



CREACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE VERIFICACIÓN DE MATERIAS  
PRIMAS PARA LA UNIDAD DE NEGOCIACIÓN EN LA EMPRESA HACEB

Sebastián Hernández Bedoya

Informe de práctica presentado para optar al título de Ingeniero de Materiales

Asesor

FRANCISCO JAVIER BOLIVAR OSORIO

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería de Materiales  
Medellín, Antioquia, Colombia  
2024

<b>Cita</b>	(Hernández Bedoya, 2024)
<b>Referencia</b>	((Hernández Bedoya, 2024)). <i>CREACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE VERIFICACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA UNIDAD DE NEGOCIACIÓN EN LA EMPRESA HACEB, 2024</i> [Informe de práctica]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	



Elija un elemento.

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi familia, la cual es mi pilar fundamental, que me ha brindado un gran apoyo y comprensión incondicional durante mi vida. A mi madre que me ha brindado su amor y sacrificio, lo que ha sido una fuente constante de inspiración para mi vida. A mis abuelos que me han brindado todo su apoyo y conocimientos inigualables, que guiaron mi vida. A Isabel Uribe Ortiz, por apoyarme con todo su amor, por ser mi fortaleza y darme animo en cada momento difícil de este proceso. A mis profesores y mentores, por compartir sus conocimientos, inspirarme y motivarme a seguir adelante. Gracias a todos por ser parte de este gran logro y por contribuir significativamente a mi desarrollo personal y profesional.

## **Agradecimientos**

A mi familia y a Isabel Uribe, por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. A mis amigos, por su alegría y el apoyo en los momentos difíciles. Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Haceb y las personas que allí laboran, así como a la Universidad de Antioquia, por hacer posible la realización de este proyecto. A Haceb, por brindarme la oportunidad de aprender y desarrollarme profesionalmente en un entorno tan enriquecedor.

A mis profesores y mentores, por su guía y dedicación a lo largo de mi carrera académica. Gracias por inspirarme a alcanzar mis metas y superar los desafíos. Este logro es el resultado del esfuerzo colectivo y la generosidad de todas estas personas. A todos ustedes, les agradezco por sus esfuerzos y dedicación.

## Tabla de contenido

Resumen .....	7
Abstract .....	8
Introducción .....	9
1 Planteamiento del problema.....	10
1.1 Antecedentes .....	10
2 Justificación .....	11
3 Objetivos.....	12
3.1 Objetivo general .....	12
3.2 Objetivos específicos.....	12
4 Marco teórico .....	13
4.1 Norma de inspección visual. ....	13
4.1.1 ASTM D1729: Practica estándar para la evaluación de colores y diferencias de color de materiales opacos con iluminación difusa. ....	13
4.2 Normas de Validación de Cotas. ....	14
4.2.1 ISO 1101: Geometrical Product Specifications (GPS)- Geometrical Tolerancing- Tolerances of Form, Orientation, Location and run-out .....	14
4.2.2 ISO 8015: Geometrical product specifications (GPS)- Fundamentals — Concepts, 14 Principles and Rules.....	14
4.3 Requisitos del Personal que Realizara los Ensayos. ....	14
5 Metodología.....	15
6 Resultados .....	18
6.1 Ejemplos de Análisis Realizados por medio del manual. ....	21
6.2 Análisis Estadístico .....	23

6.2.1	<i>Medidas de Tendencia Central</i> .....	23
6.2.2	<i>Medidas de Dispersión</i> .....	24
7	Discusión.....	25
8	Conclusiones .....	26
	Referencias .....	26

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Resultados del análisis del historial de muestras .....	18
<b>Tabla 2.</b> Resultados de la implementación del proceso.....	22
<b>Tabla 3</b> Resultados teóricos y experimentales de la implementación del proceso.....	23

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Bloques de Inspección. ....	16
<b>Figura 2.</b> Criterios de inspección para las muestras.....	19
<b>Figura 3.</b> Portada del manual creado.....	20
<b>Figura 4.</b> Ejemplo de muestras usadas para la validación del manual. ....	21
<b>Figura 5.</b> Ejemplo de muestras usadas para la validación del manual. ....	22
<b>Figura 6.</b> Árbol de decisiones.....	25

## Siglas, acrónimos y abreviaturas

<b>END</b>	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>AVI</b>	INSPECCION VISUAL AUTONOMA
<b>ASTM</b>	American Society of Testing Materials
<b>UdeA</b>	Universidad de Antioquia
<b>GPS</b>	Geometrical Product Specifications
<b>ASNT</b>	Sociedad Americana de Ensayos No Destructivos

## Resumen

Este proyecto tiene como objetivo implementar una mejora en el proceso que se utiliza para realizar y gestionar las solicitudes de la materia prima usadas en los proyectos que se están desarrollando en la empresa Haceb, así como el seguimiento del mismo, donde destaca la continua comunicación con proveedores de diferentes sectores de la industria y un conocimiento profundo de los proyectos que se están desarrollando. La empresa Haceb es una empresa reconocida por su producción y venta de productos de línea blanca, en esta se busca abordar las dificultades identificadas en las materias primas recibidas mediante la implementación de una identificación inicial al recibir las muestras. Este proceso lograra una caracterización inicial para verificar la exactitud de la información básica de la ficha técnica, así como un análisis posterior para identificar los posibles defectos que generan el rechazo de la materia prima. Por lo que Se espera reducir los tiempos de respuesta y mejorar la comunicación con los proveedores, también se espera un mejor entendimiento de la información que se retroalimenta a los mismos.

