCAA 11/03/2014	16,941.00	51.00	16,941.00	0.0030	0.0031
G0 VFCAA 11/03/2014	12,155.00	37.00	12,155.00	0.0030	0.0034
G0 VFCAA 12/03/2014	13,758.00	42.00	13,758.00	0.0030	0.0030
G0 VFCAA 12/03/2014	14,045.00	43.00	14,045.00	0.0031	0.0034
G0 VFCAA 13/03/2014	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0030	0.0033
G0 VFCAA 13/03/2014	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0030	0.0029
G0 VFCAA 14/03/2014	17,232.00	48.00	17,232.00	0.0028	0.0033
G0 VFCAA 14/03/2014	15,457.00	47.00	15,457.00	0.0030	0.0025
G0 VFCAA 15/03/2014	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0030	0.0027

G0 VFCAB 15/03/2014	14,451.00	45.00	14,451.00	0.0031	0.0031
G0 VFCAA 18/03/2014	16,987.00	53.00	16,987.00	0.0031	0.0037
G0 VFCAB 18/03/2014	15,480.00	48.00	15,480.00	0.0031	0.0034
G0 VFCAA 19/03/2014	17,180.00	52.00	17,180.00	0.0030	0.0027
G0 VFCAA 19/03/2014	14,642.00	46.00	14,642.00	0.0031	0.0025
G0 VFCAA 08/04/2014	16,988.00	52.00	16,988.00	0.0031	0.0029
G0 VFCAB 08/04/2014	6,986.00	22.00	6,986.00	0.0031	0.0033
G0 VFCAA 09/04/2014	17,034.00	54.00	17,034.00	0.0032	0.0030
G0 VFCAB 09/04/2014	18,662.00	58.00	18,662.00	0.0031	0.0028
G0 VFCAA 10/04/2014	18,903.00	57.00	18,903.00	0.0030	0.0030
G0 VFCAA 11/04/2014	16,964.00	52.00	16,964.00	0.0031	0.0025
G0 VFCAA 12/04/2014	13,877.00	43.00	13,877.00	0.0031	0.0024
G0 VFCAA 13/04/2014	18,950.00	58.00	18,950.00	0.0031	0.0034
G0 VFCAA 14/04/2014	9,450.00	30.00	9,450.00	0.0032	0.0034
G0 VFCAA 15/04/2014	17,204.00	52.00	17,204.00	0.0030	0.0030
G0 VFCAB 15/04/2014	6,028.00	20.00	6,028.00	0.0033	0.0036
G0 VFCAA 16/04/2014	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0030	0.0033
G0 VFCAB 16/04/2014	12,178.00	38.00	12,178.00	0.0031	0.0025
G0 VFCAA 17/04/2014	15,218.00	46.00	15,218.00	0.0030	0.0027
G0 VTJAA 17/04/2014	11,605.00	35.00	11,605.00	0.0030	0.0027
G0 VFCAA 08/05/2014	17,108.00	52.00	17,108.00	0.0030	0.0024
G0 VFCAB 08/05/2014	11,484.00	36.00	11,484.00	0.0031	0.0026
G0 VFCAA 09/05/2014	17,310.00	53.00	17,310.00	0.0031	0.0031
G0 VFCAB 09/05/2014	17,072.00	52.00	17,072.00	0.0030	0.0030

G0 VFCAC 09/05/2014	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0030	0.0032
G0 VFCAA 10/05/2014	17,203.00	53.00	17,203.00	0.0031	0.0025
G0 VFCAB 10/05/2014	12,848.00	40.00	12,848.00	0.0031	0.0033
G0 VFCAA 11/05/2014	17,180.00	52.00	17,180.00	0.0030	0.0032
G0 VFCAB 11/05/2014	11,102.00	34.00	11,102.00	0.0031	0.0029
G0 VFCAA 13/05/2014	17,108.00	52.00	17,108.00	0.0030	0.0032
G0 VFCAB 13/05/2014	18,974.00	58.00	18,974.00	0.0030	0.0034
G0 VFCAA 14/05/2014	17,059.00	53.00	17,059.00	0.0031	0.0035
G0 VFCAB 14/05/2014	17,132.00	52.00	17,132.00	0.0030	0.0033
G0 VFCAA 15/05/2014	17,156.00	52.00	17,156.00	0.0030	0.0023
G0 VFCAB 15/05/2014	17,086.00	50.00	17,086.00	0.0029	0.0033
G0 VFCAA 16/05/2014	17,157.00	51.00	17,157.00	0.0030	0.0026
G0 VFCAB 16/05/2014	16,773.00	51.00	16,773.00	0.0030	0.0025
G0 VFCAA18/05/2014	17,132.00	52.00	17,132.00	0.0030	0.0034
G0 VFCAA 18/05/2014	17,107.00	53.00	17,107.00	0.0031	0.0036
G0 VFCAA 22/05/2014	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0030	0.0032
G0 VFCAA 22/05/2014	17,035.00	53.00	17,035.00	0.0031	0.0039
G0 VFCAA 24/05/2014	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0030	0.0026
G0 VFCAA 24/05/2014	16,988.00	52.00	16,988.00	0.0031	0.0029
G0 VFCAA 29/05/2014	17,035.00	53.00	17,035.00	0.0031	0.0026
G0 VFCAA 29/05/2014	16,509.00	51.00	16,509.00	0.0031	0.0029
G0 VFCAA 30/05/2014	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0030	0.0034
G0 VFCAA 30/05/2014	13,064.00	40.00	13,064.00	0.0031	0.0042
G0 VFCAA 31/05/2014	14,786.00	46.00	14,786.00	0.0031	0.0026

Lo anterior sirve para generar listas de números aleatorios con valores 0 y 1 para cada lote con una proporción similar a la hallada de acuerdo a los datos de modo que, a partir de estas listas, se puede extraer las muestras respectivas y comparar valores.

A partir de los datos anteriores se estima los valores de  $n_h$  para cada lote, tomando en cuenta la proporción de defectuosos  $p_h$  de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$n_h = \frac{N_h * Z_{\alpha}^2 * p_h * q_h}{d^2 * (N_h - 1) + Z_{\alpha}^2 * p_h * q_h}$$

Donde:

- $N_h$ : Tamaño poblacional (en este caso se refiere al tamaño de cada lote)
- $Z_{\alpha}$ : 1.96 para un nivel de confianza de 95%
- $p_h$ : proporción de defectuosos esperada
- $q_h$ :  $1 - p_h$
- $d$ : precisión, igual a 0.15%.

En base a la muestra anterior, se determinan los tamaños de muestra para cada lote y se extrae una muestra aleatoria simple sin reemplazo para cada uno.

PRODUCTO	PRODUCCION REAL			P poblacional simulado	n
	Aptas	No Aptas	TOTAL REAL		
G0 VFCAA 09/01/2013	17,052.00	60.00	17,052.00	0.0033	4,199
G0 VFCAB 09/01/2013	14,446.00	50.00	14,446.00	0.0039	4,519
G0 VFCAA 10/01/2013	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0030	3,913
G0 VFCAB 10/01/2013	17,061.00	51.00	17,061.00	0.0036	4,529
G0 VFCAC 10/01/2013	8,687.00	25.00	8,687.00	0.0031	3,286

G0 VFCAA 11/01/2013	17,205.00	51.00	17,205.00	0.0026	3,534
G0 VFCAB 11/01/2013	17,012.00	52.00	17,012.00	0.0029	3,799
G0 VFCAC 11/01/2013	7,298.00	22.00	7,298.00	0.0027	2,843
G0 VFCAA 12/01/2013	17,082.00	54.00	17,082.00	0.0025	3,421
G0 VFCAB 12/01/2013	8,855.00	25.00	8,855.00	0.0033	3,421
G0 VFCAA 16/01/2013	19,795.00	53.00	19,795.00	0.0027	3,699
G0 VFCAA 20/01/2013	12,059.00	37.00	12,059.00	0.0034	3,906
G0 VFCAA 21/01/2013	5,024.00	16.00	5,024.00	0.0032	2,606
G0 VFCAA 23/01/2013	6,435.00	21.00	6,435.00	0.0031	2,904
G0 VFCAA 09/03/2013	12,321.00	39.00	12,321.00	0.0032	3,813
G0 VFCAA 12/03/2013	9,020.00	28.00	9,020.00	0.0025	2,927
G0 VFCAA 12/03/2013	11,651.00	37.00	11,651.00	0.0026	3,184
G0 VFCAA 13/03/2013	10,527.00	33.00	10,527.00	0.0032	3,608
G0 VFCAA 14/03/2013	13,351.00	41.00	13,351.00	0.0028	3,553
G0 VFCAA 21/03/2013	7,920.00	24.00	7,920.00	0.0029	3,045
G0 VFCAA 28/03/2013	17,033.00	55.00	17,033.00	0.0035	4,369
G0 VFCAA 28/03/2013	10,981.00	35.00	10,981.00	0.0041	4,257
G0 VFCAA 28/03/2013	17,129.00	55.00	17,129.00	0.0029	3,846
G0 VFCAA 28/03/2013	17,108.00	52.00	17,108.00	0.0029	3,844
G0 VFCAA 28/03/2013	1,291.00	5.00	1,291.00	0.0039	1,082
G0 VFCAA 29/03/2013	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0022	3,098
G0 VFCAA 29/03/2013	6,146.00	22.00	6,146.00	0.0032	2,912
G0 VFCAA 29/03/2013	17,034.00	54.00	17,034.00	0.0030	3,972
G0 VFCAA 29/03/2013	16,509.00	51.00	16,509.00	0.0025	3,430

G0 VFCAA 30/03/2013	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0033	4,201
G0 VFCAA 30/03/2013	11,174.00	34.00	11,174.00	0.0033	3,741
G0 VFCAA 09/03/2013	12,321.00	39.00	12,321.00	0.0033	3,878
G0 VFCAA 12/03/2013	9,020.00	28.00	9,020.00	0.0035	3,616
G0 VFCAA 12/03/2013	11,652.00	36.00	11,652.00	0.0027	3,256
G0 VFCAA 13/03/2013	10,528.00	32.00	10,528.00	0.0029	3,396
G0 VFCAA 14/03/2013	13,350.00	42.00	13,350.00	0.0035	4,130
G0 VFCAA 21/03/2013	7,919.00	25.00	7,919.00	0.0029	3,045
G0 VFCAA 28/03/2013	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0028	3,738
G0 VFCAA 28/03/2013	10,982.00	34.00	10,982.00	0.0033	3,697
G0 VFJAA 29/03/2013	17,059.00	53.00	17,059.00	0.0025	3,355
G0 VFJAB 29/03/2013	6,148.00	20.00	6,148.00	0.0034	2,986
G0 VFJAA 30/03/2013	17,083.00	53.00	17,083.00	0.0029	3,792
G0 VFJAB 30/03/2013	11,173.00	35.00	11,173.00	0.0026	3,165
G0 VFCAA 09/04/2013	17,132.00	52.00	17,132.00	0.0030	3,907
G0 VFCAA 09/04/2013	17,105.00	55.00	17,105.00	0.0030	3,966
G0 VFCAA 10/04/2013	17,081.00	55.00	17,081.00	0.0032	4,084
G0 VFCAA 10/04/2013	17,058.00	54.00	17,058.00	0.0037	4,584
G0 VFCAA 11/04/2013	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0025	3,430
G0 VFCAA 11/04/2013	6,242.00	22.00	6,242.00	0.0040	3,257
G0 VFCAA 12/04/2013	16,940.00	52.00	16,940.00	0.0028	3,692
G0 VFCAA 12/04/2013	7,392.00	24.00	7,392.00	0.0027	2,838
G0 VFCAA 13/04/2013	17,108.00	52.00	17,108.00	0.0034	4,308
G0 VFCAA 13/04/2013	8,973.00	27.00	8,973.00	0.0032	3,406

G0 VFCAA 14/04/2013	17,058.00	54.00	17,058.00	0.0032	4,092
G0 VFCAA 14/04/2013	11,316.00	36.00	11,316.00	0.0028	3,374
G0 VFCAA 15/04/2013	16,988.00	52.00	16,988.00	0.0023	3,174
G0 VFCAA 15/04/2013	2,391.00	9.00	2,391.00	0.0038	1,744
G0 VFCAA 16/04/2013	17,059.00	53.00	17,059.00	0.0035	4,371
G0 VFCAA 16/04/2013	21,319.00	65.00	21,319.00	0.0028	3,853
G0 VFCAA 19/04/2013	17,083.00	53.00	17,083.00	0.0029	3,853
G0 VFCAA 19/04/2013	16,749.00	51.00	16,749.00	0.0030	3,956
G0 VFCAA 21/04/2013	17,131.00	53.00	17,131.00	0.0032	4,136
G0 VFCAA 21/04/2013	17,012.00	52.00	17,012.00	0.0029	3,799
G0 VFCAA 24/04/2013	17,085.00	51.00	17,085.00	0.0029	3,853
G0 VFCAA 24/04/2013	19,546.00	62.00	19,546.00	0.0034	4,488
G0 VFCAA 25/04/2013	16,987.00	53.00	16,987.00	0.0031	4,039
G0 VFCAA 25/04/2013	4,233.00	15.00	4,233.00	0.0054	2,905
G0 VFCAA 26/04/2013	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0031	4,025
G0 VFCAA 26/04/2013	6,673.00	23.00	6,673.00	0.0045	3,563
G0 VFCAA 27/04/2013	16,604.00	52.00	16,604.00	0.0029	3,788
G0 VFCAA 27/04/2013	16,940.00	52.00	16,940.00	0.0035	4,438
G0 VFCAA 28/04/2013	17,057.00	55.00	17,057.00	0.0030	3,913
G0 VFCAA 28/04/2013	11,269.00	35.00	11,269.00	0.0035	3,864
G0 VFCAA 11/02/2014	4,593.00	15.00	4,593.00	0.0043	2,837
G0 VFCAA 11/02/2014	17,633.00	55.00	17,633.00	0.0038	4,725
G0 VFCAA 14/02/2014	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0030	3,913
G0 VFCAB 14/02/2014	15,888.00	48.00	15,888.00	0.0031	3,935

G0 VFCAA 15/02/2014	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0030	3,972
G0 VFCAB 15/02/2014	17,083.00	53.00	17,083.00	0.0033	4,259
G0 VFCAA 16/02/2014	16,628.00	52.00	16,628.00	0.0024	3,283
G0 VFCAA 18/02/2014	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0034	4,306
G0 VFCAB 18/02/2014	17,061.00	51.00	17,061.00	0.0038	4,692
G0 VFCAB 19/02/2014	17,013.00	51.00	17,013.00	0.0029	3,860
G0 VFCAA 19/02/2014	11,245.00	35.00	11,245.00	0.0036	3,934
G0 VFCAA 20/02/2014	17,012.00	52.00	17,012.00	0.0028	3,674
G0 VFCAA 20/02/2014	17,059.00	53.00	17,059.00	0.0025	3,420
G0 VFCAA 21/02/2014	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0029	3,861
G0 VFCAA 21/02/2014	16,510.00	50.00	16,510.00	0.0034	4,325
G0 VFCAA 25/02/2014	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0032	4,091
G0 VFCAA 26/02/2014	17,083.00	53.00	17,083.00	0.0034	4,306
G0 VFCAA 26/02/2014	17,010.00	54.00	17,010.00	0.0035	4,433
G0 VFCAA 27/02/2014	15,911.00	49.00	15,911.00	0.0030	3,879
G0 VFCAA 27/02/2014	14,690.00	46.00	14,690.00	0.0035	4,207
G0 VFCAA 05/03/2014	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0035	4,427
G0 VFCAB 05/03/2014	6,579.00	21.00	6,579.00	0.0036	3,195
G0 VFCAA 06/03/2014	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0022	3,098
G0 VFCAB 06/03/2014	11,485.00	35.00	11,485.00	0.0034	3,844
G0 VFCAA 07/03/2014	10,767.00	33.00	10,767.00	0.0039	4,103
G0 VFCAA 08/03/2014	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0032	4,150
G0 VFCAB 08/03/2014	13,854.00	42.00	13,854.00	0.0026	3,348
G0 VFCAA 09/03/2014	16,988.00	52.00	16,988.00	0.0024	3,242

