

Eficientización del Control de Calidad de Materiales de Entrada Mediante el Diseño e Implementación de un Plan de Muestreo

Enhancement of Incoming Material Quality Control through the Design and Implementation of a Sampling Plan

Carrera-Barraza, B¹; Valdez-Díaz, JM ² ✉, Carrera-Barraza, MJ³; Pinales-Valdez, EG⁴, Luna-Navarro, L⁵

Datos de Adscripción:

¹ Carrera Barraza, Brenda
Tecnológico Nacional de México -Instituto Tecnológico de Torreón, Torreón
Coahuila, México
ROR ID: <https://ror.org/00davry38>
brenda.cb@torreon.tecnm.mx
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5533-9687>

² ✉ Valdez Díaz, José Manuel
Tecnológico Nacional de México -Instituto Tecnológico Superior de Lerdo.
Ciudad Lerdo, Durango. México.
ROR ID: <https://ror.org/00davry38>
ROR ID: <https://ror.org/04bjbt12>
jose.vd@itslerdo.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1461-1783>

³ Carrera Barraza, Manuel de Jesús
Tecnológico Nacional de México -Instituto Tecnológico Superior de Lerdo.
Ciudad Lerdo, Durango. México.
ROR ID: <https://ror.org/00davry38>
ROR ID: <https://ror.org/04bjbt12>
manuel.carrera.barraza@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2512-286X>

⁴ Pinales Valdez, Edgar Guadalupe
Tecnológico Nacional de México -Instituto Tecnológico Superior de Lerdo.
Ciudad Lerdo, Durango. México.
ROR ID: <https://ror.org/00davry38>
ROR ID: <https://ror.org/04bjbt12>
edgarpinales28@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9782-9219>

⁵ Luna Navarro, Lucina
Tecnológico Nacional de México -Instituto Tecnológico Superior de Lerdo.
Ciudad Lerdo, Durango. México.
ROR ID: <https://ror.org/00davry38>
ROR ID: <https://ror.org/04bjbt12>
lucinaln@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7811-3600>

Resumen - La calidad de los materiales de entrada influye directamente en la estabilidad de los procesos productivos, la continuidad de las operaciones y la conformidad del producto final. El presente estudio tuvo como propósito fortalecer el control de calidad de los materiales de entrada mediante el diseño e implementación de un plan de muestreo simple. La problemática inicial se relacionó con una práctica de inspección en la que se revisaba la misma cantidad de piezas sin considerar el tamaño real de cada lote, lo que generaba muestras poco representativas y trasladaba problemas de calidad hacia etapas posteriores del proceso. La investigación corresponde al modo aplicada, descriptiva y no experimental, mediante una comparación antes-después, utilizando registros de inspección y reportes de materiales no conformes correspondientes a seis meses previos y posteriores a la intervención, considerando el tamaño del lote, la criticidad, el lugar de detección y la proporción de no conformidades, mediante frecuencias y porcentajes. El plan se sustentó en ANSI/ASQ Z1.4, aplicando muestreo simple, inspección normal y nivel general II. Se asignó un AQL de 1.0 % a materiales de alta

criticidad, por su posible efecto en la funcionalidad y continuidad del proceso, y de 2.5 % a los de criticidad media y baja. Los materiales no conformes detectados en producción disminuyeron de 85.0 % a 30.4 %, mientras que su detección en inspección de entrada aumentó 54.6 puntos porcentuales. Se concluye que el plan permitió sustituir una inspección empírica por un procedimiento técnico, documentado y proporcional al riesgo del material.

Palabras Clave: ANSI/ASQ Z1.4, Control de calidad, Inspección de entrada, Muestreo de aceptación, Nivel de calidad aceptable, Plan de muestreo.

Abstract. - The quality of incoming materials directly influences the stability of production processes, operational continuity, and final product conformity. This study aimed to strengthen incoming material quality control through the design and implementation of a single sampling plan. The initial problem was associated with an inspection practice in which the same number of units was examined regardless of the actual lot size, resulting in poorly representative samples and allowing quality problems to progress to later stages of the production process. The study followed an applied, descriptive, and nonexperimental approach, using a before-and-after comparison. Inspection records and nonconforming material reports corresponding to the six months before and the six months after the intervention were analyzed. The variables considered included lot size, material criticality, detection point, and the proportion of nonconformities, which were examined using frequencies and percentages. The sampling plan was based on ANSI/ASQ Z1.4 and applied single sampling, normal inspection, and General Inspection Level II. An acceptable quality limit (AQL) of 1.0% was assigned to high-criticality materials because of their potential impact on product functionality and process continuity, whereas an AQL of 2.5% was assigned to medium- and low-criticality materials. The proportion of nonconforming materials detected during production decreased from 85.0% to 30.4%, while detection during incoming inspection increased by 54.6 percentage points. It was concluded that the sampling plan enabled the replacement of an empirical inspection practice with a technical, documented procedure proportional to material risk.