El proyecto se desarrollará en diferentes etapas, en primer lugar, se inició con un análisis exhaustivo del proceso actual de solicitud de materia prima y la identificación de los problemas recurrentes frente a las muestras recibidas por los proveedores. Luego, se diseña un nuevo proceso de evaluación de las piezas, el cual incluirá criterios específicos de selección y la implementación de algunos ensayos básicos para lograr obtener una evaluación de la calidad de las muestras. Se realizará una rigurosa recopilación de los diferentes datos históricos y actuales para respaldar el diseño del nuevo proceso y se realizarán pruebas piloto para validar su efectividad, la cual será determinada por métodos estadísticos realizados a los indicadores de tiempo del proceso realizado.

**Palabras clave:** *Ensayos básicos, mejora continua, eficiencia, evaluación de materia prima, análisis de datos.*

### **Abstract**

This project aims to implement improvements in the process used to request and manage raw materials for the projects being developed at Haceb, as well as in the follow-up process. Key aspects include maintaining continuous communication with suppliers from various industry sectors and gaining a deep understanding of the ongoing projects. Haceb, known for its production and sale of white goods, seeks to address issues with the received raw materials by implementing an initial identification process upon receipt of samples. This process will provide an initial characterization to verify the accuracy of the basic technical data and perform a subsequent analysis to identify potential defects that could lead to the rejection of the raw materials. The goal is to reduce response times, improve communication with suppliers, and better understand the feedback provided to them.

The project will be developed in several stages. First, an exhaustive analysis of the current raw material request process will be conducted, along with identifying recurring issues with the samples received from suppliers. Next, a new evaluation process will be designed, including specific selection criteria and basic testing to assess the quality of the samples. Rigorous collection of historical and current data will support the design of the new process, and pilot tests will be carried out to validate its effectiveness, which will be determined using statistical methods applied to the time indicators of the process.

**Keywords:** *Basic testing, continuous improvement, efficiency, raw material evaluation, data analysis.*



## Introducción

HACEB es una empresa reconocida por su excelente labor en la producción y venta de productos de línea blanca, esta ha mantenido un compromiso constante con la mejora continua de sus productos. El equipo encargado de Investigación y Desarrollo (I+D) se ha destacado por su labor en la creación y desarrollo de nuevos e innovadores proyectos para las diferentes plantas con las que cuenta Haceb, entre las cuales tenemos: la planta de calefacción, la planta de refrigeración y planta plásticos. En consonancia con este enfoque, regularmente se generan nuevos y diferentes proyectos, que generan la solicitud de materia prima para estos; en algunos casos esta materia prima es nueva debido a la constante innovación y actualización de los productos.

Para los nuevos proyectos se ha identificado que, en el proceso de solicitar muestras, se identificó algunas dificultades relacionadas con la calidad de las muestras que se recibe. Este problema se origina debido a que no se cuenta con un filtro que sea ágil y rápido, el cual se ocupe de realizar el análisis de las piezas, lo que ha producido que muchas muestras ingresen con inconsistencias, impactando negativamente en los tiempos de respuesta de los equipos de negociación y los equipos del desarrollo. Por esta razón, el objetivo de este proyecto es la implementación y desarrollo de algunos procesos de análisis básico, a las muestras que se reciben y por medio de este proceso se lograría obtener una retroalimentación de información tanto para el equipo de I+D, como para el equipo de negociación.

Para implementar estos procesos de inspección con END (Ensayos No Destructivos), se tomaron patrones de calibración y análisis, los cuales estarán estandarizados con el fin de lograr comparar los resultados obtenidos. Para esto se usó las normas que se encuentran recogidas en ISO (International Organization for Standardization) y ASTM (American Society of Testing Materials).

Este proceso se plantea desarrollar en base a una evaluación preliminar en la cual se abordan metodologías parecidas, enfocando el tema en el desarrollo de una guía básica para el análisis de las muestras que van a ser usadas en el desarrollo de los proyectos. Entre las características principales está, que este manual permite realizar una caracterización inicial para verificar la exactitud de la información básica de la ficha técnica, así como un análisis posterior para identificar posibles defectos que podrían resultar en el rechazo de la materia prima. Esta iniciativa busca reducir los tiempos de respuesta, mejorar la comunicación con los proveedores y garantizar un entendimiento adecuado de la información que se retroalimenta a los mismos.

## **1 Planteamiento del problema**

En la empresa Haceb, reconocida por su excelencia en la producción y venta de productos de línea blanca, algunos de los desafíos constantes están ligados a la mejora en la eficiencia de los procesos que se realizan en el área de negociación. Por lo que, se busca implementar procesos ágiles y simples que permitan obtener buenos resultados. En consonancia con este ideal, se logró identificar que, en el procesamiento de las solicitudes de materia prima para los proyectos, los tiempos son elevados para algunas piezas en concreto, por lo que, esto se debe a que el procedimiento de identificación de las diferentes fallas presentes en las muestras se realiza cuando estas llegan al departamento de I+D (investigación y desarrollo).

El problema específicamente es la falta contar con un proceso que sea ágil y simple, que permita la detección de anomalías en las muestras enviadas por los proveedores. Este problema conduce a reprocesos y retrasos significativos en los procesos, debido a que las anomalías en las muestras no son identificadas prontamente, lo que conduce a que se originen reprocesos.

### **1.1 Antecedentes**

El análisis de muestras es un componente crucial en diversas disciplinas científicas, permitiendo la caracterización y comprensión de materiales en diferentes contextos. La importancia de estos análisis se encuentra en la capacidad de generar información detallada sobre la composición, estructura y propiedades de las muestras, lo cual es esencial para avances en diferentes ámbitos industriales. El análisis de muestras bajo unos parámetros simples y rápidos permite alcanzar objetivos de manera muy oportuna, por esto los ensayos no destructivos, como la inspección visual se vuelven herramientas muy útiles para lograr este objetivo, por lo que en documentos como los manuales se tienen guías detalladas para realizar este proceso, además no solo se presenta en materiales de una solo tipo como los concretos, como se puede apreciar en (INSTITUTE, 2008), también se pueden ver estas inspecciones visuales en temas como la soldadura (ICONTEC, 2004), en los plásticos también se implementan procesos de inspección visuales para determinar que un proceso de moldeo por inyección está bien calibrado y lograr un buen acabado, una pieza bien formada y que esta no posea defectos estructurales.