G0 VFCAB 09/03/2014	5,886.00	18.00	5,886.00	0.0022	2,293
G0 VFCAA 11/03/2014	16,941.00	51.00	16,941.00	0.0031	3,987
G0 VFCAA 11/03/2014	12,155.00	37.00	12,155.00	0.0034	3,955
G0 VFCAA 12/03/2014	13,758.00	42.00	13,758.00	0.0030	3,764
G0 VFCAA 12/03/2014	14,045.00	43.00	14,045.00	0.0034	4,110
G0 VFCAA 13/03/2014	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0033	4,208
G0 VFCAA 13/03/2014	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0029	3,853
G0 VFCAA 14/03/2014	17,232.00	48.00	17,232.00	0.0033	4,239
G0 VFCAA 14/03/2014	15,457.00	47.00	15,457.00	0.0025	3,288
G0 VFCAA 15/03/2014	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0027	3,667
G0 VFCAB 15/03/2014	14,451.00	45.00	14,451.00	0.0031	3,869
G0 VFCAA 18/03/2014	16,987.00	53.00	16,987.00	0.0037	4,596
G0 VFCAB 18/03/2014	15,480.00	48.00	15,480.00	0.0034	4,170
G0 VFCAA 19/03/2014	17,180.00	52.00	17,180.00	0.0027	3,661
G0 VFCAA 19/03/2014	14,642.00	46.00	14,642.00	0.0025	3,321
G0 VFCAA 08/04/2014	16,988.00	52.00	16,988.00	0.0029	3,808
G0 VFCAB 08/04/2014	6,986.00	22.00	6,986.00	0.0033	3,107
G0 VFCAA 09/04/2014	17,034.00	54.00	17,034.00	0.0030	3,972
G0 VFCAB 09/04/2014	18,662.00	58.00	18,662.00	0.0028	3,832
G0 VFCAA 10/04/2014	18,903.00	57.00	18,903.00	0.0030	4,034
G0 VFCAA 11/04/2014	16,964.00	52.00	16,964.00	0.0025	3,373
G0 VFCAA 12/04/2014	13,877.00	43.00	13,877.00	0.0024	3,130
G0 VFCAA 13/04/2014	18,950.00	58.00	18,950.00	0.0034	4,455
G0 VFCAA 14/04/2014	9,450.00	30.00	9,450.00	0.0034	3,580

G0 VFCAA 15/04/2014	17,204.00	52.00	17,204.00	0.0030	3,951
G0 VFCAB 15/04/2014	6,028.00	20.00	6,028.00	0.0036	3,060
G0 VFCAA 16/04/2014	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0033	4,199
G0 VFCAB 16/04/2014	12,178.00	38.00	12,178.00	0.0025	3,120
G0 VFCAA 17/04/2014	15,218.00	46.00	15,218.00	0.0027	3,523
G0 VTJAA 17/04/2014	11,605.00	35.00	11,605.00	0.0027	3,261
G0 VFCAA 08/05/2014	17,108.00	52.00	17,108.00	0.0024	3,290
G0 VFCAB 08/05/2014	11,484.00	36.00	11,484.00	0.0026	3,199
G0 VFCAA 09/05/2014	17,310.00	53.00	17,310.00	0.0031	3,997
G0 VFCAB 09/05/2014	17,072.00	52.00	17,072.00	0.0030	3,914
G0 VFCAC 09/05/2014	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0032	4,150
G0 VFCAA 10/05/2014	17,203.00	53.00	17,203.00	0.0025	3,404
G0 VFCAB 10/05/2014	12,848.00	40.00	12,848.00	0.0033	3,879
G0 VFCAA 11/05/2014	17,180.00	52.00	17,180.00	0.0032	4,129
G0 VFCAB 11/05/2014	11,102.00	34.00	11,102.00	0.0029	3,396
G0 VFCAA 13/05/2014	17,108.00	52.00	17,108.00	0.0032	4,144
G0 VFCAB 13/05/2014	18,974.00	58.00	18,974.00	0.0034	4,397
G0 VFCAA 14/05/2014	17,059.00	53.00	17,059.00	0.0035	4,427
G0 VFCAB 14/05/2014	17,132.00	52.00	17,132.00	0.0033	4,252
G0 VFCAA 15/05/2014	17,156.00	52.00	17,156.00	0.0023	3,214
G0 VFCAB 15/05/2014	17,086.00	50.00	17,086.00	0.0033	4,259
G0 VFCAA 16/05/2014	17,157.00	51.00	17,157.00	0.0026	3,543
G0 VFCAB 16/05/2014	16,773.00	51.00	16,773.00	0.0025	3,398
G0 VFCAA18/05/2014	17,132.00	52.00	17,132.00	0.0034	4,357

G0 VFCAA 18/05/2014	17,107.00	53.00	17,107.00	0.0036	4,468
G0 VFCAA 22/05/2014	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0032	4,143
G0 VFCAA 22/05/2014	17,035.00	53.00	17,035.00	0.0039	4,743
G0 VFCAA 24/05/2014	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0026	3,551
G0 VFCAA 24/05/2014	16,988.00	52.00	16,988.00	0.0029	3,859
G0 VFCAA 29/05/2014	17,035.00	53.00	17,035.00	0.0026	3,549
G0 VFCAA 29/05/2014	16,509.00	51.00	16,509.00	0.0029	3,803
G0 VFCAA 30/05/2014	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0034	4,314
G0 VFCAA 30/05/2014	13,064.00	40.00	13,064.00	0.0042	4,622
G0 VFCAA 31/05/2014	14,786.00	46.00	14,786.00	0.0026	3,440

Una vez extraída cada muestra, se aplica la prueba binomial para demostrar la hipótesis que la proporción de defectuosos en las muestras extraídas, es igual a la proporción de defectuosos para cada lote, contrastando las hipótesis:

### Hipotesis de Muestreo

$H_0$  = proporción de defectuosos en cada lote simulado = proporción de defectuosos en cada muestra

$H_a$  = proporción de defectuosos en cada lote simulado  $\neq$  proporción de defectuosos en cada muestra

Con el SPSS se efectúa la prueba binomial, que permite verificar que la proporción muestral hallada es significativamente similar a la proporción poblacional, de modo que resulte indiferente el trabajar con una muestra o con la población del lote.

PRODUCTO	Latas	P poblacional simulado	n	P muestral	Hipótesis p muestral = P poblacional	Número de defectuosos
G0 VFCAA 09/01/2013	17,112.00	0.0033	4,199	0.0021	No se rechaza	9
G0 VFCAB 09/01/2013	14,496.00	0.0039	4,519	0.0049	No se rechaza	23
G0 VFCAA 10/01/2013	17,112.00	0.0030	3,913	0.0030	No se rechaza	12
G0 VFCAB 10/01/2013	17,112.00	0.0036	4,529	0.0036	No se rechaza	17
G0 VFCAC 10/01/2013	8,712.00	0.0031	3,286	0.0040	No se rechaza	14
G0 VFCAA 11/01/2013	17,256.00	0.0026	3,534	0.0020	No se rechaza	8
G0 VFCAB 11/01/2013	17,064.00	0.0029	3,799	0.0026	No se rechaza	10
G0 VFCAC 11/01/2013	7,320.00	0.0027	2,843	0.0025	No se rechaza	8
G0 VFCAA 12/01/2013	17,136.00	0.0025	3,421	0.0020	No se rechaza	7
G0 VFCAB 12/01/2013	8,880.00	0.0033	3,421	0.0038	No se rechaza	13
G0 VFCAA 16/01/2013	19,848.00	0.0027	3,699	0.0030	No se rechaza	12
G0 VFCAA 20/01/2013	12,096.00	0.0034	3,906	0.0036	No se rechaza	14
G0 VFCAA 21/01/2013	5,040.00	0.0032	2,606	0.0031	No se rechaza	9
G0 VFCAA 23/01/2013	6,456.00	0.0031	2,904	0.0041	No se rechaza	12
G0 VFCAA 09/03/2013	12,360.00	0.0032	3,813	0.0016	No se rechaza	7
G0 VFCAA 12/03/2013	9,048.00	0.0025	2,927	0.0038	No se rechaza	12
G0 VFCAA 12/03/2013	11,688.00	0.0026	3,184	0.0019	No se rechaza	7
G0 VFCAA 13/03/2013	10,560.00	0.0032	3,608	0.0033	No se rechaza	12
G0 VFCAA 14/03/2013	13,392.00	0.0028	3,553	0.0017	No se rechaza	7
G0 VFCAA 21/03/2013	7,944.00	0.0029	3,045	0.0036	No se rechaza	11
G0 VFCAA 28/03/2013	17,088.00	0.0035	4,369	0.0048	No se rechaza	22
G0 VFCAA 28/03/2013	11,016.00	0.0041	4,257	0.0040	No se rechaza	17
G0 VFCAA 28/03/2013	17,184.00	0.0029	3,846	0.0036	No se rechaza	14
G0 VFCAA 28/03/2013	17,160.00	0.0029	3,844	0.0023	No se rechaza	9
G0 VFCAA 28/03/2013	1,296.00	0.0039	1,082	0.0028	No se rechaza	4
G0 VFCAA 29/03/2013	17,112.00	0.0022	3,098	0.0016	No se rechaza	5
G0 VFCAA 29/03/2013	6,168.00	0.0032	2,912	0.0024	No se rechaza	7
G0 VFCAA 29/03/2013	17,088.00	0.0030	3,972	0.0030	No se rechaza	12
G0 VFCAA 29/03/2013	16,560.00	0.0025	3,430	0.0026	No se rechaza	9
G0 VFCAA 30/03/2013	17,136.00	0.0033	4,201	0.0040	No se rechaza	17
G0 VFCAA 30/03/2013	11,208.00	0.0033	3,741	0.0021	No se rechaza	8
G0 VFCAA 09/03/2013	12,360.00	0.0033	3,878	0.0028	No se rechaza	11
G0 VFCAA 12/03/2013	9,048.00	0.0035	3,616	0.0041	No se rechaza	15
G0 VFCAA 12/03/2013	11,688.00	0.0027	3,256	0.0015	No se rechaza	5
G0 VFCAA 13/03/2013	10,560.00	0.0029	3,396	0.0015	No se rechaza	6

G0 VFCAA 14/03/2013	13,392.00	0.0035	4,130	0.0034	No se rechaza	15
G0 VFCAA 21/03/2013	7,944.00	0.0029	3,045	0.0049	No se rechaza	15
G0 VFCAA 28/03/2013	17,088.00	0.0028	3,738	0.0019	No se rechaza	8
G0 VFCAA 28/03/2013	11,016.00	0.0033	3,697	0.0019	No se rechaza	8
G0 VFJAA 29/03/2013	17,112.00	0.0025	3,355	0.0027	No se rechaza	10
G0 VFJAB 29/03/2013	6,168.00	0.0034	2,986	0.0033	No se rechaza	11
G0 VFJAA 30/03/2013	17,136.00	0.0029	3,792	0.0024	No se rechaza	10
G0 VFJAB 30/03/2013	11,208.00	0.0026	3,165	0.0032	No se rechaza	11
G0 VFCAA 09/04/2013	17,184.00	0.0030	3,907	0.0040	No se rechaza	16
G0 VFCAA 09/04/2013	17,160.00	0.0030	3,966	0.0020	No se rechaza	8
G0 VFCAA 10/04/2013	17,136.00	0.0032	4,084	0.0039	No se rechaza	16
G0 VFCAA 10/04/2013	17,112.00	0.0037	4,584	0.0026	No se rechaza	13
G0 VFCAA 11/04/2013	17,088.00	0.0025	3,430	0.0029	No se rechaza	10
G0 VFCAA 11/04/2013	6,264.00	0.0040	3,257	0.0020	No se rechaza	7
G0 VFCAA 12/04/2013	16,992.00	0.0028	3,692	0.0022	No se rechaza	9
G0 VFCAA 12/04/2013	7,416.00	0.0027	2,838	0.0021	No se rechaza	6
G0 VFCAA 13/04/2013	17,160.00	0.0034	4,308	0.0039	No se rechaza	17
G0 VFCAA 13/04/2013	9,000.00	0.0032	3,406	0.0047	No se rechaza	17
G0 VFCAA 14/04/2013	17,112.00	0.0032	4,092	0.0027	No se rechaza	12
G0 VFCAA 14/04/2013	11,352.00	0.0028	3,374	0.0027	No se rechaza	9
G0 VFCAA 15/04/2013	17,040.00	0.0023	3,174	0.0025	No se rechaza	8
G0 VFCAA 15/04/2013	2,400.00	0.0038	1,744	0.0040	No se rechaza	7
G0 VFCAA 16/04/2013	17,112.00	0.0035	4,371	0.0034	No se rechaza	16
G0 VFCAA 16/04/2013	21,384.00	0.0028	3,853	0.0036	No se rechaza	15
G0 VFCAA 19/04/2013	17,136.00	0.0029	3,853	0.0026	No se rechaza	11
G0 VFCAA 19/04/2013	16,800.00	0.0030	3,956	0.0020	No se rechaza	8
G0 VFCAA 21/04/2013	17,184.00	0.0032	4,136	0.0027	No se rechaza	12
G0 VFCAA 21/04/2013	17,064.00	0.0029	3,799	0.0032	No se rechaza	13
G0 VFCAA 24/04/2013	17,136.00	0.0029	3,853	0.0031	No se rechaza	12
G0 VFCAA 24/04/2013	19,608.00	0.0034	4,488	0.0036	No se rechaza	16
G0 VFCAA 25/04/2013	17,040.00	0.0031	4,039	0.0037	No se rechaza	15
G0 VFCAA 25/04/2013	4,248.00	0.0054	2,905	0.0052	No se rechaza	16
G0 VFCAA 26/04/2013	17,136.00	0.0031	4,025	0.0027	No se rechaza	11
G0 VFCAA 26/04/2013	6,696.00	0.0045	3,563	0.0031	No se rechaza	12
G0 VFCAA 27/04/2013	16,656.00	0.0029	3,788	0.0034	No se rechaza	13
G0 VFCAA 27/04/2013	16,992.00	0.0035	4,438	0.0043	No se rechaza	19
G0 VFCAA 28/04/2013	17,112.00	0.0030	3,913	0.0030	No se rechaza	12