Keywords: Acceptable Quality Limit, Acceptance Sampling, ANSI/ASQ Z1.4, Incoming Inspection, Quality Control, Sampling Plan.

I. INTRODUCCIÓN

El estudio presentado se realizó en una empresa del ramo automotriz enfocada en la fabricación de empaques para diferentes marcas de automóviles. Dentro de su operación, el área de recibo e inspección de materiales, conocida como Incoming, tiene la responsabilidad de recibir, revisar y aceptar o rechazar las materias primas provenientes de distintos proveedores, antes de que estas ingresen al proceso productivo.

En el control estadístico de calidad de la materia prima de entrada, la relación con los encargados de proveerla es de especial importancia, ya que las organizaciones están en función cada vez más de sus socios estratégicos para mantener cadenas de suministro eficientes, resilientes y competitivas (Vasquez Treviño et al., 2022). No obstante, esta relación también exige mecanismos de verificación más sólidos, dado que la calidad de los materiales suministrados influye de manera directa en la estabilidad del proceso productivo.

El área de recepción e inspección de materiales constituye el primer punto de control técnico de la cadena de suministro, ya que permite verificar el cumplimiento de los requisitos de dimensiones, funciones y calidad antes de que los materiales ingresen al proceso productivo.

Las acciones preventivas relacionadas con la calidad de los productos representan un aspecto estratégico en un mercado globalizado y altamente competitivo, en el que la calidad del producto influye de forma directa en la satisfacción del cliente y en su permanencia frente a marcas alternativas (Mittal & Gupta, 2021, p. 879). Por lo anterior, la confiabilidad de los materiales recibidos no debe sustentarse únicamente en los certificados emitidos por el proveedor, sino también en un procedimiento técnico de inspección propio.

La relevancia del área de Incoming se sustenta en que un error en la aceptación de los materiales puede representar materiales no conformes en etapas posteriores de la producción, creando interrupciones, retrabajos, rechazo de materiales, productos terminados no conformes y costos asociados a la falta de calidad. En virtud de lo anteriormente expuesto, el control estadístico de calidad de entrada es un proceso primordial para asegurar la continuidad de la operación, la productividad y el desempeño de proveedores.

En consecuencia, el control estadístico de la calidad permite tomar decisiones basadas en métodos cuantitativos, incorporando una visión estratégica y operativa que hace más fácil el análisis de información, la orientación de acciones de mejora, la optimización de procesos y el sostenimiento de la competitividad organizacional (Abad-Segura et al., 2022).

La problemática identificada se relaciona con la ausencia de un criterio adecuado para determinar el tamaño de muestra durante la inspección de materia prima. A pesar de que los lotes recibidos no eran iguales con respecto a la cantidad suministrada, el personal técnico inspeccionaba de manera uniforme cinco piezas por lote, independientemente de si este contenía 10, 100 o 1,000

unidades. La práctica mencionada limitaba la representatividad de la muestra y reducía la capacidad para detectar materiales no conformes de manera confiable.

A partir de esta situación se inspeccionaba la misma cantidad de elementos para lotes de diferentes dimensiones y el tamaño de la muestra utilizada era de cinco piezas, provocando que una parte importante de los materiales no conformes fueran localizados cuando el material ya se encontraba en el área de producción, lo que provocaba de manera generalizada continuas interrupciones en el flujo productivo por los constantes cuellos de botella y la necesidad de realizar inspecciones al 100 %.

Desde el control estadístico de la calidad es fundamental definir la muestra en función del tamaño de lote, nivel de inspección y criterio de aceptación para tomar decisiones sólidas sobre la conformidad del material, reduciendo la dependencia de decisiones del personal cuya base sea únicamente su experiencia.

El estudio desde este aspecto tuvo como propósito diseñar e implementar un plan de muestreo de calidad para el área de Incoming, aplicable a diferentes materias primas, sustentado en tablas de ANSI/ASQ Z1.4 (American Society for Quality [ASQ], 2018), con la finalidad de mejorar la eficacia operativa, reducir tiempos de inspección y favorecer un flujo más controlado de materiales hacia producción.

II. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

El trabajo se desarrolló como una estrategia de investigación aplicada para fortalecer el control de calidad de los materiales de entrada y mejorar el proceso de inspección en el área analizada.

Esta orientación se sustenta en que la aplicación adecuada de planes de muestreo por atributos cumple un papel relevante en la selección de materia prima, al favorecer que los productos, servicios u objetos cumplan con los estándares de calidad requeridos y con las expectativas del consumidor (Álvarez Romero et al., 2022).

La población estuvo conformada por los materiales recibidos durante el periodo analizado y la muestra incluyó diez tipos de materiales seleccionados según su historial de no conformidades y nivel de criticidad.

De igual manera, es una investigación aplicada debido a que atendió una problemática real asociada con la inspección y aprobación de la materia prima. Este enfoque permitió emplear herramientas de control estadístico de calidad para diseñar una solución susceptible de incorporarse al procedimiento operativo de la empresa.