Fuera de la inspección visual y los alcances que esta puede tener como consecuencia de su fácil uso y los parámetros que puede arrojar, se tienen otras formas de inspección que por su fácil acceso y por los equipos utilizados, son determinantes en el proceso de análisis y validación de las

muestras que entran al proceso, algunas de estas operaciones incluyen la validación de características iniciales, como lo son la validación de medidas y puntos en concreto que son necesarios para los procesos posteriores. En artículos como “RELACIÓN ENTRE LAS TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y GEOMÉTRICAS EN LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN” (Martínez & Pérez, 2019) se abordan procesos de medición para determinar si un material cumple con los parámetros básicos de dimensionalidad, teniendo en cuenta las tolerancias dimensionales, las cuales son fundamentales. Esto ayuda comprender la importancia que tienen estos parámetros, debido a que, si no se cumple con las dimensiones, el material no podrá ser usado en los distintos procesos, ya que algunas de las piezas necesitan una precisión minuciosa para su ensamble.

## **2 Justificación**

La puesta en marcha de un proceso ágil de detección de anomalías en las muestras de materia prima es esencial para mejorar la eficacia en el área de negociaciones Haceb. Se desea conocer y mejorar este punto, debido a que los tiempos prolongados en el procesamiento de solicitudes, impacta negativamente en la capacidad del área de negociación de suplir las necesidades para los diferentes proyectos en curso. Al reducir estos retrasos, Haceb puede impactar positivamente en los tiempos destinados para los proyectos, logrando así que la empresa pueda llegar a competir rápidamente con productos actualizados y mejorados.

Este proyecto ha sido seleccionado porque soluciona un problema crítico que afecta las operaciones de las solicitudes de portafolio. Actualmente, no se cuenta con un proceso eficiente para realizar la identificación de fallas en las muestras, lo que resulta en retrasos bastante significativos y reprocesos innecesarios. Para este problema no solo permite optimizar el tiempo de respuesta, también mejora la comunicación con los proveedores y la calidad de las muestras.

La contribución de este proyecto a la ingeniería es considerable, debido a la implementación de un proceso estructurado y eficiente de análisis de muestras de materia prima contribuye a la reducción de tiempo y gastos, logrando mejorar la competitividad del proceso de portafolio. Además, este proyecto servirá de guía para otras empresas del sector, debido a su fácil uso e implementación, por los procesos que favorecen la adopción de métodos eficaces de gestión de materiales y optimización de procesos. También refuerza la importancia de la calidad y la eficacia en los procesos industriales, el cual es un aspecto clave de la ingeniería moderna.

### **3 Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Implementar una herramienta para el seguimiento de solicitudes de materia prima que son requeridas por las unidades de investigación de la empresa Haceb con el propósito de mejorar el tiempo de procesamiento de las solicitudes y obtener una mejor efectividad en la gestión de la solicitud.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Diseñar una base de datos donde se identifiquen las muestras que han ingresado al sistema, y por medio de un análisis del historial de solicitudes y datos disponibles filtrar y organizar la información adecuada para el proyecto.
- Establecer un protocolo estandarizado para la identificación del tipo de material y especificaciones del mismo para las muestras y lograr una asociación de estas con su respectiva ficha técnica.
- Implementar ensayos básicos en el proceso de evaluación de muestras para informar y gestionar las muestras con problemas y agilizar el análisis posterior.
- Evaluar la eficacia y la calidad del proceso estratégico implementado mediante la aplicación de análisis estadísticos y la comparación de indicadores clave de rendimiento con los resultados anteriores.

## 4 Marco teórico

Los ensayos no destructivos (END) son herramientas de inspección efectivas y eficientes en el control de calidad de diversos materiales, permitiendo diagnosticar el estado de las muestras sin comprometer la integridad de los materiales (Cáceres & Gálvez, 2018). Estas técnicas abarcan inspecciones de uniones soldadas y verificaciones de pintura, asegurando estándares de seguridad, rendimiento, etc. Además, los END aplicados en los procesos productivos tienen un impacto directo en la reducción de los costos del producto final, así como en un aumento de la calidad de los productos (Fombuena, 2017). Al detectar materia prima defectuosa antes del inicio del proceso productivo, se promueve un mayor conocimiento del producto y se posibilita el aumento de las exigencias de calidad a los distribuidores. Evitar que la materia prima defectuosa ingrese a los diferentes procesos productivo contribuye a la eficiencia y por ende a los tiempos de respuesta de los diferentes proyectos.

La inspección visual es un proceso que es ampliamente utilizado debido a su fácil implementación y la mínima cantidad de herramientas necesarias. Dentro de este campo, encontramos una de las técnicas más utilizadas, la inspección visual automática (AVI), la cual es una rama de la inspección visual ordinaria, esta consiste en un proceso que utiliza tecnologías de procesamiento de imágenes que ayudan a determinar la conformidad de un producto; esta inspección no solo se utiliza para asegurar las condiciones del producto final, sino que también permite aumentar el rendimiento económico de los procesos (MERY, 2002).