G0 VFCAA 28/04/2013	11,304.00	0.0035	3,864	0.0039	No se rechaza	16
G0 VFCAA 11/02/2014	4,608.00	0.0043	2,837	0.0042	No se rechaza	13
G0 VFCAA 11/02/2014	17,688.00	0.0038	4,725	0.0053	No se rechaza	26
G0 VFCAA 14/02/2014	17,112.00	0.0030	3,913	0.0030	No se rechaza	12
G0 VFCAB 14/02/2014	15,936.00	0.0031	3,935	0.0030	No se rechaza	12
G0 VFCAA 15/02/2014	17,088.00	0.0030	3,972	0.0030	No se rechaza	12
G0 VFCAB 15/02/2014	17,136.00	0.0033	4,259	0.0033	No se rechaza	15
G0 VFCAA 16/02/2014	16,680.00	0.0024	3,283	0.0027	No se rechaza	9
G0 VFCAA 18/02/2014	17,136.00	0.0034	4,306	0.0039	No se rechaza	18
G0 VFCAB 18/02/2014	17,112.00	0.0038	4,692	0.0036	No se rechaza	17
G0 VFCAB 19/02/2014	17,064.00	0.0029	3,860	0.0031	No se rechaza	12
G0 VFCAA 19/02/2014	11,280.00	0.0036	3,934	0.0036	No se rechaza	15
G0 VFCAA 20/02/2014	17,064.00	0.0028	3,674	0.0027	No se rechaza	11
G0 VFCAA 20/02/2014	17,112.00	0.0025	3,420	0.0018	No se rechaza	7
G0 VFCAA 21/02/2014	17,088.00	0.0029	3,861	0.0034	No se rechaza	14
G0 VFCAA 21/02/2014	16,560.00	0.0034	4,325	0.0037	No se rechaza	16
G0 VFCAA 25/02/2014	17,088.00	0.0032	4,091	0.0039	No se rechaza	16
G0 VFCAA 26/02/2014	17,136.00	0.0034	4,306	0.0028	No se rechaza	13
G0 VFCAA 26/02/2014	17,064.00	0.0035	4,433	0.0043	No se rechaza	19
G0 VFCAA 27/02/2014	15,960.00	0.0030	3,879	0.0030	No se rechaza	12
G0 VFCAA 27/02/2014	14,736.00	0.0035	4,207	0.0024	No se rechaza	11
G0 VFCAA 05/03/2014	17,112.00	0.0035	4,427	0.0038	No se rechaza	17
G0 VFCAB 05/03/2014	6,600.00	0.0036	3,195	0.0044	No se rechaza	15
G0 VFCAA 06/03/2014	17,112.00	0.0022	3,098	0.0016	No se rechaza	5
G0 VFCAB 06/03/2014	11,520.00	0.0034	3,844	0.0039	No se rechaza	15
G0 VFCAA 07/03/2014	10,800.00	0.0039	4,103	0.0039	No se rechaza	17
G0 VFCAA 08/03/2014	17,088.00	0.0032	4,150	0.0027	No se rechaza	12
G0 VFCAB 08/03/2014	13,896.00	0.0026	3,348	0.0015	No se rechaza	6
G0 VFCAA 09/03/2014	17,040.00	0.0024	3,242	0.0019	No se rechaza	7
G0 VFCAB 09/03/2014	5,904.00	0.0022	2,293	0.0009	No se rechaza	3
G0 VFCAA 11/03/2014	16,992.00	0.0031	3,987	0.0040	No se rechaza	16
G0 VFCAA 11/03/2014	12,192.00	0.0034	3,955	0.0040	No se rechaza	17
G0 VFCAA 12/03/2014	13,800.00	0.0030	3,764	0.0040	No se rechaza	16
G0 VFCAA 12/03/2014	14,088.00	0.0034	4,110	0.0041	No se rechaza	17
G0 VFCAA 13/03/2014	17,088.00	0.0033	4,208	0.0033	No se rechaza	14
G0 VFCAA 13/03/2014	17,136.00	0.0029	3,853	0.0034	No se rechaza	14
G0 VFCAA 14/03/2014	17,280.00	0.0033	4,239	0.0033	No se rechaza	14

G0 VFCAA 14/03/2014	15,504.00	0.0025	3,288	0.0009	No se rechaza	3
G0 VFCAA 15/03/2014	17,136.00	0.0027	3,667	0.0027	No se rechaza	10
G0 VFCAB 15/03/2014	14,496.00	0.0031	3,869	0.0041	No se rechaza	16
G0 VFCAA 18/03/2014	17,040.00	0.0037	4,596	0.0035	No se rechaza	16
G0 VFCAB 18/03/2014	15,528.00	0.0034	4,170	0.0019	No se rechaza	8
G0 VFCAA 19/03/2014	17,232.00	0.0027	3,661	0.0019	No se rechaza	7
G0 VFCAA 19/03/2014	14,688.00	0.0025	3,321	0.0024	No se rechaza	8
G0 VFCAA 08/04/2014	17,040.00	0.0029	3,808	0.0045	No se rechaza	18
G0 VFCAB 08/04/2014	7,008.00	0.0033	3,107	0.0032	No se rechaza	10
G0 VFCAA 09/04/2014	17,088.00	0.0030	3,972	0.0020	No se rechaza	8
G0 VFCAB 09/04/2014	18,720.00	0.0028	3,832	0.0037	No se rechaza	14
G0 VFCAA 10/04/2014	18,960.00	0.0030	4,034	0.0020	No se rechaza	9
G0 VFCAA 11/04/2014	17,016.00	0.0025	3,373	0.0024	No se rechaza	9
G0 VFCAA 12/04/2014	13,920.00	0.0024	3,130	0.0016	No se rechaza	5
G0 VFCAA 13/04/2014	19,008.00	0.0034	4,455	0.0047	No se rechaza	22
G0 VFCAA 14/04/2014	9,480.00	0.0034	3,580	0.0028	No se rechaza	10
G0 VFCAA 15/04/2014	17,256.00	0.0030	3,951	0.0040	No se rechaza	16
G0 VFCAB 15/04/2014	6,048.00	0.0036	3,060	0.0026	No se rechaza	8
G0 VFCAA 16/04/2014	17,112.00	0.0033	4,199	0.0036	No se rechaza	16
G0 VFCAB 16/04/2014	12,216.00	0.0025	3,120	0.0022	No se rechaza	7
G0 VFCAA 17/04/2014	15,264.00	0.0027	3,523	0.0028	No se rechaza	10
G0 VTJAA 17/04/2014	11,640.00	0.0027	3,261	0.0034	No se rechaza	12
G0 VFCAA 08/05/2014	17,160.00	0.0024	3,290	0.0021	No se rechaza	8
G0 VFCAB 08/05/2014	11,520.00	0.0026	3,199	0.0022	No se rechaza	8
G0 VFCAA 09/05/2014	17,363.00	0.0031	3,997	0.0033	No se rechaza	14
G0 VFCAB 09/05/2014	17,124.00	0.0030	3,914	0.0040	No se rechaza	16
G0 VFCAC 09/05/2014	17,088.00	0.0032	4,150	0.0036	No se rechaza	15
G0 VFCAA 10/05/2014	17,256.00	0.0025	3,404	0.0021	No se rechaza	8
G0 VFCAB 10/05/2014	12,888.00	0.0033	3,879	0.0046	No se rechaza	18
G0 VFCAA 11/05/2014	17,232.00	0.0032	4,129	0.0041	No se rechaza	17
G0 VFCAB 11/05/2014	11,136.00	0.0029	3,396	0.0027	No se rechaza	10
G0 VFCAA 13/05/2014	17,160.00	0.0032	4,144	0.0048	No se rechaza	20
G0 VFCAB 13/05/2014	19,032.00	0.0034	4,397	0.0034	No se rechaza	15
G0 VFCAA 14/05/2014	17,112.00	0.0035	4,427	0.0038	No se rechaza	17
G0 VFCAB 14/05/2014	17,184.00	0.0033	4,252	0.0033	No se rechaza	15
G0 VFCAA 15/05/2014	17,208.00	0.0023	3,214	0.0009	No se rechaza	3
G0 VFCAB 15/05/2014	17,136.00	0.0033	4,259	0.0028	No se rechaza	12

G0 VFCAA 16/05/2014	17,208.00	0.0026	3,543	0.0040	No se rechaza	15
G0 VFCAB 16/05/2014	16,824.00	0.0025	3,398	0.0018	No se rechaza	7
G0 VFCAA18/05/2014	17,184.00	0.0034	4,357	0.0030	No se rechaza	14
G0 VFCAA 18/05/2014	17,160.00	0.0036	4,468	0.0036	No se rechaza	17
G0 VFCAA 22/05/2014	17,136.00	0.0032	4,143	0.0034	No se rechaza	15
G0 VFCAA 22/05/2014	17,088.00	0.0039	4,743	0.0034	No se rechaza	17
G0 VFCAA 24/05/2014	17,136.00	0.0026	3,551	0.0034	No se rechaza	13
G0 VFCAA 24/05/2014	17,040.00	0.0029	3,859	0.0049	No se rechaza	19
G0 VFCAA 29/05/2014	17,088.00	0.0026	3,549	0.0028	No se rechaza	10
G0 VFCAA 29/05/2014	16,560.00	0.0029	3,803	0.0026	No se rechaza	10
G0 VFCAA 30/05/2014	17,112.00	0.0034	4,314	0.0039	No se rechaza	18
G0 VFCAA 30/05/2014	13,104.00	0.0042	4,622	0.0039	No se rechaza	18
G0 VFCAA 31/05/2014	14,832.00	0.0026	3,440	0.0032	No se rechaza	12

**De acuerdo a lo anterior, no se rechaza la hipótesis nula en ninguna muestra extraída, porque la proporción de defectuosos en la muestra es significativamente igual a la proporción de defectuosos en el lote.**

#### ❖ Gráfica de control

Se procede a hacer un gráfico de control en función a la inspección al 100% de todos los lotes, tanto para la población total simulada de lotes como para la muestra seleccionada.

#### Diagnóstico de Gráfica P

El diagnóstico de gráfica P permite evaluar la efectividad del uso de una gráfica P, comparándola con una gráfica P' de Laney, mediante la evaluación de la dispersión de los datos. Se trata de una gráfica de dispersión de la variación observada vs. la variación esperada para una distribución binomial, en caso los puntos no se asienten sobre la línea recta, significa que el emplear una gráfica P podría generar límites para los gráficos de control demasiado amplios. La dispersión excesiva puede hacer pensar que los puntos dentro de una gráfica P se encuentren fuera de control, cuando en realidad no se encuentran.

Población total simulada de lotes:

De acuerdo a los resultados vemos que los puntos se alejan de la recta por lo que se escoge una gráfica P' en lugar de una gráfica P.

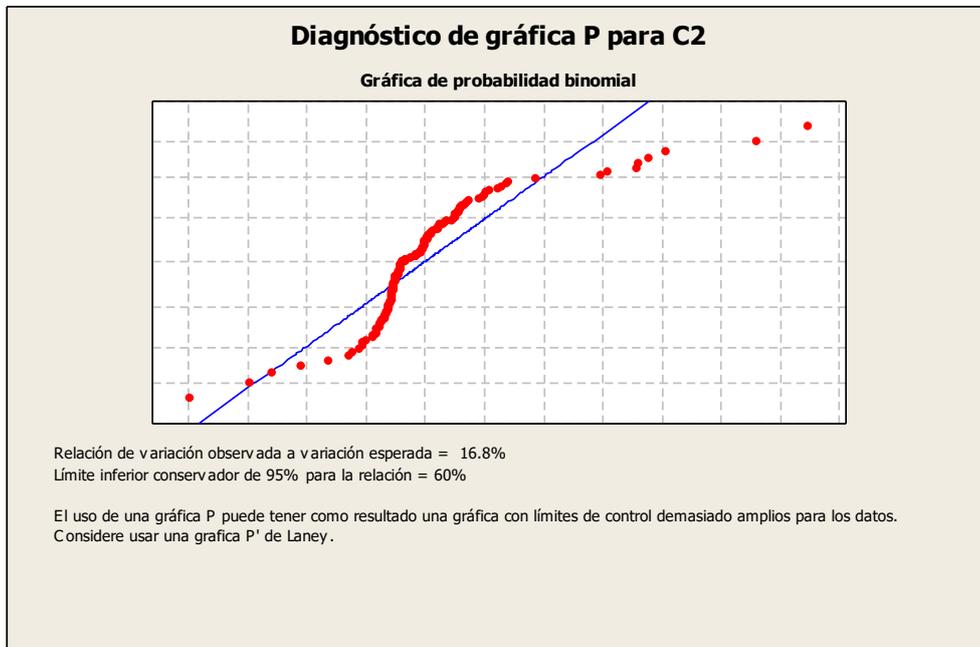


Fig. 20. Grafica de Probabilidad Binomial

Elaboración Propia

Muestras seleccionadas de lotes:

De acuerdo a los resultados vemos que los puntos se acercan a la recta por lo que se escoge una gráfica P de atributos

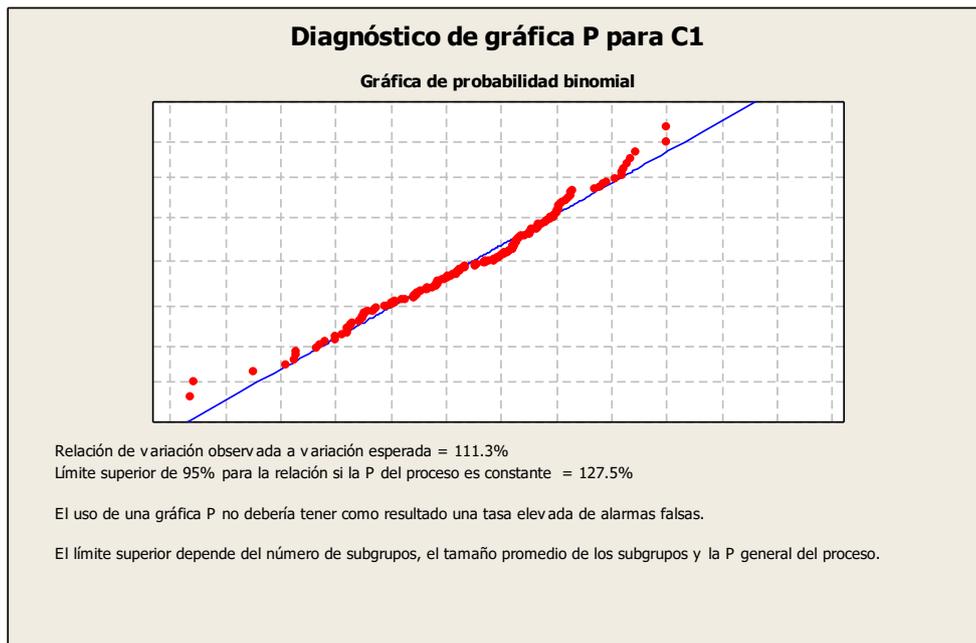


Fig. 21. Grafica de Probabilidad Binomial

Elaboración Propia

### Grafica de P de Laney

De acuerdo a los criterios escogidos anteriormente, se diagraman las gráficas de control tanto para la población simulada de lotes como las muestras seleccionadas de lotes.

Población total simulada de lotes:

A continuación, se presenta la gráfica de control correspondiente a la población total simulada de lotes.

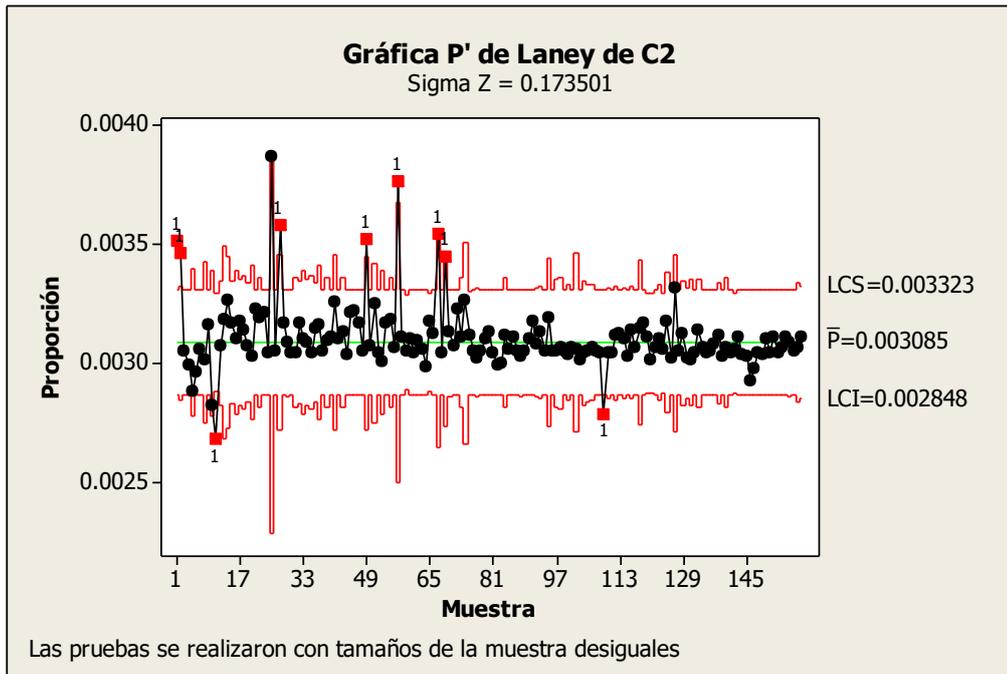


Fig. 22. Grafica P' de Laney de C2

Elaboración Propia

En el gráfico anterior vemos que 9 lotes salen de los límites de control establecidos siendo el valor de p (promedio) igual a 0.003085.