Esta investigación resulta pertinente porque posibilita poner en práctica técnicas estadísticas para el mejoramiento de la calidad del proceso y optimizar su eficiencia operativa (Méndez Núñez, 2024).

El caso analizado partió de una problemática real encontrada en el proceso de aprobación de la materia prima, asociada con la carencia de un criterio técnico para determinar el tamaño de muestra, así como los criterios de aceptación y rechazo de lotes.

Desde el punto de vista del alcance, la investigación fue de tipo descriptivo, ya que contribuyó a caracterizar las condiciones bajo las cuales se realizaba la inspección de materia prima, tomando en cuenta el flujo del proceso, los documentos utilizados, los tipos de materiales recibidos, los tamaños de lote y las no conformidades detectadas.

A partir de esta situación, el estudio integró un componente propositivo, al plantear una alternativa metodológica basada en un esquema de muestreo proporcional al tamaño del lote, al nivel de inspección y al criterio de aceptación definido para los materiales evaluados.

Otro elemento del diseño metodológico fue que se llevó a cabo de manera no experimental, debido a que no se manipularon deliberadamente variables en condiciones controladas, sino que se observó el proceso en su contexto operativo real. Asimismo, la información fue recopilada y analizada en un periodo determinado, con el propósito de diagnosticar la situación del área y formular una propuesta de mejora aplicable al proceso de inspección de entrada.

Como primera etapa, se realizó la búsqueda de información sobre muestreo de aceptación y criterios de inspección aplicables al control de calidad. A través de la revisión de la literatura, se determinó trabajar con el estándar ANSI/ASQ Z1.4 debido a su pertinencia técnica para la inspección por atributos y a su aplicación en contextos industriales donde se requiere evaluar lotes mediante criterios objetivos de aceptación y rechazo.

Esta decisión se basa en que el estándar antes mencionado representa una evolución desde el enfoque industrial del concepto desarrollado originalmente en el MIL-STD-105E, conservando la lógica de los planes de muestreo basados en el nivel de inspección, tamaño de lote, límite de calidad aceptable, letra de código y criterios de rechazo o aceptación.

De acuerdo con Vandembenden (2024), ANSI/ASQ Z1.4 mantiene una estructura similar al MIL-STD-105E, aunque incorpora definiciones y terminología propias. Asimismo, aunque ANSI/ASQ Z1.4 e ISO 2859-1 son documentos normativos independientes, ambos conservan una relación técnica al orientarse al muestreo de aceptación por atributos.

La elección de ANSI/ASQ Z1.4 responde al contexto operativo de la empresa analizada, la cual mantiene relación con clientes de origen estadounidense. Por ello, el uso de este estándar permitió alinear el procedimiento de inspección con prácticas comúnmente reconocidas en cadenas de suministro vinculadas con ese mercado.

Asimismo, se consideró pertinente adoptar este referente debido a la próxima transición documental de la ISO 2859-1 hacia su versión 2026, con el propósito de evitar que el procedimiento quedara asociado, en el corto plazo, a una versión normativa inmediatamente sustituida.

Al respecto, la ISO 2859-1:2026 conserva el enfoque de muestreo por atributos indexado por AQL para inspección lote por lote, mediante planes simples, dobles y múltiples (International Organization for Standardization, 2026). De esta manera, la selección del ANSI/ASQ Z1.4 permitió construir una propuesta metodológica vigente, sustentada y compatible con los requerimientos de inspección por atributos aplicables a materiales de entrada.

Por lo expuesto anteriormente, el estándar seleccionado permite establecer un procedimiento fortalecido para la toma de decisiones en el área de recibo-inspección, al proporcionar una base estadística para evaluar la conformidad de los lotes y favorecer una gestión de calidad más consistente con las exigencias de clientes industriales.

En términos generales, el estándar seleccionado fortalece la toma de decisiones en el área de recibo-inspección, al proporcionar una base estadística para evaluar la conformidad de los lotes y favorecer decisiones más objetivas, eficientes y sustentadas en los procesos de inspección de materiales (Defiatri & Damayanti, 2023).

Posteriormente, se revisó el proceso utilizado para inspeccionar los materiales, se recolectó información sobre la materia prima recibida y se analizaron las no conformidades detectadas.

Con la información anteriormente obtenida se elaboró un listado de materia prima recibida, se revisó el historial de cada número de parte, para determinar cuáles elementos estaban generando problemas.

Esta parte permitió conocer con exactitud qué números de parte requerían más atención, debido a los problemas presentados, generándose la lista de materiales con los que se trabajaría, mostrada en la Tabla 1.

Para preservar la confidencialidad de la empresa, los materiales analizados se mencionan de manera genérica, la utilización imprevista de personal y el nivel de criticidad señalado por la misma empresa.