### 4.1 Norma de inspección visual.

#### 4.1.1 *ASTM D1729: Practica estándar para la evaluación de colores y diferencias de color de materiales opacos con iluminación difusa.*

Para la implementación de esta norma se deben tener en cuenta las siguientes características espectrales, fotométricas y geométricas (ASTM., 2022):

- **Distribución de energía espectral:** Como se proyecta la iluminación en la pieza.
- **Condiciones fotométricas:** El tipo de iluminación usada para la inspección.
- **Condiciones geométricas:** El tipo y el tamaño de la superficie a inspeccionar.
- **Campo ambiental y envolvente:** El entorno en el cual se realiza la inspección.

En esta norma también se describe el proceso a realizar, así como los puntos importantes a tener en cuenta durante la inspección, teniendo en cuenta punto importante como el tipo de brillo de la pieza y defectos presentes (ASTM., 2022).

La inspección visual no solo es el único método de inspección rápido que existe, con el cual podamos dar verificación a puntos importantes dentro del marco de la validación de cualidades de piezas, otro factor sumamente importante y más usado, es la inspección dimensional, la cual consiste en realizar validación a cotas de mayor importancia de la pieza.

## **4.2 Normas de Validación de Cotas.**

### **4.2.1 *ISO 1101: Geometrical Product Specifications (GPS)- Geometrical Tolerancing- Tolerances of Form, Orientation, Location and run-out***

En esta norma, se define los puntos de medición y como se demarcan, proporcionando una guía para interpretar diferentes tipos de figura, así como las medidas que los componen. Esta norma facilita la comprensión de los planos; permitiendo al personal medir con precisión diversas piezas y asegurarse de que cumplan con los estándares de calidad requeridos (ISO, 2017). Al seguir estas especificaciones, se garantiza una mayor consistencia y precisión en la fabricación de las piezas.

### **4.2.2 *ISO 8015: Geometrical product specifications (GPS)- Fundamentals — Concepts, Principles and Rules***

En esta norma nos muestras las características principales de geometrías específicas, logrando así ser un complemento muy versátil para la norma ISO 1101, ya que proporciona los principios subyacentes que aseguran que las especificaciones se apliquen de manera consistente en diferentes contextos y aplicaciones (ISO, 2011). Esto resulta en una mejor comprensión en la medición y fabricación de piezas, garantizando la calidad de las pruebas a realizar.

## **4.3 Requisitos del Personal que Realizara los Ensayos.**

Dentro del proceso de inspección se utilizarán las normas ASTM e ISO, para lograr una implementación precisa de estas, es necesario tener el personal idóneo y con la capacidad para elaborar estos procesos. Por esto en la norma ASNT se establece requisitos y los diferentes tipos de END, los cuales enmarcan por niveles el tipo de personal que podría realizar el ensayo así como las mínimas horas prácticas con las cuales deben contar para desarrollar un buen proceso, esto es un indicador de la posibilidad de implementar este tipo de procedimientos y el tipo de personal necesario para su uso (ASNT, 2020). Por lo tanto, en consonancia con lo tipos de proceso que se

van a realizar, los cuales en su mayoría son de inspección visual, se determinará que el personal que en su mayoría los ensayos son de inspección visual, por lo que se requieren los siguientes conocimientos para lograr llevar a cabo dicho proceso:

- Manejo de los equipos, si son requeridos durante el proceso.
- Preparación del material, dependiendo del tipo de técnica a usar y también del tipo de material.
- Calibración de equipo.
- Ejecución del ensayo, según el tipo de técnica a usar.

De lo anterior observamos que el personal no tendrá que realizar interpretación de resultados ni evaluación de los mismos, siendo este personal clasificado como nivel 1.

Teniendo en cuenta las buenas prácticas y la mejora continua, se tendrá en cuenta la norma ISO 9001 donde se establecen parámetros para realizar la estandarización, con el fin de garantizar la calidad del producto, incluyendo el seguimiento y la medición para cumplir con especificaciones y expectativas (ISO, 2015). También es una norma que nos establece un rumbo respecto a la calidad de las diferentes piezas, así como la gestión de los indicadores y las políticas internas con el fin de lograr una mejor calidad. Lo que implica definir criterios de aceptación, procedimientos de medición y verificación de conformidad, resaltando la importancia de identificar y controlar los productos no conformes para evitar su uso no intencionado.

## **5 Metodología**

Para llevar a cabo el proyecto de evaluación de piezas, se comenzó con una investigación preliminar de los tipos de materias primas que comúnmente ingresan a la empresa como muestras, teniendo énfasis en aquellas que serán utilizadas para los proyectos. Se realizó un análisis detallado del historial de solicitudes y los datos disponibles sobre las piezas recibidas, por medio de una inspección estadística, la cual consistía en realizar un análisis de la tendencia de las solicitudes de materias primas y basado en la caracterización de las piezas determinar particularidades de aquellas piezas que eran más recurrentes. También se revisó la literatura relevante sobre métodos de evaluación de calidad de piezas y ensayos básicos, así como un análisis de las mejores prácticas en la industria para identificar enfoques innovadores aplicables al proyecto.