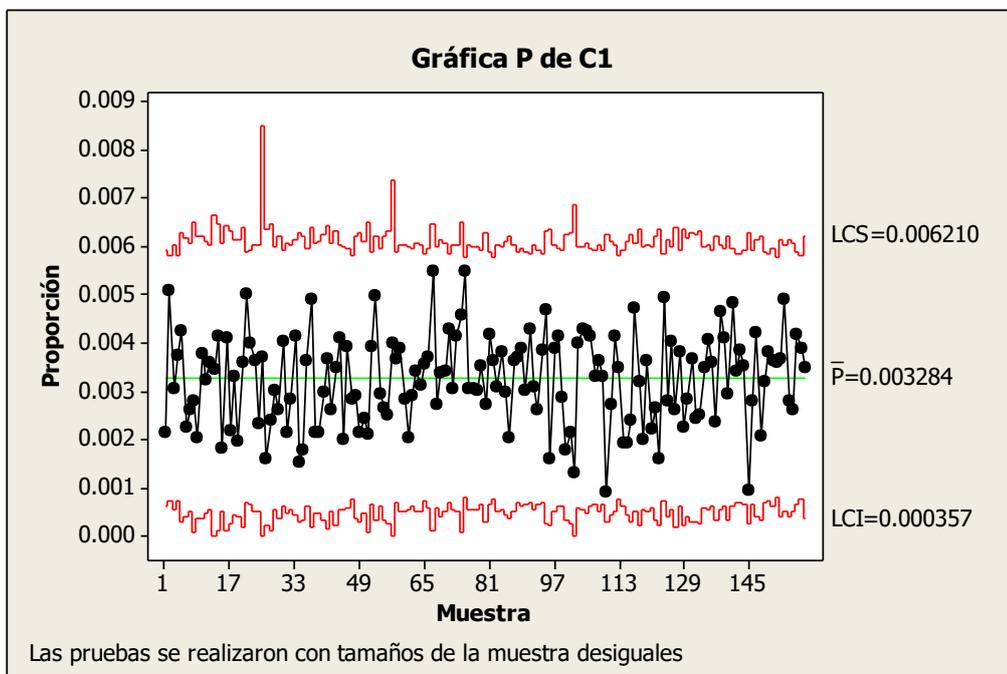


Fig. 23. Grafica P de C1

Elaboración Propia

En el gráfico anterior vemos que ningún lote sale fuera de los límites de control establecidos siendo el valor de  $p$  (promedio) igual a 0.003284.

### Conclusión

En conclusión, para esta primera parte, vemos que el muestreo aleatorio resulta ser una técnica que refleja adecuadamente la proporción de defectuosos en los lotes.

### Parte II: Proponer un plan de muestreo de aceptación

Para proponer un plan de muestreo de aceptación por atributos es necesario, en primer lugar, definir los valores  $n$  y  $c$  en función a los valores de  $p_A$ ,  $p_R$ ,  $\alpha$  y  $\beta$ . Como se mencionó anteriormente se considerará  $\alpha=5\%$  y  $\beta= 10\%$  y además se tomará en cuenta un valor de  $p_R/p_A$  entre 4 y 10 y un valor de NCA entre 0.31% y 0.34%.

Presentando la tabla de Grubb  $\alpha =5\%$  y  $\beta= 10\%$ , escogemos los valores de  $c$  que cumplen  $4 < p_R/p_A < 10$  los que corresponden a  $c = 2$  y  $3$ .

Tabla de Grubb

$1 - \alpha = 0.95 \quad \beta = 0.10$				$1 - \alpha = 0.95 \quad \beta = 0.10$			
$c$	$np_A$	$np_R$	$np_R/np_A$	$c$	$np_A$	$np_R$	$np_R/np_A$
0	0.051	2.303	44.84	6	3.286	10.532	3.21
1	0.355	3.890	10.96	7	3.981	11.771	2.96
2	0.818	5.322	6.51	8	4.695	12.995	2.77
3	1.366	6.681	4.89	9	5.426	14.206	2.62
4	1.970	7.994	4.06	10	6.169	15.407	2.50
5	2.613	9.274	3.55	11	6.924	16.598	2.40

Fig. 24. Tabla de Grubb

Fuente: google images

### Comparativo de planes de muestreo

En función a los valores establecidos anteriormente se determinan los valores de  $n$  y  $p_R$  para distintos valores de  $p_A$  entre 0.31% y 0.34%

c	$n^* p_A$	$n^* p_R$	$p_A$	n	$p_R$
<b>2</b>	0.818	5.322	0.31%	$0.818/0.0031 = 264$	$5.322/264 = 0.020$
			0.32%	$0.818/0.0032 = 256$	$5.322/256 = 0.021$
			0.33%	$0.818/0.0033 = 248$	$5.322/248 = 0.021$
			0.34%	$0.818/0.0034 = 241$	$5.322/241 = 0.022$
<b>3</b>	1.366	6.681	0.31%	$1.366/0.0031 = 441$	$6.681/441 = 0.015$
			0.32%	$1.366/0.0032 = 427$	$6.681/427 = 0.016$
			0.33%	$1.366/0.0033 = 414$	$6.681/414 = 0.016$
			0.34%	$1.366/0.0034 = 402$	$6.681/402 = 0.017$

Cada plan de muestreo seleccionado mostrará las siguientes gráficas de comparación:

- α Curva OC: Muestra la probabilidad de que un lote sea aceptado con un porcentaje dado de artículos defectuosos.
- α Curva de calidad saliente promedio: Muestra la calidad promedio a la salida (proporción de elementos defectuosos) en los lotes de salida dada una proporción de elementos defectuosos en los lotes de entrada.
- α Curva de Inspección Promedio: Muestra el número promedio de artículos inspeccionados para lotes con una proporción de defectuosos dada.

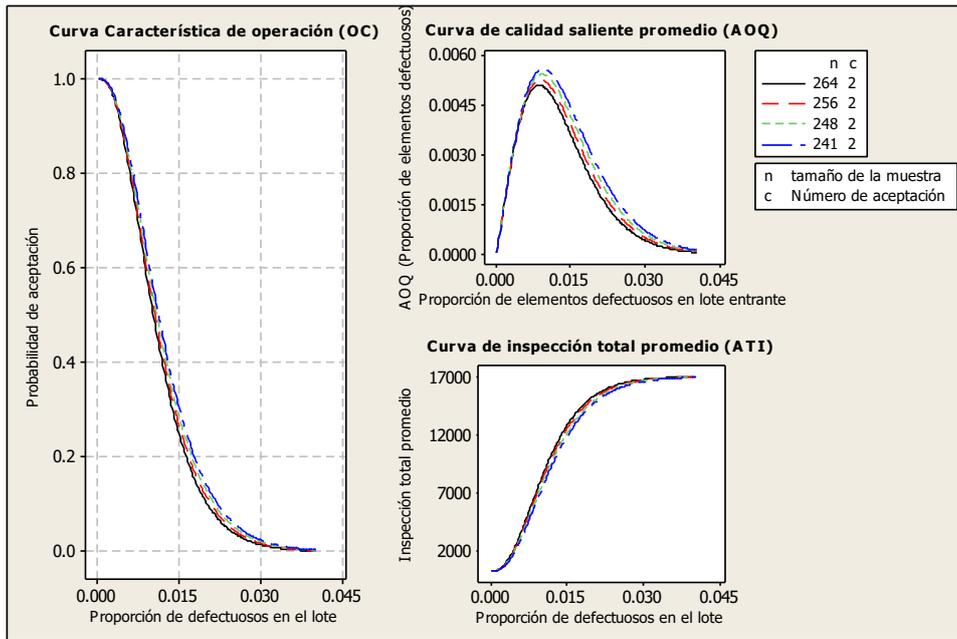


Fig 25. Análisis Curvas Característica para  $c = 2$

Elaboración Propia

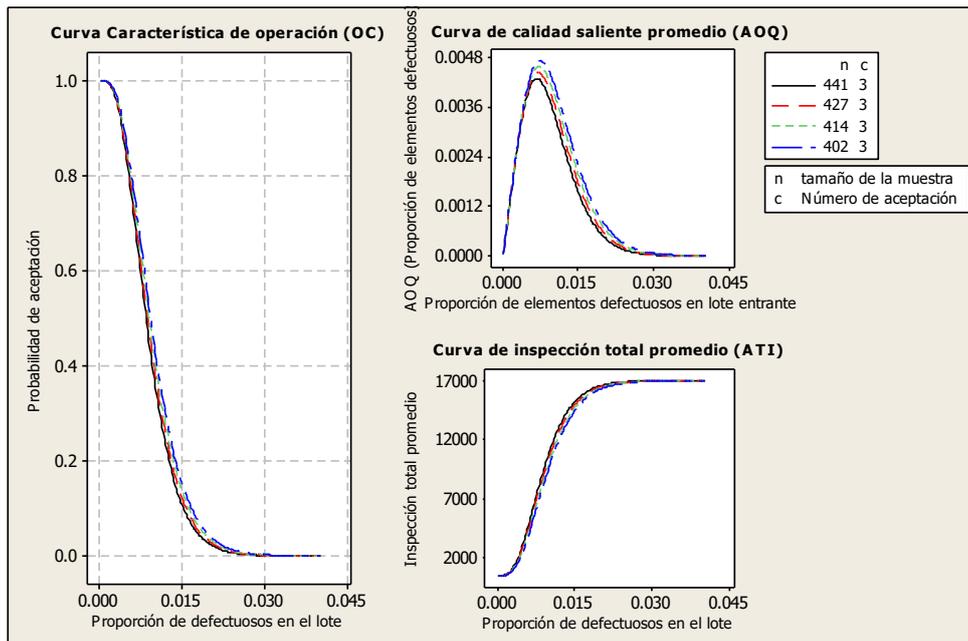


Fig 26. Análisis Curvas Característica para  $c = 3$

Elaboración Propia

Lo imagen anterior permite comparar diferentes curvas para tamaños de muestra próximos obtenidos para la optimización de cada plan de muestreo, determinando que a un mayor tamaño muestral se obtienen mejores resultados.

A continuación, comparamos los planes para los valores extremos de  $p_A$ .

### Plan de muestreo para $p_A = 0.31\%$

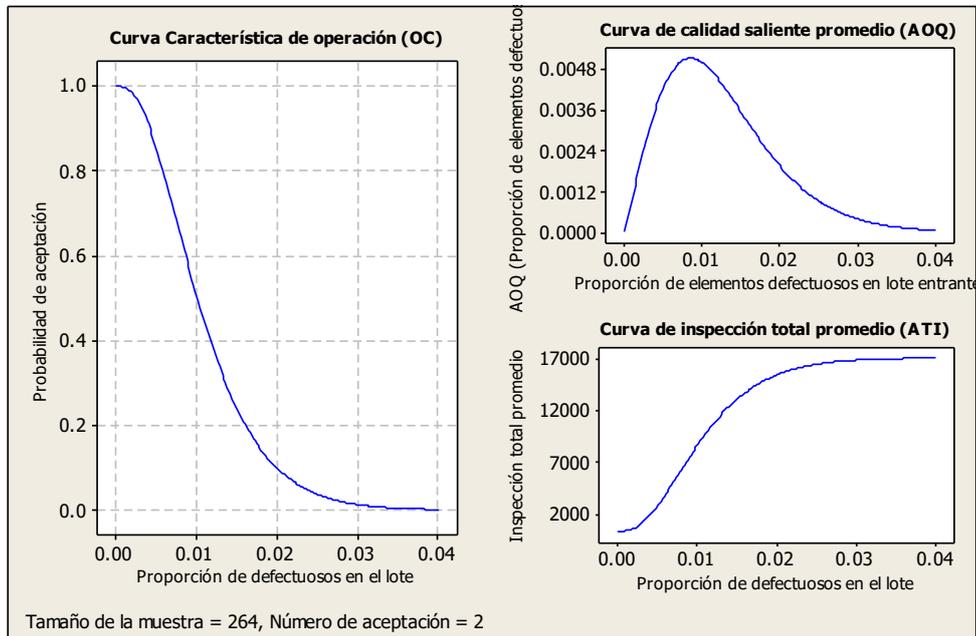


Fig 27. Análisis Curvas Característica para  $p_A = 0.31\%$

Elaboración Propia

Proporción de elementos defectuosos en el lote	Probabilidad de aceptación	AOQ (porcentaje de elementos defectuosos)	Inspección total promedio
0.001	0.997855	0.0009824	300
0.003	0.95532	0.0028216	1014
0.005	0.854134	0.0042045	2711
0.007	0.718223	0.0049497	4991
0.009	0.574794	0.005093	7397
0.011	0.442264	0.0047895	9621
0.013	0.329707	0.0042198	11509
0.015	0.239538	0.0035374	13022
0.017	0.170344	0.002851	14182

0.019	0.118972	0.0022255	15044
0.021	0.0818214	0.0016916	15667
0.023	0.0555249	0.0012573	16109
0.025	0.0372415	0.0009166	16415
0.027	0.0247216	0.0006571	16625
0.029	0.0162596	0.0004642	16767
0.031	0.0106055	0.0003237	16862
0.033	0.0068655	0.0002231	16925
0.035	0.0044138	0.0001521	16966
0.037	0.0028197	0.0001027	16993
0.039	0.0017908	0.0000688	17010

○ Revisando la curva OC:

- Para una proporción de defectuosos en el lote de 0.001 hay una probabilidad de 0.997855 de aceptar el lote.
- Para una proporción de defectuosos en el lote de 0.019 hay una probabilidad de 0.118972 de aceptar el lote.
- Para una proporción de defectuosos a la entrada de 0.039, hay una probabilidad de 0.0017908 de aceptar el lote.

Revisando la curva de calidad saliente promedio:

- Para una proporción de defectuosos en el lote entrante de 0.001 el plan de muestreo nos dará una proporción de calidad promedio a la salida de 0.0009824.
- Para una proporción de defectuosos a la entrada de 0.009, el plan de muestreo nos dará una proporción de calidad promedio a la salida de 0.005093.
- Para una proporción de defectuosos a la entrada de 0.039, el plan de muestreo nos dará una proporción de calidad promedio a la salida de 0.0000688.

Revisando la curva de inspección promedio:

- Para una proporción de defectuosos en el lote entrante de 0.001 el plan de muestreo implica una inspección promedio de 300 unidades.
- Para una proporción de defectuosos a la entrada de 0.019, el plan de muestreo implica una inspección promedio de 15044 unidades.
- Para una proporción de defectuosos a la entrada de 0.039, el plan de muestreo implica una inspección promedio de 17010 unidades (prácticamente todo el lote).