Tabla 1
Materiales seleccionados y nivel de criticidad

No.	Material	Nivel de criticidad
1	Adhesivo industrial	Media
2	Compuesto polimérico	Alta
3	Recubrimiento	Media
4	Espuma técnica	Media
5	Cinta de acabado	Media
6	Sujetador plástico	Alta
7	Sujetador metálico	Alta
8	Soporte metálico	Alta
9	Componentes de soporte	Media
10	Perfil extruido	Alta

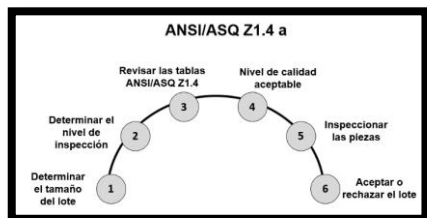
Nota. El nivel de criticidad fue determinado tomando como base la funcionalidad del componente, su participación en el ensamble y su posible efecto sobre la continuidad del proceso. Elaboración propia.

A partir de lo anterior, se elaboró un plan de muestreo adaptado a las necesidades del área de inspección de entrada, tomando como base el estándar ANSI/ASQ Z1.4.

En la Figura 2 se presentan de manera esquemática los principales pasos para la aplicación del estándar.

Figura 2

Secuencia para aplicar el plan de muestreo conforme a ANSI/ASQ Z1.4



Con base en la secuencia mostrada en la Figura 1, la Tabla 2 contiene todos los materiales implicados en el proyecto, así como el tamaño del lote en número de piezas o unidades inspeccionables para cumplir con los requerimientos del estándar.

Tabla 2

Tamaño del lote correspondiente a los materiales seleccionados

No.	Material	Tamaño de lote en piezas
1	Adhesivo industrial	25
2	Compuesto polimérico	50
3	Recubrimiento industrial	25
4	Espuma técnica	80
5	Cinta de acabado superficial	100
6	Sujetador plástico	5,000
7	Sujetador metálico	3,000
8	Soporte metálico	1,000
9	Componentes de soporte o base	1,500
10	Perfil extruido	500

Siguiendo con el paso 2 de la Figura 1, la empresa seleccionó el nivel general de inspección II, debido a que representa el criterio de uso común para condiciones normales de inspección.

Asimismo, se consideró un plan de muestreo simple bajo inspección normal, ya que el proceso se encontraba en una etapa inicial de implementación y no existía un historial previo suficiente que justificara el uso de inspección reducida o rigurosa.

Esta decisión permitió establecer una base uniforme para iniciar el control de los lotes recibidos y definir, posteriormente, posibles ajustes conforme al comportamiento de los materiales y proveedores.

En este sentido, Wang y Chang (2023) sostienen que los planes de muestreo deben considerar el comportamiento de la calidad, los errores de decisión y los costos asociados con la inspección. Con respecto al paso 3 de la Figura 1, la Tabla 3 muestra el número de piezas a inspeccionar de acuerdo con el material que se trate, obtenido mediante la consulta de las tablas del estándar ANSI/ASQ Z1.4

Tabla 3

Letra código y tamaño de muestra según el tamaño del lote

No.	Material	Tamaño del lote en piezas	Código de tamaño de muestra	Unidades por inspeccionar
1	Adhesivo industrial	25	C	5
2	Compuesto polimérico	50	D	8
3	Recubrimiento industrial	25	C	5
4	Espuma técnica	80	E	13
5	Cinta de acabado superficial	100	F	20
6	Sujetador plástico	5,000	L	200
7	Sujetador metálico	3,000	K	125
8	Soporte metálico	1,000	J	80
9	Componentes de soporte o base	1,500	K	125
10	Perfil extruido	500	H	50

La determinación del nivel de calidad aceptable correspondiente al punto 4 de la Figura 1, se consideró como un criterio de decisión para las partes involucradas, debido a que permitió a la empresa reducir el riesgo de aceptar lotes que deberían ser rechazados y, al mismo tiempo, proporcionó al proveedor una referencia objetiva sobre el nivel de calidad esperado. Por ello, su definición debe estar alineada con la criticidad del material.

Con base en este criterio, se establecieron valores diferenciados de AQL con base en el nivel de criticidad de los materiales inspeccionados. Para los materiales de alta criticidad se definió un valor de AQL considerando que este tipo de componentes puede impactar directamente en la funcionalidad, el ensamble, la continuidad del proceso o la calidad del producto final.

En el caso de los materiales de criticidad media y baja, se estableció un AQL manteniendo un criterio que busca evitar hacer demasiado permisiva la aceptación de lotes, aun cuando el defecto no comprometa de manera inmediata la función principal del producto.