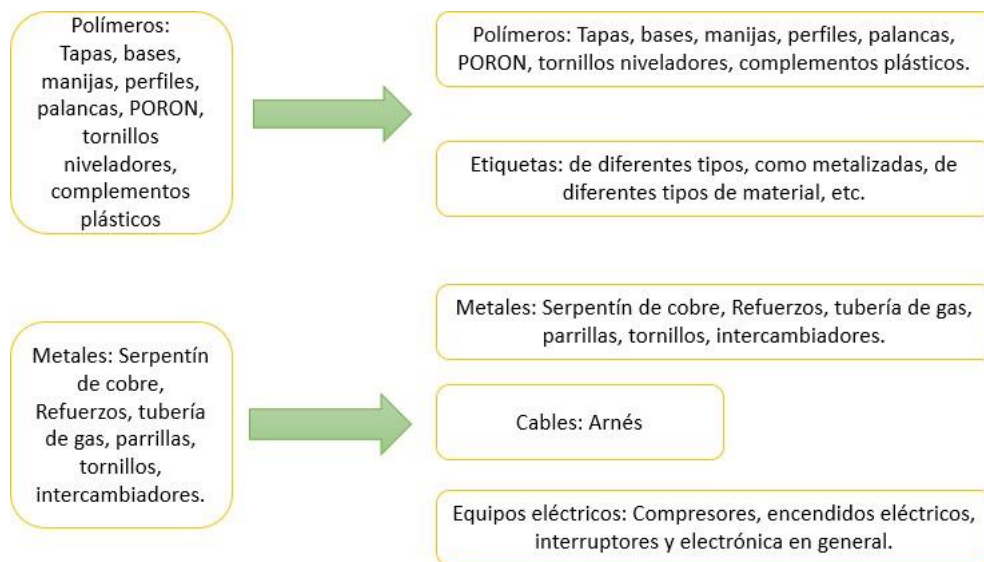
Con esta información, se modificó la base de datos existente, con el fin de implementar controles y nuevos procesos, que será usados para identificar las muestras ingresadas al sistema, permitiendo filtrar y organizar la información adecuada a través del análisis del historial de

solicitudes y datos disponibles. Esta base de datos es esencial para seleccionar las características importantes de cada material en el historial, lo que permite definir y entender las divisiones de los tipos de materiales más usados, así como algunas muestras especiales que no hacen parte de un tipo de material en específicos, como lo son los dispositivos eléctrico o mecánicos.

En el diseño del tipo de evaluación, se generó una correlación entre los tipos de evaluaciones usados y no usados en la industria, y se buscaron normativas vigentes que proporcionaran una estandarización en el diseño desarrollado. Se establecieron criterios de selección de las muestras a evaluar, enfatizando la importancia del muestreo representativo (ISO, 1999) para lograr una representación fidedigna del conjunto de muestras sometidas al análisis.

En principio, se realizó un análisis de las piezas por medio de bloques **Figura 1**, este análisis se realizó con el fin de entender como realizar el análisis básico y como serian divididas las piezas para obtener una mejor comprensión del proceso necesario para realizar las validaciones, el análisis en un inicio se enfocó en dos tipos de materia prima: metales y polímeros. Sin embargo, se observó que otros tipos de materia prima, como electrónica, aparatos eléctricos y etiquetas llegaban de manera constante y no entraban en las validaciones que se realizaban a este tipo de materiales. por lo tanto, se optó por tener un enfoque más inclusivo, donde se partiera de las características más importantes para desarrollar un correcto análisis, con el fin de incluir estos grupos adicionales.

**Figura 1.** Bloques de Inspección.



**Nota:** Bloques de inspección para la caracterización (Haceb, 2024).



Una vez constituida la base de datos, se revisaron los tipos de ensayos utilizados por medio de un árbol de decisiones (**Figura 6**), donde se determinó que para los tipos de material y sus respectivas necesidades, se emplearían ensayos no destructivos, así como procesos comparativos básicos de medición y revisión de documentación, este proceso está diseñado para ser fácil y ágil, de tal manera que se pueda dar respuesta de manera oportuna a las áreas correspondientes.

Entre los ensayos no destructivos (END), se determinó que la inspección visual sería uno del método principal, debido a su efectividad en la detección de las fallas superficiales y para reducir los tiempos de análisis, por lo que se desarrollaron protocolos específicos para diferentes enfoques, abordando problemas recurrentes como la oxidación, el deterioro y la mala pintura. Estos protocolos incluyen consejos para evaluar determinadas piezas y requisitos de espacio especiales para realizar las evaluaciones, sin embargo, como la precisión requerida no es necesariamente alta, se ha puesto más énfasis en establecer un proceso estandarizado que se construirá gradualmente a medida que se evalúen más piezas, además, se ha determinado que las principales partes de las piezas a analizar, son las más expuestas al medio ambiente y posibles daños por impactos o roces. Se realizaron comparaciones entre muestras, incluido un examen de color, para garantizar una evaluación exhaustiva y precisa. Esta revisión detallada incluyó la inspección visual y física de las piezas, este enfoque metodológico permitió establecer una herramienta eficaz para generar un protocolo en el proceso de solicitud de materias primas, mejorando así el seguimiento y gestión de las solicitudes en la empresa Haceb.

Toda esta información fue almacenada y detallada en un manual, el cual recoge la información importante sobre cada uno de los pasos antes mencionado, así como ejemplos ilustrativos y otros puntos a tener en cuenta durante la inspección. Este manual sirve como una guía comprensiva que detalla las metodologías empleadas, los criterios de evaluación utilizados, y las mejores prácticas identificadas durante el proceso, además, incluye diagramas y graficas que facilitan la comprensión visual de los procedimientos y resultados obtenidos.

La evaluación de la eficiencia y calidad del proceso se realizará mediante análisis estadístico y comparación de indicadores claves de desempeño con resultados anteriores. Para realizar un procedimiento de mejora continua, se elaboró un árbol de decisiones (**Figura 6**) que logra guiar el proceso cuando se presentan novedades en materias primas. Este árbol de decisiones

está diseñado para garantizar una evaluación sistemática y estandarizada de las piezas, permitiendo la adaptación y optimización continua del proceso.

## 6 Resultados

El diseño e implementación de la metodología para la evaluación de piezas en la empresa Haceb da lugar a diversos resultados significativos, para esto se realizó en primer lugar un ajuste a la base de datos de manera más eficiente para el conjunto de elementos integrados en el sistema. En este proceso se realiza un análisis detallado del tipo de pieza, dividiendo las piezas en diferentes tipos de bloques, teniendo en cuenta aquellas piezas que han tenido más influencia en el proceso. Para cada grupo, se analizaron las descripciones existentes y se revisó las hojas de datos para corroborar el material con el que se está produciendo. Esto facilitó la selección de las características importantes de cada material, ayudando a definir y comprender las divisiones de los tipos de materiales más utilizados, así como a identificar algunas cosas especiales, esta división se evidencia en la **Tabla 1**.