### Plan de muestreo para $p_A = 0.34\%$

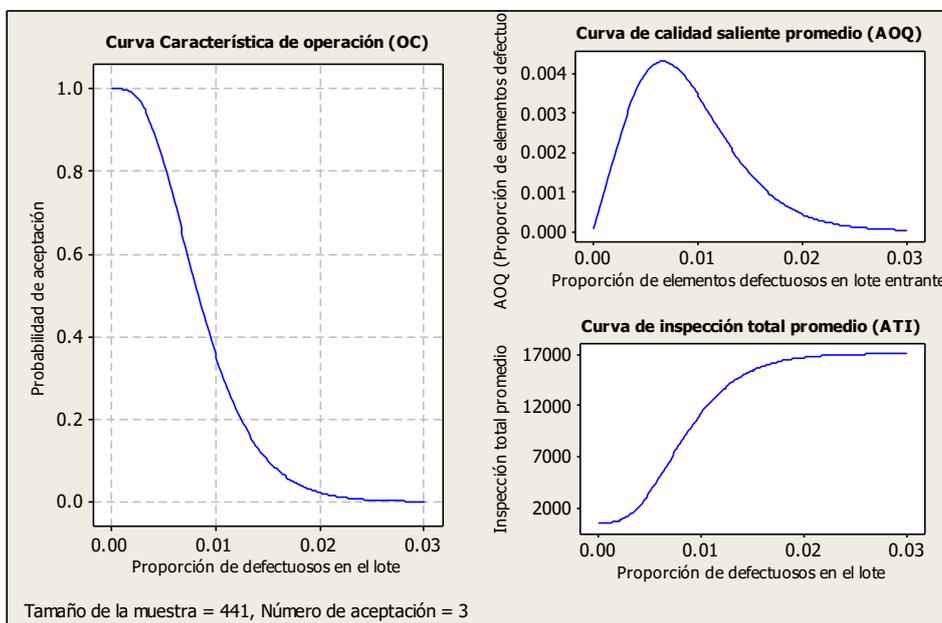


Fig 28. Análisis Curvas Característica para  $p_A = 0.34\%$

Elaboración Propia

Proporción de elementos defectuosos en el lote	Probabilidad de aceptación	AOQ (porcentaje de elementos defectuosos)	Inspección total promedio
0.000031	1	0.0000302	441
0.0016083	0.994488	0.0015587	526
0.0031856	0.948868	0.002943	1298

0.0047629	0.844376	0.003903	3076
0.0063403	0.621634	0.0042837	5527
0.0079176	0.475676	0.0041389	8132
0.0094949	0.348924	0.0036426	10503
0.0110722	0.246898	0.0029844	12447
0.0126495	0.169312	0.0023105	13928
0.0142268	0.112914	0.0017084	14994
0.0158042	0.0734224	0.0012161	15729
0.0173815	0.046642	0.0008383	16218
0.0189588	0.0289891	0.0005623	16535
0.0205361	0.0176476	0.0003684	16734
0.0221134	0.0105313	0.0002364	16858
0.0236907	0.0061643	0.0001489	16933
0.0252681	0.0035405	0.0000923	16978
0.0268454	0.0019959	0.0000564	17004
0.0284227	0.0011044	0.000034	17020
0.03	0.0005999	0.0000203	17029

○ Revisando la curva OC:

- Para una proporción de defectuosos en el lote de 0.000031 hay una probabilidad de 1 de aceptar el lote.
- Para una proporción de defectuosos en el lote de 0.0142268 hay una probabilidad de 0.112914 de aceptar el lote.
- Para una proporción de defectuosos a la entrada de 0.03, hay una probabilidad de 0.0005999 de aceptar el lote.

Revisando la curva de calidad saliente promedio:

- Para una proporción de defectuosos en el lote entrante de 0.000031 el plan de muestreo nos dará una proporción de calidad promedio a la salida de 0.0000302.

- Para una proporción de defectuosos a la entrada de 0.0063403, el plan de muestreo nos dará una proporción de calidad promedio a la salida de 0.0042387.
- Para una proporción de defectuosos a la entrada de 0.03, el plan de muestreo nos dará una proporción de calidad promedio a la salida de 0.0000203.

Revisando la curva de inspección promedio:

- Para una proporción de defectuosos en el lote entrante de 0.000031 el plan de muestreo implica una inspección promedio de 441 unidades.
- Para una proporción de defectuosos a la entrada de 0.0142268, el plan de muestreo implica una inspección promedio de 14994 unidades.
- Para una proporción de defectuosos a la entrada de 0.03, el plan de muestreo implica una inspección promedio de 17029 unidades (prácticamente todo el lote).

Mediante el análisis anterior determinamos que la sensibilidad de los planes escogidos es alta ya que ante una variación mínima del número de defectuosos del lote la probabilidad de aceptación del mismo disminuye en forma drástica siendo aún más sensible el plan correspondiente a 0.34%

### **Planes de muestreo en función del tamaño del lote**

Estableciendo variaciones en el tamaño del lote en función a la distribución de frecuencias del histórico de latas por lote, obtenemos variaciones para el tamaño de  $n$  dado un tamaño de lote dado.

Para elaborar este cuadro se recurrió a la construcción de intervalos de clase en función a la regla de Sturges. El último intervalo corresponde a la ubicación de la mediana de latas por lote, de acuerdo al histórico.

DE	HASTA	MARCA DE CLASE	N		PERSONAS NECESARIAS	
			c = 2	c = 3	c = 2	c = 3
1296.00	3807.00	2552.00	257.00	423.00	2.00	2.00
3807.00	6318.00	5063.00	261.00	433.00	2.00	2.00
6318.00	8829.00	7574.00	262.00	437.00	2.00	2.00
8829.00	11340.00	10085.00	263.00	439.00	2.00	2.00
11340.00	13851.00	12596.00	263.00	440.00	2.00	2.00
13851.00	16362.00	15107.00	264.00	440.00	2.00	2.00
16362.00	21384.00	18873.00	264.00	441.00	2.00	2.00

Cuadro 8. Tabla Muestreo para Inspección Visual de Conservas

Elaboración Propia.

En el cuadro además se muestra la cantidad de personas necesarias para la inspección de las muestras, siendo en todos los casos igual a 2.

### Conclusión

El número de almaceneros necesarios para realizar el plan de muestreo resulta significativamente menor frente a las 50 personas que se habían asignado para realizar la inspección al 100%.

La cantidad de tiempo empleado para el muestreo es proporcionalmente menor que el empleado al inspeccionar todo el lote.

Sin embargo, en un muestreo de aceptación, siempre hay 2 opciones: Que el Lote sea rechazado o aceptado.

A lo largo de este capítulo de la investigación se ha podido obtener el costo de laboral de inspección si se realiza un muestreo de aceptación donde el lote está dentro de los límites de aceptación. Sin embargo, si analizamos la probabilidad de que, en el muestreo, se obtenga una muestra adicional al número  $c$ ; entonces, se propone realizar una inspección al 100%, para no incurrir en una pérdida mayor, al rechazar todo el lote de producción.

Empleando el nuevo plan de muestreo tenemos lo siguiente:

- La mediana de cajas por lote, corresponde a 710 cajas (según producción histórica). Sin embargo, por lote producido se extraerá una muestra representativa para analizar y realizar la inspección del lote de producción.
- Para inspeccionar un lote, según el nuevo plan de muestreo con  $c = 2$  y  $n = 264$  (máxima cantidad latas a inspeccionar con  $c$  número de aceptación), es necesario 2 operarios, los cuales inspeccionan 10 cajas por hora, por lo que, en una hora inspeccionarían 240 latas necesitando un total de  $264/240 = 1.1$  horas.
- Cada uno de los almaceneros gana un promedio de S/.750.00 mensual, lo que equivale a un costo laboral anual (tomando en cuenta gratificaciones y CTS) de  $750 \times 15 = \text{S}/.11,250$  equivalente a S/.937.50 mensual.
- El costo de hora/hombre teniendo en cuenta una jornada laboral de 8 horas y un mes de 30 días, sería de  $937.50/30 \times 8 = 3.906$  soles x hora.
- El costo laboral total de inspeccionar una muestra representativa sería igual a  $3.906 \times 2 \times 1.1 = \text{S}/.8.5932$

**Por lo que, el costo laboral de inspeccionar una muestra representativa es 96.9% menor que realizar una inspección al 100%.**

❖ Costo de Rechazar un lote entero:

- El costo de fabricación de una lata es USD 1.00. La mediana de cajas fabricadas en un lote son 710 cajas. Cada caja tiene 24 latas, por lo que el costo de fabricación y rechazo de un lote es igual a:  $710 \times 24 \times 1 \times 3.20 = \text{S/ } 54,528.00$
  
- El costo total de realizar el método de muestreo más la inspección total del lote, sería igual a:
  - El costo de la Inspección por muestreo es: S/.8.53.
  - Para realizar la inspección al 100%, se necesitará, 4 recursos adicionales, más los 2 recursos ya utilizados para el muestreo.
  - La mediana de cajas por lote, corresponde a 710 cajas.
  - Para realizar la inspección del lote, necesitaríamos la ayuda de 20 personas, cada una avanzando 10 cajas por hora, en una hora inspeccionarían 4800 latas necesitando un total de  $(17,040 - 264) / 4800 = 3.50$  horas.
  - Cada uno de los almaceneros gana un promedio de S/.750.00 mensual, lo que equivale a un costo laboral anual (tomando en cuenta gratificaciones y CTS) de  $750 \times 15 = \text{S/ } 11,250$  equivalente a S/.937.50 mensual.
  - El costo de hora/hombre teniendo en cuenta una jornada laboral de 8 horas y un mes de 30 días, sería de  $937.50 / 30 \times 8 = 3.906$  soles x hora.
  - El costo laboral total de inspeccionar un lote sería igual a  $3.906 \times 20 \times 5.83 = \text{S/ } 273.05$
  - El costo total de inspeccionar el lote sería:  $\text{S/ } 8.53 + \text{S/ } 273.05 = \text{S/ } 281.64$
  - El proceso demoraría aproximadamente 4 horas.

Con lo expuesto anteriormente, se puede visualizar, que, aunque se necesitan 2 horas adicionales para realizar todo el proceso completo, realizar el muestreo + la inspección del 100% del lote resulta más eficiente que rechazar la producción completa.

### Probabilidad de Inspeccionar un lote entero

A pesar que se ha llegado a la conclusión que realizar el muestreo de aceptación resulta ser significativamente más eficiente que realizar la inspección visual al 100% por cada lote de producción, como lo mencionamos anteriormente, existe la posibilidad de encontrar, en la muestra, un número superior a  $c$  defectuosos.

Para esto, se ha analizado la probabilidad de inspeccionar todo el lote, es decir de realizar el método de muestreo propuesto + la inspección al 100%.

Entonces, sea  $x$  el número de defectuosos en la muestra

$$\text{Prob}(x > c) = 1 - \text{Prob}(x \leq c)$$

Como  $x$  tiene una distribución binomial entonces se calcula esta probabilidad en función a la fórmula de la distribución binomial:

<b>c</b>	<b>n* p<sub>A</sub></b>	<b>n* p<sub>R</sub></b>	<b>p<sub>A</sub></b>	<b>n</b>	<b>p<sub>R</sub></b>	<b>Probabilidad</b>
<b>2</b>	0.818	5.322	0.31%	0.818/0.0031 = 264	5.322/264 = 0.020	= 4.98%
			0.32%	0.818/0.0032 = 256	5.322/256 = 0.021	= 4.99%
			0.33%	0.818/0.0033 = 248	5.322/248 = 0.021	= 4.98%
			0.34%	0.818/0.0034 = 241	5.322/241 = 0.022	= 5.00%
<b>3</b>	1.366	6.681	0.31%	1.366/0.0031 = 441	6.681/441 = 0.015	= 4.98%
			0.32%	1.366/0.0032 = 427	6.681/427 = 0.016	= 4.97%
			0.33%	1.366/0.0033 = 414	6.681/414 = 0.016	= 4.97%
			0.34%	1.366/0.0034 = 402	6.681/ 402 = 0.017	= 4.98%

Reemplazando en todos los casos esta probabilidad resulta ser igual a 5%. Esto se debe a que siempre se ha asumido un error de 5%, que corresponde a la probabilidad de rechazar un lote con calidad aceptable (es decir el valor de  $\alpha = 1-p_a$ ).

A su vez, si se compara la situación de realizar el muestreo de aceptación + la inspección al 100% con la situación actual de realizar la inspección al 100%, el proceso propuesto proceso también termina siendo, en términos de costo laboral, más óptimo. Como se menciona en el capítulo I, hay almaceneros con tiempos muertos, por lo que la empresa en investigación tiene un egreso mensual de S/. 37.500.00.

<i>Costo Laboral</i>	<b>Cantidad de Operarios</b>	<b>Sueldo por mes</b>	<b>Turnos Diarios</b>	<b>Sueldo Mensual Total</b>
<i>Situación Actual</i>	50	S/.937.50	2	S/.93,750.00
<i>Almaceneros Tiempos muertos</i>	20	S/.937.50	2	S/.37,500.00
<i>Almaceneros Productivos</i>	30	S/.937.50	2	S/.56,250.00

Si se sigue realizando la inspección visual al 100%, se tendría que añadir al costo de inspección, el costo laboral muerto de los almaceneros que no realizan actividades adicionales.

Entonces se concluye que el proceso propuesto, no solo ahorra costos de inspección (en función al costo laboral), sino que reduce costos laborales de operarios con tiempos muertos, ya que solo se contratarían los almaceneros productivos (S/. 56.250.00 mensual)

### 5.3 Análisis de Resultados

El análisis de la eficiencia se basa en el aprovechamiento de los recursos, que deben ser adquiridos en el tiempo oportuno, al mejor costo posible, en la cantidad adecuada y con una alta calidad. La eficiencia se puede medir en mejoras en cuanto a la cantidad de personas para realizar un proceso, materiales que se requieren para desarrollar una idea y costos financieros incurridos. (Cubillos – 2012)

Indicadores de Eficiencia - Inspección Visual de Conservas			
Proceso Actual		Proceso Mejorado	
Tiempo Total Inspección Visual por Turno	1.42 Horas	Tiempo Total Inspección Visual por Turno	1.1 Horas
Numero de almaceneros por Inspección	50 personas	Numero de almaceneros por Inspección	2 personas
Costo Total por Inspección	S/. 277.34	Costo laboral por Inspección	S/. 8.59
Gasto Total de Personal Almacenero	S/. 93,750	Gasto Total de Personal Almacenero	S/. 56,250

Cuadro 9. Indicadores de Eficiencia – Comparador de Procesos

Elaboración Propia.

Como se puede observar en el cuadro antecesor, la reducción más significativa que posee mejorar la eficiencia del proceso de inspección visual, son los gastos incurridos al gasto de personal. Como se puede observar, si se implementa el proceso planteado, se conseguirá un ahorro del **40%**, que va directamente a los estados financieros, amortiguando las perdidas sustanciales que posee la empresa en investigación.

A su vez, se visualiza una reducción significativa en el TMO del proceso, de aproximadamente **22%**, tiempo que se puede aprovechar para realizar otras actividades de almacén.

La propuesta de extraer una muestra de tamaño  $n$  a partir de un lote de tamaño  $N$ , el cual es aceptado si el número de artículos “no conformes” en la muestra es menor o igual que  $c$ , brinda una mejora, no solo a nivel de costos, sino a nivel de tiempo y, sobre todo, tendría un fuerte impacto en el desempeño de los almaceneros, ya que tendrían menor cantidad de conservas por inspeccionar, pero con el mismo nivel de desempeño en cuanto a sus funciones.