Ambos valores de AQL se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4

Determinación del AQL

Nivel de criticidad del material	AQL
Alta	1.0 %
Media	2.5 %
Baja	2.5 %

El AQL se emplea como la referencia para conocer cuántas piezas deben inspeccionarse y a partir de qué número de unidades no conformes corresponde aceptar o rechazar un lote. Este valor sirve para establecer un criterio de decisión acorde con el nivel de riesgo del material y no significa que la empresa deba admitir automáticamente ese porcentaje de piezas defectuosas. Se asignó un AQL de 1.0 % a los materiales de alta criticidad, ya que un defecto en estos componentes puede afectar su funcionamiento, dificultar el ensamble, interrumpir la producción, generar producto terminado no conforme o provocar el incumplimiento de los requisitos del cliente.

En cambio, para los materiales de criticidad media se seleccionó un AQL de 2.5 %, debido a que sus fallas tienen un impacto operativo menor, aunque seguían requiriendo control para evitar una aceptación demasiado permisiva.

De esta manera, la severidad de la inspección se ajustó al riesgo de cada material; no obstante, estos valores deben revisarse periódicamente con base en el desempeño de los proveedores, los resultados de inspección, las reclamaciones de los clientes y los cambios de ingeniería.

Finalmente, como parte del proceso de implementación del estándar ANSI/ASQ Z1.4, se presenta la Tabla 5, en donde se presentan los planes de muestreo definidos para cada material analizado.

En ella se integran el tamaño de muestra a inspeccionar y el número máximo de piezas no conformes permitidas para aceptar el lote. Cuando este límite es superado, el lote debe ser rechazado.

En la Tabla 5, Ac representa el número máximo de unidades no conformes permitido para aceptar un lote, mientras tanto, Re significa la cantidad mínima a partir de la cual debe rechazarse.

Los dos criterios se determinan en función del tamaño de la muestra, la letra del código y el AQL seleccionado. En consecuencia, el lote se acepta cuando el número de unidades no conformes es igual o inferior a Ac y se rechaza cuando alcanza o supera el valor de Re.

Tabla 5
Plan de muestreo y criterios de aceptación y rechazo por material

No.	Material	Criticidad	Tamaño del lote	Letra código	Tamaño de muestra	AQL	Ac	Re
1	Adhesivo industrial	Media	25	C	5	2.5 %	0	1
2	Compuesto polimérico	Alta	50	D	8	1.0 %	0	1
3	Recubrimiento industrial	Media	25	C	5	2.5 %	0	1
4	Espuma técnica	Media	80	E	13	2.5 %	1	2
5	Cinta de acabado superficial	Media	100	F	20	2.5 %	1	2
6	Sujetador plástico	Alta	5,000	L	200	1.0 %	5	6
7	Sujetador metálico	Alta	3,000	K	125	1.0 %	3	4
8	SopORTE metálico	Alta	1,000	J	80	1.0 %	2	3
9	Componentes de soporte o base	Media	1,500	K	125	2.5 %	7	8
10	Perfil extruido	Alta	500	H	50	1.0 %	1	2

Posteriormente se estableció el cambio de inspección normal a inspección rigurosa cuando dos de cinco lotes consecutivos, o menos de cinco, fueran rechazados durante la inspección original. Asimismo, el regreso de la inspección rigurosa a la inspección normal se definió cuando cinco lotes consecutivos fueran aceptados en la inspección original.

De manera complementaria a las reglas de cambio entre inspección normal, rigurosa y reducida, se incorporó de manera interna el estatus de Saltar Lote como una estrategia complementaria para hacer más eficiente el proceso de inspección. Este estatus se propuso para materiales con desempeño estable y favorable, siempre que su funcionalidad e impacto en el producto terminado permitieran reducir temporalmente la frecuencia de revisión.

Asimismo, el proceso de decisión se automatizó en una macro de Excel, con la finalidad de que la consulta del tamaño de muestra y la interpretación de tablas se agilizará con el afán de realizar la toma de decisiones por parte del personal técnico de una manera más rápida y confiable.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La implementación de ANSI/ASQ Z1.4 permitió pasar de una práctica empírica de inspección fija a una práctica documentada y técnicamente sustentada. Antes de la intervención se inspeccionaban cinco elementos, independientemente del tamaño del lote, sin considerar la cantidad total recibida, lo que limitaba la representatividad de la muestra y reducía la capacidad para identificar oportunamente materiales no conformes.

En este sentido, Peña-González et al. (2024) señalan que los planes de muestreo por atributos proporcionan un marco para fortalecer la toma de decisiones durante la recepción de lotes, al vincular los niveles de no conformidad con parámetros de control previamente definidos.

Mediante el proyecto se diseñó e implementó un plan de muestreo simple se creó e implementó un plan adecuado a las necesidades del área estudiada, considerando el tamaño de muestra se determinó mediante el tamaño del lote, el nivel general de inspección II, la letra código y el AQL correspondiente.

Esta modificación representa una mayor consistencia en el proceso, debido a que las decisiones dejaron de depender de criterios subjetivos. Asimismo, la actualización de las hojas de instrucción permite especificar las características, los métodos, los instrumentos y la frecuencia de revisión de cada material.