### **Tabla 1**

Resultados del análisis del historial de muestras

Tipo de material	Cantidad (UND)	Porcentaje (%)
Bolsas	3	1,9
Cartón	4	2,5
Cables	13	8,2
Etiquetas	32	20,1
Madera	1	0,6
Metal	38	23,9
Pigmentos	3	1,9
Polímeros	37	23,3
Equipo eléctrico	14	8,8
Manuales y cintas	10	6,3
Vidrios	4	2,5

*Nota:* El análisis se realizó al historial de muestras ya existente (Haceb, 2024).

Se desarrolló un protocolo estandarizado para la identificación de los tipos de materiales y sus especificaciones, el cual permitió una asociación eficiente de las muestras con sus respectivas fichas técnicas, asegurando que cada muestra pudiera ser evaluada de manera consistente y precisa, mejorando la fiabilidad del proceso de evaluación, estos criterios están alojados en la Figura 2. Además, se implementaron ensayos no destructivos (END), como la inspección visual, y procesos comparativos básicos, donde la inspección visual se destacó como una herramienta eficiente para detectar discontinuidades superficiales, lo cual ayudó a reducir los tiempos de análisis y los ensayos comparativos permitieron evaluar características específicas como el color, asegurando una revisión exhaustiva y precisa de las piezas.

**Figura 2.** Criterios de inspección para las muestras



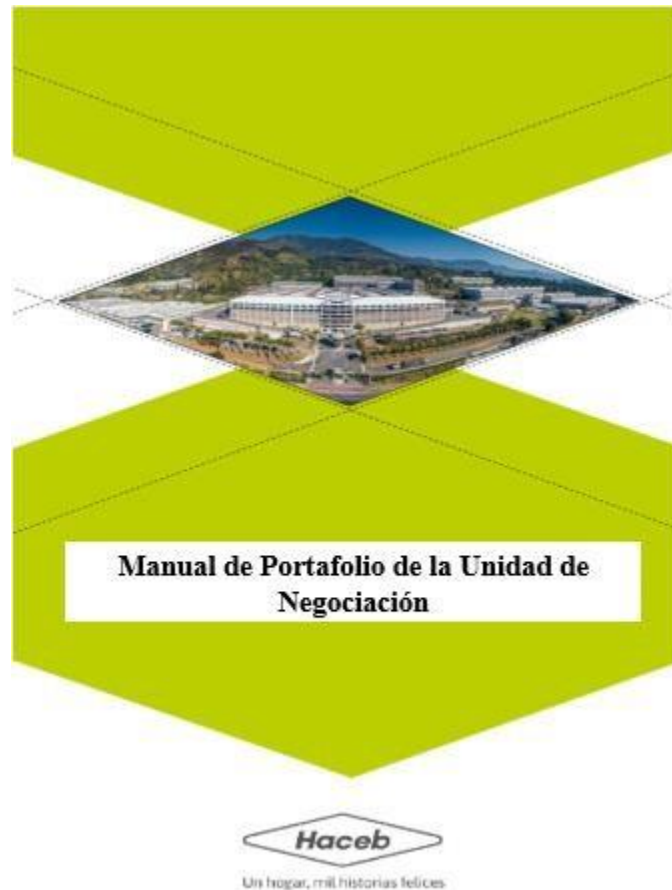
*Nota.* Estos criterios son establecidos bajo normativa y puntos críticos en el proceso de inspección (Haceb, 2024).

La metodología desarrollada se implementó para generar un manual (**Figura 3**) en el cual se detalla cada uno de los procesos correspondientes para la implementación del análisis. Este manual considera el desarrollo de los diferentes criterios antes descritos y se elabora de manera sencilla y de fácil comprensión para que se utilice por todas las personas del equipo.

En este manual se incluyen instrucciones detalladas sobre la recepción y registro de muestras, identificación y verificación de documentos proporcionados por el proveedor, y

procedimientos de evaluación de las muestras, Además, se establecen parámetros de control específicos para diferentes materiales, como polímeros y metales, y se describen métodos de inspección visual y análisis dimensional, también se incluyen pautas para la documentación y reporte de los resultados, así como recomendaciones para la mejora continua del proceso.

**Figura 3.** Portada del manual creado



*Nota:* Portada perteneciente al manual creado (Haceb, 2024).

Para la elaboración del manual, se emplearon diversas normas, las cuales son aplicadas en diferentes aspectos del trabajo de la siguiente manera. La norma ISO 9001 se usó para establecer bajo un estándar internacional de gestión de la calidad los criterios a usar, asegurando que todos los procesos de revisión y evaluación cumplieran con estos estándares internacionales de la gestión de calidad, y se aplicó en la documentación y seguimiento de cada procedimiento para garantizar la consistencia y mejora continua. La norma ASTM D1729 proporcionó las pautas necesarias para examinar el color de las piezas, lo que facilita la evaluación de la consistencia del color y la

detección de posibles variaciones o defectos en los materiales. La norma ISO 8015 se utilizó para garantizar la interpretación correcta de las especificaciones geométricas de los productos, garantizando coherencia y precisión en la comunicación de las especificaciones. La norma ISO 1101 se aplicó para la inspección geométrica de piezas, definiendo métodos de medición y tolerancias para garantizar que las dimensiones y formas de las piezas se analizaran de manera coherente.

Para determinar las muestras a analizar se usó norma ISO 2859 la cual ayudó a definir métodos de muestreo y criterios de aceptación para la selección y evaluación de muestras de materiales, asegurando una evaluación representativa y precisa de las materias primas.