En caso el número de artículos “no conformes” en la muestra sea mayor a  $c$ , lo que significaría rechazar todo el lote, se procederá recién a una inspección al 100% y de este modo, se ahorrarán costos, al no hacer la inspección al 100% inicialmente. Esto se puede ver detallado en el punto anterior, donde se explica que, a pesar que se tendría que asignar personal adicional y aumentar el tiempo de inspección para realizar un re-muestreo, el costo de oportunidad es mejor realizando el proceso planteado.

## CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

- ▶ La empresa en investigación contaba con un plan de inspección visual al 100% de la toda la producción de conservas de pescado el cual resultaba siendo ineficiente frente a la cantidad de conservas encontradas y catalogadas como No Conformes al final de la inspección visual. El costo total de inspección de un lote ascendía a S/. 277.326.00, sin embargo, la mediana de latas encontradas en un lote de producción era siempre del 0.31%, por lo que el costo de descartar las latas no conformes era igual a S/. 169.90. Se compararon estos dos costos, donde se identificó que el costo de inspección visual al 100% versus el costo de descartar una caja es mayor, por lo que el proceso termina siendo ineficiente en comparación a los resultados obtenidos al final de la inspección.
- ▶ El muestreo de aceptación como técnica de inspección posee un costo menor al costo de la inspección total. Es decir, el costo de hora/hombre en base al costo del personal que realiza la inspección resulta ser menor al costo de reposición por una lata defectuosa que haya sido colocada al mercado. Al respecto Deming menciona que: dado p, la peor fracción defectuosa esperada del lote, k1 el costo de inspeccionar una pieza y k2 el costo de aceptar una pieza defectuosa.

Para comprobar lo anterior, se obtuvieron los siguientes datos:

Inspección visual al 100% (Horas)	Personal (Q)	Productividad Personal (Cajas/hora)	Mediana de Cajas por Lote	Horas necesarias para inspeccionar un Lote
	50	10	710	1.42

Inspección visual al 100% (Costo)	Personal (Q)	Costo laboral (S/. Por Hora)	Costo Laboral de Inspeccionar un lote (S/.)	Costo Laboral de Inspeccionar una Caja (S/.)	Costo Laboral de Inspeccionar una lata (S/.)
	50	3.91	277.34	0.39	0.02

Devolución (Costo)	Costo de Devolución de una caja (S/)	Latas por caja (Q)	Costo de devolver una lata (S/.)
	140	24.00	5.83

Según Deming:

Si  $p < k_1/k_2$ , se acepta el lote sin inspección

Si  $p > k_1/k_2$  se realiza inspección al 100%

Obteniendo la proporción entre el costo de inspeccionar una lata y el costo de aceptar una lata defectuosa.

$$\frac{0.03}{5.83} = 0.003$$

Comparando el cociente anterior con proporción de defectuosos obtenida en el periodo especificado llegamos a la conclusión que resulta más conveniente el realizar un muestreo de aceptación.

$$0.0031 < 0.0034$$

Donde 0.31% es el valor de NCA y el valor máximo de NCA para evitar hacer una inspección al 100% es 0.34%

- ▶ La proporción de defectuosos esperada  $p$ , es significativamente semejante para la inspección al 100% y en el muestreo de aceptación, es decir, la proporción de defectuosos en las muestras extraídas, es igual a la proporción de defectuosos para cada lote. Para demostrar esto, se procedió a simular muestreos de aceptación en un número determinado de lotes, estableciendo el valor de  $p$  para el muestreo de aceptación y efectuando la prueba de hipótesis referente a la prueba de proporciones:

- **H<sub>0</sub>** = proporción de defectuosos en cada lote simulado = proporción de defectuosos en cada muestra
- **H<sub>a</sub>** = proporción de defectuosos en cada lote simulado  $\neq$  proporción de defectuosos en cada muestra

Con el SPSS se efectuó la prueba binomial, que permitió verificar que la proporción muestral hallada es significativamente similar a la proporción poblacional, es decir, no se rechaza la hipótesis nula en ninguna muestra extraída, por lo que se concluye que la proporción de defectuosos en la muestra es significativamente igual a la proporción de defectuosos en el lote. Entonces,

el muestreo aleatorio resulta ser una técnica que refleja adecuadamente la proporción de defectuosos en los lotes.

- El tipo de plan de muestreo de aceptación por atributos que se estableció, corresponde a un plan OC, donde se controlan los riesgos alpha y beta (probabilidad de aceptar un lote malo y rechazar un lote bueno). Para proponer un plan de muestreo de aceptación por atributos es necesario, en primer lugar, definir los valores  $n$  y  $c$  en función a los valores de  $p_A$ ,  $p_R$ ,  $\alpha$  y  $\beta$ . Mientras el tamaño de  $n$  puede variar entre 1 y el número de elementos totales en el lote, el valor de  $c$  corresponde al número máximo de artículos defectuosos que se pueden encontrar en una muestra antes de aceptar el lote.

En base a lo referenciado por Chase, Jacobs y Aquilano - 2009, se analizó esta parte basados en tablas de Grubb construidas para valores específicos de  $\alpha$  y  $\beta$ . Se consideró  $\alpha=5\%$  y  $\beta= 10\%$  y además se tomó en cuenta un valor de  $p_R/p_A$  entre 4 y 10 y un valor de NCA entre 0.31% y 0.34% (NCA mínimo y máximo), donde se evidencio que los valores de  $c$  que cumplen estos criterios, son los que corresponden a  $c = 2$  y  $3$ .

- El muestreo de aceptación por atributos propuesto, es un proceso repetitivo que debe ser empleado en cada inspección de producto terminado (conservas de pescado) en cada turno de producción. En base a ello y utilizando la regla de Strugges, se recurrió a la construcción de intervalos de clase, siendo el ultimo intervalo, el correspondiente a la ubicación de la mediana de latas por lote, de acuerdo al histórico.

DE	HASTA	N		PERSONAS NECESARIAS	
		c = 2	c = 3	c = 2	c = 3
1296.00	3807.00	257.00	423.00	2.00	2.00
3807.00	6318.00	261.00	433.00	2.00	2.00
6318.00	8829.00	262.00	437.00	2.00	2.00
8829.00	11340.00	263.00	439.00	2.00	2.00
11340.00	13851.00	263.00	440.00	2.00	2.00
13851.00	16362.00	264.00	440.00	2.00	2.00
16362.00	21384.00	264.00	441.00	2.00	2.00

Mediante la utilización de esta tabla, los almaceneros sabrán qué cantidad de conservas extraer para realizar el método de muestreo de inspección visual propuesto, en base a la cantidad de conservas de pescado producidas por lote y por turno, mejorando la eficiencia en tiempo del proceso antiguo frente a nuevo y ayudando a los mismos, a realizar procesos estandarizados y fáciles de poner en práctica, que permita optimizar sus tiempos.

- ▶ El costo laboral de inspeccionar una muestra representativa es **96.9%** menos frente al costo de realizar una inspección al 100%, ya que el costo de inspección al 100% es de S/. 277.34 y el muestreo de aceptación cuesta S/. 8.59, lo que mejora eficientemente los costos incurridos en el proceso de inspección visual, objetivo principal de la presente investigación y a su vez, impacta indirectamente a los costos de producción.
  
- ▶ Basados en la teoría de Deming, el costo de la inspección está en función al costo laboral, por lo que la presente investigación logra que haya un ahorro significativo en el costo de personal, al pasar de 50 operarios necesarios para la inspección al 100% a 2 operarios necesarios para el muestreo de aceptación. Como se visualizó en el capítulo I, la empresa está contando con pérdidas anuales de S/. 27 millones aproximadamente, principalmente por una reducción en sus ventas de entre 20% y 30%, por lo que tener costos adicionales es un golpe directo a sus estados financieros. La reducción de personal de almacén (de 50 a 30 almaceneros), representa un ahorro de aproximadamente S/. 37,500.00, que van directamente a una reducción del gasto de personal de los estados financieros.
  
- ▶ La labor de los almaceneros que realizan el proceso de inspección, está básicamente ligada a la observación del aspecto físico de las conservas. La gestión del control del proceso, tal como se ha ido realizando con el procedimiento actual, estará bajo la responsabilidad del área de Aseguramiento de la Calidad, quienes son los que darán la conformidad al muestreo y al proceso en general.
  
- ▶ En caso el número de artículos “no conformes” en la muestra sea mayor a *c*, lo que significaría rechazar todo el lote, se procederá a realizar una inspección al 100% y de este modo, se validaría al 100% la calidad visual de las conservas de pescado. Sin embargo, a pesar que el costo de un re-proceso se aumenta en un

90%, la reducción significativa se encuentra en los ahorros de costo de personal de almacén, ya que se debe considerar al costo de inspección visual al 100% el costo de los almaceneros con tiempos muertos, entonces, realizar un reproceso, resulta ser más eficiente frente al proceso actual.

<i>Item</i>	<b>Costo Inspección Total</b>	<b>Costo Inspección Muestral</b>	<b>Costo Inspección muestreo + Inspección total</b>
<i>Cajas por lote</i>	710	710	710
<i>Latas por lote a Inspeccionar</i>	17,040	264	16,776
<i>Personal necesario para inspección del lote</i>	50	2	20
<i>Cajas inspeccionadas por hora/por persona</i>	10	10	10
<i>Latas inspeccionadas por hora por/por persona</i>	240	240	240
<i>Horas de inspección por lote</i>	1.42	1.1	3.50
<i>Sueldo por inspector mes de 30 días</i>	S/.937.50	S/.937.50	S/.937.50
<i>Costo hora inspector jornada laboral de 8 horas (Sueldo mensual/días del mes*hora por día)</i>	3.906	3.906	3.906
<i>Costo laboral inspeccionar un lote</i>	S/. 277.34	S/. 8.59	S/. 273.05
<i>Costo Laboral Muerto por Turno</i>	S/. 625.00	S/. -	S/. -
<i>Costo Total</i>	S/. 902.34	S/. 8.59	S/. 281.64

## 6.2 Recomendaciones

- ▶ Se recomienda rediseñar la estructura y procedimiento del P-LO-009 - Procedimiento de Muestreo y Remuestreo de Conservas, del Manual de Calidad de la empresa en investigación, por el flujo recomendado, con el fin de tener mapeado el proceso total que se realiza en almacén y lograr un mayor entendimiento en el personal que realiza diariamente la tarea de revisión de conservas.
- ▶ Se recomienda poner en práctica el muestreo de aceptación, por los ahorros en costos ya plasmados y, porque, se ha comprobado que tiene la misma efectividad en cuanto a calidad que realizar una inspección al 100% de toda la población.
- ▶ Se recomienda, realizar planes diarios de las tareas a realizar por el personal de almacén, para no incurrir en tiempos muertos y fatiga de los mismos, lo cual puede afectar directamente en la inspección visual de las conservas.
- ▶ Se recomienda que la empresa en investigación realice un análisis de todo el proceso de producción y almacenaje para identificar las causas que generan una posible no conformidad en sus productos terminados, para una correcta detección y clasificación de las mismas. Si bien se indicó que tienen un procedimiento estructurado de Aseguramiento de la Calidad Total, aún se encuentran un número mínimo de conservas no conformes que podrían afectar la calidad final.
- ▶ Se recomienda mejorar la gestión de productos no conformes aplicando políticas de calidad y trabajo en equipo. Las conservas rotuladas como no aptas se quedan en el almacén de residuos sin ser destruidas, por lo que podrían afectar la inocuidad de la planta. Por las pérdidas que tiene la empresa, tener ordenes de destrucción grandes, terminan siendo un egreso excesivo, frente al egreso que podrían tener si tuvieran un plan de destrucción adecuado.

## BIBLIOGRAFIA

1. W. Edwards Deming. (1982). *Calidad, Productividad y Competitividad*. (1ed) Madrid: Díaz de Santos S.A.
2. Kaoru Ishikawa. (1985). *Introducción al Control de Calidad*. (1ed) Madrid: Díaz de Santos S.A.
3. J.M. Juran. (1993). *Manual de Control de Calidad*. (1ed) Mexico: MCGRAW HILL S.A.
4. J.M. Juran. (1989). *Juran y el Liderazgo para la Calidad*. (1ed) España: MCGRAW HILL S.A.
5. Douglas C. Montgomery. (2011). *Control Estadístico de la Calidad*. (3ed) España: Limusa Wiley.
6. Dale Basterfield. (2009). *Control de Calidad*. (8ed) España: Pearson Education.
7. E. Perez, I. Hernandez, R.Perez, M. Moreno. (2013). *Sistemas de Inspección para el Control de Calidad*. [En Línea] Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/sistemas-de-inspeccion-para-el-control-de-la-calidad/>
8. Norman W. Desrosier. (1977). *Conservación de los Alimentos*. Mexico: Editorial Cecsca.
9. R. Chase, F. Jacobs, N. Aquilano. (2009). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministro*. (12ed). Mexico: MCGRAW HILL S.A.
10. UDAP. *Capítulo II. Calidad* (2013). [En Línea] Disponible en: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/meni/calzada\\_c\\_e/capitulo2.p](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/meni/calzada_c_e/capitulo2.p)
11. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1995). "El Estado de las Pesquerías Mundiales y la Acuicultura". [En Línea] Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/v8490s/v8490s03.htm>
12. *Ley General de Residuos. Ley N27314*. (2000, 10 de Julio). [En Línea] Perú: Congreso de la Republica. Disponible en: [http://bvs.minsa.gob.pe/local/DGSP/000\\_RES.SOLID.pdf](http://bvs.minsa.gob.pe/local/DGSP/000_RES.SOLID.pdf)
13. *Ley General del Ambiente. Ley N28611*. (2005, 13 de Octubre). [En Línea] Perú: Congreso de la Republica. Disponible en: <http://www.imarpe.gob.pe/>
14. *Normal Técnica Peruana NTP 700.001* (2007). *Directrices Generales sobre el Muestreo CAC/GL 50*. Perú.
15. *Normal Técnica Peruana NTP 700.002* (2012). *Lineamientos y Procedimientos de Muestreo del Pescado y Productos Pesqueros*. Perú.
16. *Normal Técnica Peruana NTP-ISO 2859-I* (2009). *Procedimientos de Muestreo para Inspección por Atributos*. Perú.

17. A. (2015, 17 de Marzo). "Produce espera que pesca se recupere y crezca más de 30% este año". Diario Gestión. [En Línea] Disponible en: <http://gestion.pe/impresa/produce-espera-que-pesca-se-recupere-crezca-mas-30-este-ano-2126346>
18. A. (2015, 24 de Marzo). "Pesca crecería 17% en el 2015 por mayor actividad durante el segundo semestre, prevé Interbank". Diario Gestión. [En Línea] Disponible en: <http://gestion.pe/economia/pesca-creceria-17-2015-mayor-actividad-durante-segundo-semestre-preve-interbank-2127054>
19. A. (2015, 30 de Marzo). "Del mar a la mesa: el gran reto de la industria pesquera local". Diario El Comercio. [En Línea] Disponible en: <http://elcomercio.pe/economia/peru/mar-mesa-gran-reto-industria-pesquera-local-noticia-1800885>
20. A. (2015, 17 de Noviembre). "La escasez de anchoveta afecta a los pesqueros industriales". Diario El Comercio. [En Línea] Disponible en: <http://elcomercio.pe/economia/peru/escasez-anchoveta-afecta-pesqueros-industriales-noticia-1771904>
21. Empresa en Investigación. (2011,2012,2013,2014). Memoria Anual. [En Línea] Disponible en: <http://www.bvl.com.pe/mercempresas.html>
22. H. Smith, W. Whiston. (1969). Statistical Methods in Cost-Reduction Projects. Journal of Quality Technology, pp. 53-57.
23. J. Rodriguez. (2008). Optimal economic solution for a normal sampling intervals method in quality control. International Journal of Quality & Reliability Management, pp. 59-75.
24. M. Anderson, B. Greenberg, S. Lynne. (2001). Acceptance Sampling with Rectification when Inspection errors are Present. [www.asq.org](http://www.asq.org), pp. 493 – 505.
25. K.K. Suresh, S. Devaarul. (2003). Multidimensional Mixed Sampling Plans. Journal of Quality Engineering, pp. 233-237.
26. F. Delgadillo, R. Bremer, J. Hoffman. (2006). A Destructive Sampling Method Designed for Outsourcing Situations Involving High Quality Production Processes. Journal of Quality & Quantity, pp. 513-529.
27. J. Klufa. (2013). Acceptance Sampling – Economical Approach. University of Economics Prague, pp. 40-43.
28. P. L. Smith. (2011). Sampling Errors in Validation. Journal of Validation Technology, pp. 81-87.
29. C. Chen. (2013). Economic selection of Dodge-Romig AOQL sampling plan under the quality investment and inspection error. African Journal of Business Management, pp. 3516-3534.