Para la evaluación del comportamiento del plan de muestreo diseñado se analizaron los registros de las no conformidades relacionadas con la materia prima en dos periodos: los seis meses previos al proyecto y los seis meses posteriores a su implementación.

La comparación contempló el número total de reportes de materiales no conformes y el punto del proceso en el que fueron identificados, con la finalidad de diferenciar entre los hallazgos realizados en el área de inspección de entrada y los detectados cuando el material ya se encontraba en producción.

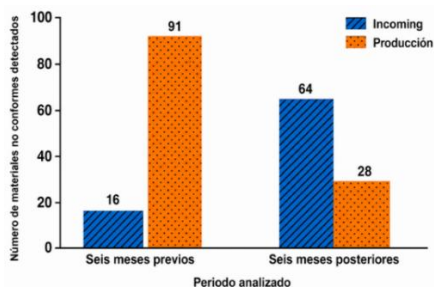
La Figura 2 muestra el cambio en las frecuencias absolutas de los materiales no conformes detectados; en el área de Incoming, los casos aumentaron de 16 a 64, lo que significa que 48 no conformidades adicionales fueron identificadas antes de que el material ingresara a producción.

En contraste, los materiales no conformes detectados en producción disminuyeron de 91 a 28, equivalente a una reducción de 63 casos. Asimismo, el total de los materiales no conformes pasó de 107 a 92, es decir, se registraron 15 casos menos en el periodo posterior.

Estos resultados indican que el cambio más relevante no se limitó a la reducción total de los materiales no conformes, sino al desplazamiento de su detección hacia una etapa previa del proceso productivo.

Figura 2

Número de reportes de materiales no conformes según el área y periodo de detección



Nota. Los valores representan el número absoluto de los materiales no conformes detectados en cada área y periodo. Elaboración propia.

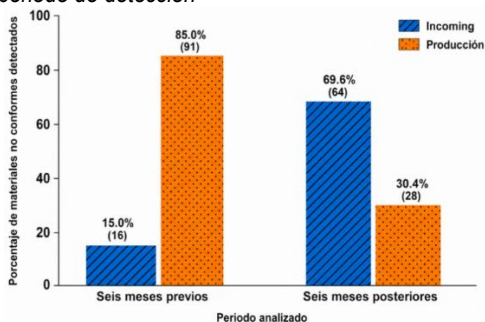
La Figura 3 complementa el análisis porcentual de las frecuencias mostrando el cambio de lugar en el que fue encontrado. Incoming aumentó de 15.0 % a 69.6 %, lo que representa un incremento de 54.6 puntos porcentuales.

En sentido contrario, la proporción de los materiales no conformes identificados tardíamente en producción disminuyó de 85.0 % a 30.4 %, equivalente a una reducción de 54.6 puntos porcentuales.

Esta variación muestra que, después de la implementación del plan de muestreo, una mayor proporción de los materiales no conformes comenzó a detectarse durante la inspección de entrada, favoreciendo su identificación preventiva y la contención oportuna de materiales no conformes antes de su liberación a producción. Defiatri y Damayanti (2023) documentan que la ausencia de criterios uniformes puede permitir que los materiales no conformes avancen hasta etapas posteriores y plantean el muestreo de aceptación como un mecanismo estandarizado para la evaluación de los lotes.

Figura 3

Distribución porcentual de los materiales no conformes detectados según el área y periodo de detección



Nota. Porcentaje de materiales no conformes en el área en la que fue encontrado el defecto. Elaboración propia.

El cambio más significativo se presenta en la distribución de las no conformidades detectadas en el área de Incoming, pues aumentaron de 16 a 64, lo que representa 48 reportes adicionales identificados de manera preventiva con respecto al periodo previo, mientras que los casos detectados en producción disminuyeron de 91 a 28, equivalente a una reducción de 63 reportes de los materiales no conformes encontrados.

Esta diferencia puede interpretarse como un desplazamiento del punto de detección y no únicamente como una disminución general de materiales no conformes

Las cifras obtenidas son relevantes porque fortalecen la función del área de Incoming como primer filtro de calidad. Al identificar oportunamente los materiales que no cumplen con los requisitos establecidos, se reduce la posibilidad de que estos avancen hacia producción y generen interrupciones, retrabajos, contenciones o afectaciones en la conformidad del producto final.

Desde el punto de vista de la cadena de suministro, este hallazgo también adquiere importancia, debido a que una detección tardía de las no conformidades puede ocasionar retrasos, costos adicionales y problemas en la disponibilidad oportuna de materiales, provocando errores que deben ser retrabajados o bien errores frente a clientes. En este sentido, una gestión adecuada de la cadena de suministro contribuye a mejorar el desempeño operativo, reducir costos, fortalecer la calidad y mantener la competitividad empresarial (Campos Portugal et al., 2023).