### 6.1 Ejemplos de Análisis Realizados por medio del manual.

**Polímeros:** Un ejemplo de análisis de polímeros es el tornillo nivelador. Al comparar la muestra con la información de la ficha técnica, se encontró que no cumplía con el color requerido, puesto que, se necesitaba un color neutro (**Figura 4**).

**Figura 4.** *Ejemplo de muestras usadas para la validación del manual.*



*Nota* La figura 4 son unas muestras aportadas por la empresa Haceb, estas muestras no cumplían con los parámetros de color, debido a que son de color negro (Haceb, 2024).

**Metales:** En la inspección visual de una pieza soldada, se revisaron las diferentes características de la soldadura y no se identificaron defectos claros en esta (**Figura 5**).

**Figura 5.** *Ejemplo de muestras usadas para la validación del manual.*



*Nota:* La figura 5 son unas muestras aportadas por la empresa Haceb, estas muestras cumplen con los parámetros establecido (Haceb, 2024).

Estos ejemplos ilustran el tipo de muestras que se sometieron al análisis detallado que se realiza para garantizar que se cumpla con las especificaciones técnicas y los estándares de calidad establecidos en el manual.

Al terminar este proceso se evaluaron un total de 5 piezas, las cuales fueron sometidas a los diferentes tipos de inspección según fuera el caso, para determinar si este proceso genero una mejora en los tiempos utilizados para gestionar las muestras se realizó un análisis estadístico donde se analizó en primera instancia los tiempos antes utilizados para el proceso, esto en base al historial existente y los tiempos utilizados con el nuevo proceso, se realizó una comparación de estos tiempos en la **Tabla 2**. Resultados de la implementación del proceso., en esta se aprecia el mejoramiento en promedio del 7%, lo que significaría un promedio de 1,4 días por cada 5 muestras.

**Tabla 2.** *Resultados de la implementación del proceso.*

Nombre de la muestra	Tiempo Inicial (días)	Tiempo con el nuevo proceso (días)	Porcentaje de mejora
Muestra 1 (Polímero)	20	17	15,0%
Muestra 2 (Metales)	20	18	10,0%
Muestra 3 (Polímero)	20	18	10,0%
Muestra 4 (Metales)	20	20	0,0%
Muestra 5 (Metales)	20	20	0,0%
Promedio del porcentaje de tiempo ganado			7,0%

*Nota:* Solo aparece la descripción de la muestra, este está basado en los criterios antes mencionados (Haceb, 2024).

Para corroborar la precisión de estos datos, se optó por utilizar los datos del historial existente, considerando que los conocimientos registrados en el manual se aplicaron de manera oportuna en algunas piezas que en su momento tenían algún tipo de defecto registrado en el manual. En base a esta información se obtuvo una base de datos más amplia, la cual ayudo a determinar cuál sería la influencia de este proceso en el tiempo de las solicitudes, esta información está registrada en la **Tabla 3**. Este procedimiento se realizó debido a la limitación de los ensayos realizados, por la afluencia de muestras que llegaron en el momento de realizar el análisis.

**Tabla 3.** Resultados teóricos y experimentales de la implementación del proceso.

Nombre de la muestra	Tiempo Inicial (días)	Tiempo con el nuevo proceso (días)	Porcentaje de mejora
Muestra 1 (Polímero)	24	17	15,00%
Muestra 2 (Metales)	45	40	10,00%
Muestra 3 (Polímero)	20	18	10,00%
Muestra 4 (Metales)	20	20	0,00%
Muestra 5 (Metales)	20	20	0,00%
Muestra 6 (Electrónica)	51	40	21,57%
Muestra 7 (Metales)	22	15	31,82%
Muestra 8 (Etiquetas)	13	13	0,00%
Muestra 9 (Metales)	12	12	0,00%
Muestra 10 (Metales)	16	16	0,00%
		Promedio	9,53%

*Nota:* Solo aparece la descripción de la muestra, este está basado en los criterios antes mencionados (Haceb, 2024).

## 6.2 Análisis Estadístico

### 6.2.1 Medidas de Tendencia Central

Media:

- Tiempo inicial:

$$Media_{inicial} = \frac{24 + 45 + 20 + 20 + 20 + 51 + 22 + 13 + 12 + 16}{10} = 24.3 \text{ días}$$

- Tiempo con el nuevo proceso

$$Media_{nuevo} = \frac{19 + 40 + 18 + 20 + 20 + 40 + 15 + 13 + 12 + 16}{10} = 21,3 \text{ días}$$

Mediana:

$$Mediana_{inicial} = 21 \text{ días}$$

$$Mediana_{nuevo} = 19,5 \text{ días}$$

### 6.2.2 Medidas de Dispersión

- Tiempo inicial:

$$Varianza_{inicial} = \sum \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n} = 154,95$$

$$Desviación\ estándar_{inicial} = 12,45 \text{ días}$$

- Tiempo con el nuevo proceso

$$Varianza_{nuevo} = \sum \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n} = 93,61$$