30. L. Ho, R. Da Costa, E. Suyama, R. Pereira. (2012). Monitoring the conforming fraction of high-quality processes using a control chart p under a small simple size and an alternative estimator. Stat Papers, pp. 507-519.
31. Z. Hamzic, E. Cudney, R. Qin. (2013). A Review of the Current Literature in Inspection Sampling Optimization. Proceedings of the 2013 Industrial and Systems Engineering Research Conference, pp. 726-735.
32. X. Tang, Y. Li, J. Guo, Z. Xie. (2013). Final quality prediction for multi-phase batch process based on phase-cumulative product quality model. Transactions of the institute of Measurement and Control, pp.696-708.
33. M. Al-Salamah. (2011). Economic order quantity with imperfect quality, destructive testing acceptance sampling, and inspection errors. Advances in Management & Applied Economics, pp. 59-75.
34. D. Neubauer, S. Luko. (2013). Comparing Acceptance Sampling Standards, Part 1. Journal of Quality Engineering, pp.73-77.
35. W. Chattinnawat. (2013). Investigating design of Zero acceptance number single sampling plans with inspection errors. International Journal of Quality & Reliability Management, pp. 662-674.
36. M. Aslam, A. Nazir, C. Jun. (2014). A new attribute control chart using multiple dependent state sampling. Transactions of the Institute of Measurement and Control, pp. 569-576.

## ANEXOS

### Anexo 1. Data Histórica – Conservas “No Conformes”

Mes / Año	Total Cajas	Total Conservas	Total Defectuosas	Total Aptas	Proporción Defectuosa
Enero	7,735.00	185,640.00	569.00	185,071.00	0.31%
Febrero	8,917.00	214,008.00	669.00	213,339.00	0.31%
Marzo	6,030.00	144,720.00	449.00	144,271.00	0.31%
<b>Total 2014_v1</b>	<b>22,682.00</b>	<b>544,368.00</b>	<b>1,687.00</b>	<b>542,681.00</b>	<b>0.31%</b>
Febrero	13,277.00	318,648.00	977.00	317,671.00	0.31%
Marzo	14,053.00	337,272.00	1,025.00	336,247.00	0.30%
Abril	9,074.00	217,776.00	669.00	217,107.00	0.31%
Mayo	19,127.88	459,069.12	1,399.00	457,670.12	0.30%
<b>Total 2015_v1</b>	<b>55,531.88</b>	<b>1,332,765.12</b>	<b>4,070.00</b>	<b>1,328,695.12</b>	<b>0.31%</b>
<b>Total</b>	<b>78,213.88</b>	<b>1,877,133.12</b>	<b>5,757.00</b>	<b>1,871,376.12</b>	<b>0.31%</b>
<b>Promedio</b>	<b>11,173.41</b>	<b>268,161.87</b>	<b>822.43</b>	<b>267,339.45</b>	<b>0.31%</b>
<b>Mediana</b>	<b>9,074.00</b>	<b>217,776.00</b>	<b>669.00</b>	<b>217,107.00</b>	<b>0.31%</b>

**PRODUCCION REAL**

	<b>PRODUCTO</b>	<b>PRELIMINAR</b>	<b>Latas</b>	<b>Aptas</b>	<b>No Aptas</b>	<b>TOTAL REAL</b>	<b>P poblacional original</b>	<b>P poblacional simulado</b>	<b>n</b>	<b>P muestral</b>	<b>Hipótesis p muestral = P poblacional</b>
1	G0 VFCAA 09/01/2014	713	17,112.00	17,052.00	60.00	17,052.00	0.0035	0.0033	4,199	0.0021	No se rechaza
2	G0 VFCAB 09/01/2014	604	14,496.00	14,446.00	50.00	14,446.00	0.0034	0.0039	4,519	0.0049	No se rechaza
3	G0 VFCAA 10/01/2014	713	17,112.00	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0030	0.0030	3,913	0.0030	No se rechaza
4	G0 VFCAB 10/01/2014	713	17,112.00	17,061.00	51.00	17,061.00	0.0030	0.0036	4,529	0.0036	No se rechaza
5	G0 VFCAC 10/01/2014	363	8,712.00	8,687.00	25.00	8,687.00	0.0029	0.0031	3,286	0.0040	No se rechaza
6	G0 VFCAA 11/01/2014	719	17,256.00	17,205.00	51.00	17,205.00	0.0030	0.0026	3,534	0.0020	No se rechaza
7	G0 VFCAB 11/01/2014	711	17,064.00	17,012.00	52.00	17,012.00	0.0030	0.0029	3,799	0.0026	No se rechaza
8	G0 VFCAC 11/01/2014	305	7,320.00	7,298.00	22.00	7,298.00	0.0030	0.0027	2,843	0.9975	No se rechaza
9	G0 VFCAA 12/01/2014	714	17,136.00	17,082.00	54.00	17,082.00	0.0032	0.0025	3,421	0.0012	No se rechaza
10	G0 VFCAB 12/01/2014	370	8,880.00	8,855.00	25.00	8,855.00	0.0028	0.0033	3,421	0.0038	No se rechaza
11	G0 VFCAA 16/01/2014	827	19,848.00	19,795.00	53.00	19,795.00	0.0027	0.0027	3,699	0.0030	No se rechaza
12	G0 VFCAA 20/01/2014	504	12,096.00	12,059.00	37.00	12,059.00	0.0031	0.0034	3,906	0.0036	No se rechaza
13	G0 VFCAA 21/01/2014	210	5,040.00	5,024.00	16.00	5,024.00	0.0032	0.0032	2,606	0.0031	No se rechaza
14	G0 VFCAA 23/01/2014	269	6,456.00	6,435.00	21.00	6,435.00	0.0033	0.0031	2,904	0.0041	No se rechaza

15	G0 VFCAA 09/03/2014	515	12,360.00	12,321.00	39.00	12,321.00	0.0032	0.0032	3,813	0.0016	No se rechaza
16	G0 VFCAA 12/03/2014	377	9,048.00	9,020.00	28.00	9,020.00	0.0031	0.0025	2,927	0.0038	No se rechaza
17	G0 VFCAA 12/03/2014	487	11,688.00	11,651.00	37.00	11,651.00	0.0032	0.0026	3,184	0.0019	No se rechaza
18	G0 VFCAA 13/03/2014	440	10,560.00	10,527.00	33.00	10,527.00	0.0031	0.0032	3,608	0.0033	No se rechaza
19	G0 VFCAA 14/03/2014	558	13,392.00	13,351.00	41.00	13,351.00	0.0031	0.0028	3,553	0.0017	No se rechaza
20	G0 VFCAA 21/03/2014	331	7,944.00	7,920.00	24.00	7,920.00	0.0030	0.0029	3,045	0.0036	No se rechaza
21	G0 VFCAA 28/03/2014	712	17,088.00	17,033.00	55.00	17,033.00	0.0032	0.0035	4,369	0.0048	No se rechaza
22	G0 VFCAA 28/03/2014	459	11,016.00	10,981.00	35.00	10,981.00	0.0032	0.0041	4,257	0.0040	No se rechaza
23	G0 VFCAA 28/03/2014	716	17,184.00	17,129.00	55.00	17,129.00	0.0032	0.0029	3,846	0.0036	No se rechaza
24	G0 VFCAA 28/03/2014	715	17,160.00	17,108.00	52.00	17,108.00	0.0030	0.0029	3,844	0.0023	No se rechaza
25	G0 VFCAA 28/03/2014	54	1,296.00	1,291.00	5.00	1,291.00	0.0039	0.0039	1,082	0.0028	No se rechaza
26	G0 VFCAA 29/03/2014	713	17,112.00	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0030	0.0022	3,098	0.0016	No se rechaza
27	G0 VFCAA 29/03/2014	257	6,168.00	6,146.00	22.00	6,146.00	0.0036	0.0032	2,912	0.0024	No se rechaza
28	G0 VFCAA 29/03/2014	712	17,088.00	17,034.00	54.00	17,034.00	0.0032	0.0030	3,972	0.0030	No se rechaza
29	G0 VFCAA 29/03/2014	690	16,560.00	16,509.00	51.00	16,509.00	0.0031	0.0025	3,430	0.0026	No se rechaza
30	G0 VFCAA 30/03/2014	714	17,136.00	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0030	0.0033	4,201	0.0040	No se rechaza
31	G0 VFCAA 30/03/2014	467	11,208.00	11,174.00	34.00	11,174.00	0.0030	0.0033	3,741	0.0021	No se rechaza
32	G0 VFCAA 09/03/2014	515	12,360.00	12,321.00	39.00	12,321.00	0.0032	0.0033	3,878	0.0028	No se rechaza
33	G0 VFCAA 12/03/2014	377	9,048.00	9,020.00	28.00	9,020.00	0.0031	0.0035	3,616	0.0041	No se rechaza
34	G0 VFCAA 12/03/2014	487	11,688.00	11,652.00	36.00	11,652.00	0.0031	0.0027	3,256	0.0015	No se rechaza
35	G0 VFCAA 13/03/2014	440	10,560.00	10,528.00	32.00	10,528.00	0.0030	0.0029	3,396	0.0015	No se rechaza
36	G0 VFCAA 14/03/2014	558	13,392.00	13,350.00	42.00	13,350.00	0.0031	0.0035	4,130	0.0034	No se rechaza

37	G0 VFCAA 21/03/2014	331	7,944.00	7,919.00	25.00	7,919.00	0.0031	0.0029	3,045	0.0049	No se rechaza
38	G0 VFCAA 28/03/2014	712	17,088.00	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0030	0.0028	3,738	0.0019	No se rechaza
39	G0 VFCAA 28/03/2014	459	11,016.00	10,982.00	34.00	10,982.00	0.0031	0.0033	3,697	0.0019	No se rechaza
40	G0 VFJAA 29/03/2014	713	17,112.00	17,059.00	53.00	17,059.00	0.0031	0.0025	3,355	0.0027	No se rechaza
41	G0 VFJAB 29/03/2014	257	6,168.00	6,148.00	20.00	6,148.00	0.0032	0.0034	2,986	0.0033	No se rechaza
42	G0 VFJAA 30/03/2014	714	17,136.00	17,083.00	53.00	17,083.00	0.0031	0.0029	3,792	0.0024	No se rechaza
43	G0 VFJAB 30/03/2014	467	11,208.00	11,173.00	35.00	11,173.00	0.0031	0.0026	3,165	0.0032	No se rechaza
44	G0 VFCAA 09/04/2014	716	17,184.00	17,132.00	52.00	17,132.00	0.0030	0.0030	3,907	0.0040	No se rechaza
45	G0 VFCAA 09/04/2014	715	17,160.00	17,105.00	55.00	17,105.00	0.0032	0.0030	3,966	0.0020	No se rechaza
46	G0 VFCAA 10/04/2014	714	17,136.00	17,081.00	55.00	17,081.00	0.0032	0.0032	4,084	0.0039	No se rechaza
47	G0 VFCAA 10/04/2014	713	17,112.00	17,058.00	54.00	17,058.00	0.0032	0.0037	4,584	0.0026	No se rechaza
48	G0 VFCAA 11/04/2014	712	17,088.00	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0030	0.0025	3,430	0.0029	No se rechaza
49	G0 VFCAA 11/04/2014	261	6,264.00	6,242.00	22.00	6,242.00	0.0035	0.0040	3,257	0.0020	No se rechaza
50	G0 VFCAA 12/04/2014	708	16,992.00	16,940.00	52.00	16,940.00	0.0031	0.0028	3,692	0.0022	No se rechaza
51	G0 VFCAA 12/04/2014	309	7,416.00	7,392.00	24.00	7,392.00	0.0032	0.0027	2,838	0.0021	No se rechaza
52	G0 VFCAA 13/04/2014	715	17,160.00	17,108.00	52.00	17,108.00	0.0030	0.0034	4,308	0.0039	No se rechaza
53	G0 VFCAA 13/04/2014	375	9,000.00	8,973.00	27.00	8,973.00	0.0030	0.0032	3,406	0.0047	No se rechaza
54	G0 VFCAA 14/04/2014	713	17,112.00	17,058.00	54.00	17,058.00	0.0032	0.0032	4,092	0.0027	No se rechaza
55	G0 VFCAA 14/04/2014	473	11,352.00	11,316.00	36.00	11,316.00	0.0032	0.0028	3,374	0.0027	No se rechaza
56	G0 VFCAA 15/04/2014	710	17,040.00	16,988.00	52.00	16,988.00	0.0031	0.0023	3,174	0.0025	No se rechaza
57	G0 VFCAA 15/04/2014	100	2,400.00	2,391.00	9.00	2,391.00	0.0038	0.0038	1,744	0.0040	No se rechaza
58	G0 VFCAA 16/04/2014	713	17,112.00	17,059.00	53.00	17,059.00	0.0031	0.0035	4,371	0.0034	No se rechaza

59	G0 VFCAA 16/04/2014	891	21,384.00	21,319.00	65.00	21,319.00	0.0030	0.0028	3,853	0.0036	No se rechaza
60	G0 VFCAA 19/04/2014	714	17,136.00	17,083.00	53.00	17,083.00	0.0031	0.0029	3,853	0.0026	No se rechaza
61	G0 VFCAA 19/04/2014	700	16,800.00	16,749.00	51.00	16,749.00	0.0030	0.0030	3,956	0.0020	No se rechaza
62	G0 VFCAA 21/04/2014	716	17,184.00	17,131.00	53.00	17,131.00	0.0031	0.0032	4,136	0.0027	No se rechaza
63	G0 VFCAA 21/04/2014	711	17,064.00	17,012.00	52.00	17,012.00	0.0030	0.0029	3,799	0.0032	No se rechaza
64	G0 VFCAA 24/04/2014	714	17,136.00	17,085.00	51.00	17,085.00	0.0030	0.0029	3,853	0.0031	No se rechaza
65	G0 VFCAA 24/04/2014	817	19,608.00	19,546.00	62.00	19,546.00	0.0032	0.0034	4,488	0.0036	No se rechaza
66	G0 VFCAA 25/04/2014	710	17,040.00	16,987.00	53.00	16,987.00	0.0031	0.0031	4,039	0.0037	No se rechaza
67	G0 VFCAA 25/04/2014	177	4,248.00	4,233.00	15.00	4,233.00	0.0035	0.0054	2,905	0.0052	No se rechaza
68	G0 VFCAA 26/04/2014	714	17,136.00	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0030	0.0031	4,025	0.0027	No se rechaza
69	G0 VFCAA 26/04/2014	279	6,696.00	6,673.00	23.00	6,673.00	0.0034	0.0045	3,563	0.0031	No se rechaza
70	G0 VFCAA 27/04/2014	694	16,656.00	16,604.00	52.00	16,604.00	0.0031	0.0029	3,788	0.0034	No se rechaza
71	G0 VFCAA 27/04/2014	708	16,992.00	16,940.00	52.00	16,940.00	0.0031	0.0035	4,438	0.0043	No se rechaza
72	G0 VFCAA 28/04/2014	713	17,112.00	17,057.00	55.00	17,057.00	0.0032	0.0030	3,913	0.0030	No se rechaza
73	G0 VFCAA 28/04/2014	471	11,304.00	11,269.00	35.00	11,269.00	0.0031	0.0035	3,864	0.0039	No se rechaza
74	G0 VFCAA 11/02/2015	192	4,608.00	4,593.00	15.00	4,593.00	0.0033	0.0043	2,837	0.0042	No se rechaza
75	G0 VFCAA 11/02/2015	737	17,688.00	17,633.00	55.00	17,633.00	0.0031	0.0038	4,725	0.0053	No se rechaza
76	G0 VFCAA 14/02/2015	713	17,112.00	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0030	0.0030	3,913	0.0030	No se rechaza
77	G0 VFCAB 14/02/2015	664	15,936.00	15,888.00	48.00	15,888.00	0.0030	0.0031	3,935	0.0030	No se rechaza
78	G0 VFCAA 15/02/2015	712	17,088.00	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0030	0.0030	3,972	0.0030	No se rechaza
79	G0 VFCAB 15/02/2015	714	17,136.00	17,083.00	53.00	17,083.00	0.0031	0.0033	4,259	0.0033	No se rechaza
80	G0 VFCAA 16/02/2015	695	16,680.00	16,628.00	52.00	16,628.00	0.0031	0.0024	3,283	0.0027	No se rechaza