En el aspecto económico, la detección anticipada contribuye a reducir actividades relacionadas con inspecciones extraordinarias, selección de materiales, retrabajos, movimientos adicionales, interrupciones y utilización no programada de personal, logrando ser más competitivos. Verna et al. (2022) indican que el análisis económico de una estrategia de inspección debe considerar no solo el costo directo de revisar los productos, sino también los costos vinculados con retrabajos, reparaciones y errores de inspección. Por ello, con la disminución de los materiales no conformes localizados en producción se infiere un posible beneficio económico mediante la reducción de retrabajos.

Los resultados en general demuestran que el plan de muestreo fortaleció la capacidad preventiva del proceso de inspección, así como el desplazamiento en la detección de los materiales no conformes en etapas más tempranas, lo que favoreció decisiones más oportunas sobre la aceptación, el rechazo o la contención de los lotes recibidos. Con lo expuesto anteriormente, el área de inspección de entrada consolidó su función como punto de control previo a la producción y mejoró la trazabilidad de las acciones relacionadas con materiales no conformes.

Adicionalmente y como parte complementaria del plan muestreo simple el personal desarrollo una macro en el software Excel con el objetivo de automatizar la consulta de los parámetros de inspección. La herramienta permitió ingresar el tamaño del lote, el nivel de inspección y el AQL, y obtener de manera más rápida y segura el tamaño de muestra y los criterios de aceptación y rechazo correspondientes.

Esta automatización aportó la posibilidad de la aplicación uniforme del plan de muestreo simple diseñado, disminuyendo posibles errores de interpretación durante la consulta manual de las tablas y contribuyó a homologar los criterios utilizados por el personal técnico. No obstante, su uso no excluye el juicio ni la responsabilidad del personal de calidad, ya que la decisión final también debe considerar las características del material, su nivel de criticidad, el historial del proveedor y las condiciones particulares del proceso, logrando en conjunto un resultado más eficiente.

Para garantizar la utilidad de la herramienta, es indispensable que las fórmulas y tablas se mantengan actualizadas, que exista control sobre las modificaciones del archivo, además de que los usuarios reciban capacitación para interpretar correctamente los resultados. Por ello, la macro debe considerarse un apoyo para la toma de decisiones y no un sustituto del análisis técnico requerido durante la inspección.

IV. CONCLUSIONES

El diseño e implementación del plan de muestreo permitieron a la empresa fortalecer el control de calidad de los materiales de entrada al sustituir una inspección fija por un procedimiento técnico, documentado y proporcional al tamaño del lote.

La aplicación del estándar ANSI/ASQ Z1.4 favoreció establecer tamaños de muestra, niveles de inspección, valores de AQL y criterios de aceptación o rechazo con base en la criticidad de los materiales evaluados. En este sentido, Zhang et al. (2020) muestran que una estrategia de inspección seleccionada técnicamente puede reducir el esfuerzo requerido y conservar la capacidad de distinguir productos conformes y no conformes.

Los resultados muestran un cambio favorable en el punto de detección de las no conformidades. En términos porcentuales, la detección en inspección de entrada aumentó de 15.0 % a 69.6 %, mientras que la proporción localizada en producción disminuyó de 85.0 % a 30.4 %, lo que representa un desplazamiento de 54.6 puntos porcentuales hacia una etapa preventiva.

Asimismo, el total de reportes disminuyó en 15 casos, los hallazgos en Incoming aumentaron en 48 y los detectados en producción se redujeron en 63.

El área de inspección de entrada fortaleció su función como primer filtro de calidad, al identificar una mayor cantidad de materiales no conformes antes de que fueran liberados hacia las celdas de trabajo.

La detección anticipada favoreció decisiones más oportunas sobre la aceptación, el rechazo o la contención de los lotes y redujo el riesgo de interrupciones, retrabajos y afectaciones a la conformidad del producto final.

Desde el punto de vista económico, la disminución de las no conformidades detectadas en producción puede contribuir a reducir la necesidad de inspecciones al 100 %, actividades de sorteo, tiempo extraordinario, movimientos adicionales de materiales, interrupciones del proceso y utilización no prevista de personal.

En conjunto, el estudio muestra que la eficiencia del control de calidad no depende únicamente de inspeccionar una mayor cantidad de piezas, sino de seleccionar una muestra con base en criterios estadísticos, en el riesgo del material y en procedimientos estandarizados.

Por la naturaleza del estudio, el plan representa una alternativa práctica y replicable para fortalecer otros procesos de inspección de entrada y apoyar la mejora continua en la empresa.

V. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Tecnológico Nacional de México TecNM: Instituto Tecnológico de Torreón; TecNM: Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, por el apoyo brindado a este proyecto. Asimismo, se reconoce la colaboración de la empresa y del personal participante, quienes facilitaron el acceso a la información operativa y documental necesaria para la realización del estudio.

VI. REFERENCIAS

- Abad-Segura, E., González-Zamar, M. D., & López-Meneses, E. (2022). El proceso de toma de decisiones basado en métodos cuantitativos: Análisis de tendencias en el ámbito corporativo. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 34, 118–136. <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.5135>
- Álvarez Romero, D. E., Castañeda Sáenz, D. J., Rosero Machado, A. R., & Yanchapaxi Vilatuña, M. G. (2022). Planes de muestreo por atributos aplicados al ámbito industrial: Una revisión de literatura. *Revista Electrónica TAMBARA*, 17(96), 1396–1410. https://tambara.org/wp-content/uploads/2022/03/3.PlanMuestro_Alvarez_et_al.pdf
- American Society for Quality. (2018). *ANSI/ASQ Z1.4-2003 (R2018): Sampling procedures and tables for inspection by attributes*. <https://asq.org/quality-press/display-item?item=T1164>
- Campos Portugal, P. A., Cerrud Álvarez, F., González Tejedor, M. B., & Rodríguez, B. O. (2023). La administración de la cadena de suministro y su importancia en las empresas, como parte de la estrategia en los nuevos modelos de negocios. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 7203–7219. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6709
- Defiatri, D., & Damayanti, R. W. (2023). Acceptance sampling MIL-STD 105E for quality control: A case study. *E3S Web of Conferences*, 465, Article 02043. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346502043>
- International Organization for Standardization. (2026). *ISO 2859-1:2026: Sampling procedures for inspection by attributes—Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*. <https://www.iso.org/standard/85464.html>
- Méndez Núñez, D. (2024). *Mejoras que aporta la implementación del control estadístico de la calidad en el proceso de producción de una empresa* [Trabajo de fin de grado, Universidad de Salamanca]. Repositorio GREDOS. <http://hdl.handle.net/10366/164070>
- Mittal, A., & Gupta, P. (2021). An empirical study on enhancing product quality and customer satisfaction using quality assurance approach in an Indian manufacturing industry. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 6(3), 878–893. <https://doi.org/10.33889/IJMEMS.2021.6.3.052>
- Peña-González, D., Caicedo Solano, N. E., Torres-Peña, R., Chacuto-López, E., & Ariza, E. A. (2024). Enhancing quality in lot reception: A comparative analysis of innovative attribute acceptance

- sampling plans. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 17(3), 681–697. <https://doi.org/10.3926/jiem.7491>
- Vandenbernden, J. (2024, July 3). Brief history of ANSI/ASQ Z1.4. *Quality*. <https://www.qualitymag.com/articles/98097-brief-history-of-ansi-asq-z14>
- Vasquez Treviño, D. M., Blanco Jimenes, M., Galindo Mora, J. P., & Aguilar García, Y. (2022). La gestión de la cadena de suministros como variable mediadora en el desempeño operacional: Líneas de investigación. *Brazilian Journal of Business*, 4(4), 2572–2582. <https://doi.org/10.34140/bjbv4n4-064>
- Verna, E., Genta, G., Galetto, M., & Franceschini, F. (2022). Economic impact of quality inspection in manufacturing: A proposal for a novel cost modeling. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 236(11), 1508–1517. <https://doi.org/10.1177/09544054221078090>
- Wang, C.-C., & Chang, Y.-S. (2023). Dynamic acceptance sampling strategy based on product quality performance using examples from IC test factory. *Mathematics*, 11(13), Article 2872. <https://doi.org/10.3390/math11132872>
- Zhang, Y., Tochev, E., Ratchev, S., & German, C. (2020). Production process optimization using feature selection methods. *Procedia CIRP*, 88, 554–559. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.05.096>

No.	Rol	Descripción
		<i>Nota 1: favor de eliminar los corchetes una vez colocado su nombre</i> <i>Nota 2: elimine el todo texto de apoyo que se proporcionó en los asteriscos de cada fila y debajo de cada nombre.</i>
1	Conceptualización [Conceptualization]	Brenda Carrera Barraza
2	Curación de datos [Data curation]	José Manuel Valdez Díaz
3	Análisis formal [Formal analysis]	Brenda Carrera Barraza
4	Obtención de fondos [Funding acquisition]	No aplica
5	Investigación [Investigation]	Lucina Luna Navarro, José Manuel Valdez Díaz
6	Metodología [Methodology]	Manuel de Jesús Carrera Barraza
7	Administración del proyecto [Project administration]	Brenda Carrera Barraza, José Manuel Valdez Díaz
8	Recursos [Resources]	No aplica
9	Software [Software]	No aplica
10	Supervisión [Supervision]	Edgar Guadalupe Pinales Valdez
11	Validación [Validation]	Brenda Carrera Barraza; José Manuel Valdez Díaz
12	Visualización [Visualization]	Edgar Guadalupe Pinales Valdez
13	Redacción - borrador original [Writing – original draft]	Brenda Carrera Barraza
14	Redacción - revisión y edición [Writing – review & editing]	José Manuel Valdez Díaz