81	G0 VFCAA 18/02/2015	714	17,136.00	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0030	0.0034	4,306	0.0039	No se rechaza
82	G0 VFCAB 18/02/2015	713	17,112.00	17,061.00	51.00	17,061.00	0.0030	0.0038	4,692	0.0036	No se rechaza
83	G0 VFCAB 19/02/2015	711	17,064.00	17,013.00	51.00	17,013.00	0.0030	0.0029	3,860	0.0031	No se rechaza
84	G0 VFCAA 19/02/2015	470	11,280.00	11,245.00	35.00	11,245.00	0.0031	0.0036	3,934	0.0036	No se rechaza
85	G0 VFCAA 20/02/2015	711	17,064.00	17,012.00	52.00	17,012.00	0.0030	0.0028	3,674	0.0027	No se rechaza
86	G0 VFCAA 20/02/2015	713	17,112.00	17,059.00	53.00	17,059.00	0.0031	0.0025	3,420	0.0018	No se rechaza
87	G0 VFCAA 21/02/2015	712	17,088.00	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0030	0.0029	3,861	0.0034	No se rechaza
88	G0 VFCAA 21/02/2015	690	16,560.00	16,510.00	50.00	16,510.00	0.0030	0.0034	4,325	0.0037	No se rechaza
89	G0 VFCAA 25/02/2015	712	17,088.00	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0030	0.0032	4,091	0.0039	No se rechaza
90	G0 VFCAA 26/02/2015	714	17,136.00	17,083.00	53.00	17,083.00	0.0031	0.0034	4,306	0.0028	No se rechaza
91	G0 VFCAA 26/02/2015	711	17,064.00	17,010.00	54.00	17,010.00	0.0032	0.0035	4,433	0.0043	No se rechaza
92	G0 VFCAA 27/02/2015	665	15,960.00	15,911.00	49.00	15,911.00	0.0031	0.0030	3,879	0.0030	No se rechaza
93	G0 VFCAA 27/02/2015	614	14,736.00	14,690.00	46.00	14,690.00	0.0031	0.0035	4,207	0.0024	No se rechaza
94	G0 VFCAA 05/03/2015	713	17,112.00	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0030	0.0035	4,427	0.0038	No se rechaza
95	G0 VFCAB 05/03/2015	275	6,600.00	6,579.00	21.00	6,579.00	0.0032	0.0036	3,195	0.0044	No se rechaza
96	G0 VFCAA 06/03/2015	713	17,112.00	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0030	0.0022	3,098	0.0016	No se rechaza
97	G0 VFCAB 06/03/2015	480	11,520.00	11,485.00	35.00	11,485.00	0.0030	0.0034	3,844	0.0039	No se rechaza
98	G0 VFCAA 07/03/2015	450	10,800.00	10,767.00	33.00	10,767.00	0.0031	0.0039	4,103	0.0039	No se rechaza
99	G0 VFCAA 08/03/2015	712	17,088.00	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0030	0.0032	4,150	0.0027	No se rechaza
100	G0 VFCAB 08/03/2015	579	13,896.00	13,854.00	42.00	13,854.00	0.0030	0.0026	3,348	0.0015	No se rechaza
101	G0 VFCAA 09/03/2015	710	17,040.00	16,988.00	52.00	16,988.00	0.0031	0.0024	3,242	0.0019	No se rechaza
102	G0 VFCAB 09/03/2015	246	5,904.00	5,886.00	18.00	5,886.00	0.0030	0.0022	2,293	0.0009	No se rechaza

103	G0 VFCAA 11/03/2015	708	16,992.00	16,941.00	51.00	16,941.00	0.0030	0.0031	3,987	0.0040	No se rechaza
104	G0 VFCAA 11/03/2015	508	12,192.00	12,155.00	37.00	12,155.00	0.0030	0.0034	3,955	0.0040	No se rechaza
105	G0 VFCAA 12/03/2015	575	13,800.00	13,758.00	42.00	13,758.00	0.0030	0.0030	3,764	0.0040	No se rechaza
106	G0 VFCAA 12/03/2015	587	14,088.00	14,045.00	43.00	14,045.00	0.0031	0.0034	4,110	0.0041	No se rechaza
107	G0 VFCAA 13/03/2015	712	17,088.00	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0030	0.0033	4,208	0.0033	No se rechaza
108	G0 VFCAA 13/03/2015	714	17,136.00	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0030	0.0029	3,853	0.0034	No se rechaza
109	G0 VFCAA 14/03/2015	720	17,280.00	17,232.00	48.00	17,232.00	0.0028	0.0033	4,239	0.0033	No se rechaza
110	G0 VFCAA 14/03/2015	646	15,504.00	15,457.00	47.00	15,457.00	0.0030	0.0025	3,288	0.0009	No se rechaza
111	G0 VFCAA 15/03/2015	714	17,136.00	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0030	0.0027	3,667	0.0027	No se rechaza
112	G0 VFCAB 15/03/2015	604	14,496.00	14,451.00	45.00	14,451.00	0.0031	0.0031	3,869	0.0041	No se rechaza
113	G0 VFCAA 18/03/2015	710	17,040.00	16,987.00	53.00	16,987.00	0.0031	0.0037	4,596	0.0035	No se rechaza
114	G0 VFCAB 18/03/2015	647	15,528.00	15,480.00	48.00	15,480.00	0.0031	0.0034	4,170	0.0019	No se rechaza
115	G0 VFCAA 19/03/2015	718	17,232.00	17,180.00	52.00	17,180.00	0.0030	0.0027	3,661	0.0019	No se rechaza
116	G0 VFCAA 19/03/2015	612	14,688.00	14,642.00	46.00	14,642.00	0.0031	0.0025	3,321	0.0024	No se rechaza
117	G0 VFCAA 08/04/2015	710	17,040.00	16,988.00	52.00	16,988.00	0.0031	0.0029	3,808	0.0045	No se rechaza
118	G0 VFCAB 08/04/2015	292	7,008.00	6,986.00	22.00	6,986.00	0.0031	0.0033	3,107	0.0032	No se rechaza
119	G0 VFCAA 09/04/2015	712	17,088.00	17,034.00	54.00	17,034.00	0.0032	0.0030	3,972	0.0020	No se rechaza
120	G0 VFCAB 09/04/2015	780	18,720.00	18,662.00	58.00	18,662.00	0.0031	0.0028	3,832	0.0037	No se rechaza
121	G0 VFCAA 10/04/2015	790	18,960.00	18,903.00	57.00	18,903.00	0.0030	0.0030	4,034	0.0020	No se rechaza
122	G0 VFCAA 11/04/2015	709	17,016.00	16,964.00	52.00	16,964.00	0.0031	0.0025	3,373	0.0024	No se rechaza
123	G0 VFCAA 12/04/2015	580	13,920.00	13,877.00	43.00	13,877.00	0.0031	0.0024	3,130	0.0016	No se rechaza
124	G0 VFCAA 13/04/2015	792	19,008.00	18,950.00	58.00	18,950.00	0.0031	0.0034	4,455	0.0047	No se rechaza

125	G0 VFCAA 14/04/2015	395	9,480.00	9,450.00	30.00	9,450.00	0.0032	0.0034	3,580	0.0028	No se rechaza
126	G0 VFCAA 15/04/2015	719	17,256.00	17,204.00	52.00	17,204.00	0.0030	0.0030	3,951	0.0040	No se rechaza
127	G0 VFCAB 15/04/2015	252	6,048.00	6,028.00	20.00	6,028.00	0.0033	0.0036	3,060	0.0026	No se rechaza
128	G0 VFCAA 16/04/2015	713	17,112.00	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0030	0.0033	4,199	0.0036	No se rechaza
129	G0 VFCAB 16/04/2015	509	12,216.00	12,178.00	38.00	12,178.00	0.0031	0.0025	3,120	0.0022	No se rechaza
130	G0 VFCAA 17/04/2015	636	15,264.00	15,218.00	46.00	15,218.00	0.0030	0.0027	3,523	0.0028	No se rechaza
131	G0 VTJAA 17/04/2015	485	11,640.00	11,605.00	35.00	11,605.00	0.0030	0.0027	3,261	0.0034	No se rechaza
132	G0 VFCAA 08/05/2015	715	17,160.00	17,108.00	52.00	17,108.00	0.0030	0.0024	3,290	0.0021	No se rechaza
133	G0 VFCAB 08/05/2015	480	11,520.00	11,484.00	36.00	11,484.00	0.0031	0.0026	3,199	0.0022	No se rechaza
134	G0 VFCAA 09/05/2015	724	17,363.00	17,310.00	53.00	17,310.00	0.0031	0.0031	3,997	0.0033	No se rechaza
135	G0 VFCAB 09/05/2015	714	17,124.00	17,072.00	52.00	17,072.00	0.0030	0.0030	3,914	0.0040	No se rechaza
136	G0 VFCAC 09/05/2015	712	17,088.00	17,036.00	52.00	17,036.00	0.0030	0.0032	4,150	0.0036	No se rechaza
137	G0 VFCAA 10/05/2015	719	17,256.00	17,203.00	53.00	17,203.00	0.0031	0.0025	3,404	0.0021	No se rechaza
138	G0 VFCAB 10/05/2015	537	12,888.00	12,848.00	40.00	12,848.00	0.0031	0.0033	3,879	0.0046	No se rechaza
139	G0 VFCAA 11/05/2015	718	17,232.00	17,180.00	52.00	17,180.00	0.0030	0.0032	4,129	0.0041	No se rechaza
140	G0 VFCAB 11/05/2015	464	11,136.00	11,102.00	34.00	11,102.00	0.0031	0.0029	3,396	0.0027	No se rechaza
141	G0 VFCAA 13/05/2015	715	17,160.00	17,108.00	52.00	17,108.00	0.0030	0.0032	4,144	0.0048	No se rechaza
142	G0 VFCAB 13/05/2015	793	19,032.00	18,974.00	58.00	18,974.00	0.0030	0.0034	4,397	0.0034	No se rechaza
143	G0 VFCAA 14/05/2015	713	17,112.00	17,059.00	53.00	17,059.00	0.0031	0.0035	4,427	0.0038	No se rechaza
144	G0 VFCAB 14/05/2015	716	17,184.00	17,132.00	52.00	17,132.00	0.0030	0.0033	4,252	0.0033	No se rechaza
145	G0 VFCAA 15/05/2015	717	17,208.00	17,156.00	52.00	17,156.00	0.0030	0.0023	3,214	0.0009	No se rechaza
146	G0 VFCAB 15/05/2015	714	17,136.00	17,086.00	50.00	17,086.00	0.0029	0.0033	4,259	0.0028	No se rechaza

147	G0 VFCAA 16/05/2015	717	17,208.00	17,157.00	51.00	17,157.00	0.0030	0.0026	3,543	0.0040	No se rechaza
148	G0 VFCAB 16/05/2015	701	16,824.00	16,773.00	51.00	16,773.00	0.0030	0.0025	3,398	0.0018	No se rechaza
149	G0 VFCAA18/05/2015	716	17,184.00	17,132.00	52.00	17,132.00	0.0030	0.0034	4,357	0.0030	No se rechaza
150	G0 VFCAA 18/05/2015	715	17,160.00	17,107.00	53.00	17,107.00	0.0031	0.0036	4,468	0.0036	No se rechaza
151	G0 VFCAA 22/05/2015	714	17,136.00	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0030	0.0032	4,143	0.0034	No se rechaza
152	G0 VFCAA 22/05/2015	712	17,088.00	17,035.00	53.00	17,035.00	0.0031	0.0039	4,743	0.0034	No se rechaza
153	G0 VFCAA 24/05/2015	714	17,136.00	17,084.00	52.00	17,084.00	0.0030	0.0026	3,551	0.0034	No se rechaza
154	G0 VFCAA 24/05/2015	710	17,040.00	16,988.00	52.00	16,988.00	0.0031	0.0029	3,859	0.0049	No se rechaza
155	G0 VFCAA 29/05/2015	712	17,088.00	17,035.00	53.00	17,035.00	0.0031	0.0026	3,549	0.0028	No se rechaza
156	G0 VFCAA 29/05/2015	690	16,560.00	16,509.00	51.00	16,509.00	0.0031	0.0029	3,803	0.0026	No se rechaza
157	G0 VFCAA 30/05/2015	713	17,112.00	17,060.00	52.00	17,060.00	0.0030	0.0034	4,314	0.0039	No se rechaza
158	G0 VFCAA 30/05/2015	546	13,104.00	13,064.00	40.00	13,064.00	0.0031	0.0042	4,622	0.0039	No se rechaza
159	G0 VFCAA 31/05/2015	618	14,832.00	14,786.00	46.00	14,786.00	0.0031	0.0026	3,440	0.0032	No se rechaza
<b>Mediana</b>		<b>710.00</b>	<b>17,040.00</b>				<b>0.0039</b>	<b>0.9961</b>	<b>4,738.00</b>		<b>-</b>

**Anexo 2. Reporte SAP sobre Gestión de Residuos – Disposición de Conservas**

Doc.compr.	Pos.	Cl.	GCp	Fecha doc.	Proveedor/Centro suministrador	Material	Texto breve	Ce.	Cantidad	UMP	Prc.neto	Mon.
70009947	10	ZSER	A13	12/05/2014	8000000078 ANCRO S.R.L.	80000122	Servicios Disposicion de residuos	AG04	1	UN	45,465.00	PEN
70009948	10	ZSER	A13	12/05/2014	8000000078 ANCRO S.R.L.	80000122	Servicios Disposicion de residuos	AG04	1	UN	23,940.00	PEN
70011566	10	ZSER	A11	16/06/2014	8000000078 ANCRO S.R.L.	80000122	Servicios Disposicion de residuos	AG02	1	UN	37,380.00	PEN
70018404	10	ZSER	A13	25/02/2015	8000000078 ANCRO S.R.L.	80000122	Servicios Disposicion de residuos	AG04	1	UN	35,280.00	PEN
70018720	10	ZSER	A13	18/03/2015	8000000078 ANCRO S.R.L.	80000122	Servicios Disposicion de residuos	AG04	1	UN	35,280.00	PEN