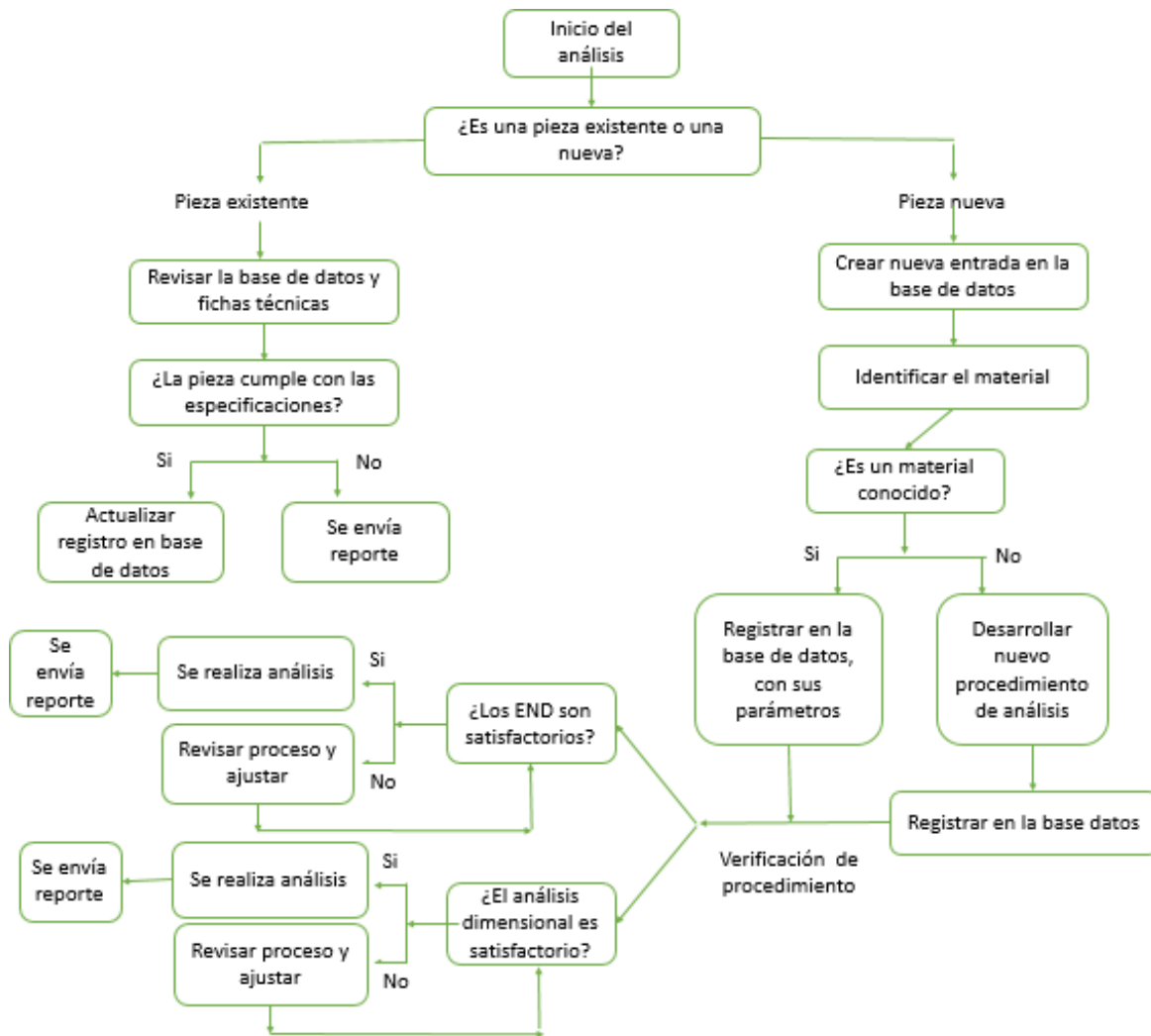
$$Desviación\ estándar_{nuevo} = 9,67 \text{ días}$$

El análisis revela que el nuevo proceso ha reducido el tiempo de procesamiento promedio de 24.3 días a 21.3 días, con una mejora promedio del 9.53%. Además, la menor variabilidad en los tiempos de procesamiento (desviación estándar de 9.67 días frente a 12.45 días) indica una mayor consistencia y fiabilidad. Estas mejoras ayudan al tiempo de procesamiento e incrementan la capacidad de evaluar más muestras y optimizan los recursos, también permite aportar rapidez a los procesos de desarrollo de la empresa influyendo positivamente.

Para realizar el procedimiento posterior se realizó un árbol de decisiones **Figura 6** donde se detalla los procesos a seguir cuando se tiene una pieza, la cual no está dentro del protocolo establecido, este árbol de decisiones fue usado para establecer los procedimientos utilizados para la evaluación inicial de las muestras.



Figura 6. Árbol de decisiones.



Nota: Procedimiento para la inspección y anexar nuevos parámetros al proceso (Haceb, 2024)

## 7 Discusión

La metodología permitió una estandarización progresiva del proceso de evaluación, que se irá construyendo a medida que se evalúen más piezas. Esta estandarización asegura una mejora continua en la calidad y eficacia del proceso, adaptándose a nuevas necesidades y optimizando los procedimientos establecidos. La eficacia y la calidad del proceso estratégico implementado fueron evaluadas mediante la aplicación de análisis estadísticos y la comparación de indicadores clave de rendimiento con resultados anteriores. Los resultados mostraron una mejora significativa en la gestión de solicitudes de materia prima, reflejada en una mayor eficacia en el proceso de evaluación y respuesta a las solicitudes.

## 8 Conclusiones

La implementación de la metodología de evaluación de piezas dentro de la empresa Haceb generó una herramienta bastante eficaz para optimizar el seguimiento y gestión de las solicitudes de materias primas gracias a la creación de una buena base de datos y la estandarización de los protocolos han permitido una evaluación de piezas más precisa y eficiente. La introducción de los END y los procesos comparativos básicos han facilitado la detección rápida de discontinuidades superficiales, reduciendo así los tiempos de análisis y mejorando la fiabilidad de los procesos, gracias a la estandarización que ha logrado mejorar la evaluación y su fiabilidad, ayudando a garantizar que todas las personas implicadas en este proceso logren desarrollar una técnica óptima y cumplir con los estándares de calidad requeridos en el proceso, además, la metodología ha contribuido a una mayor eficiencia operacional, como lo podemos observar en el análisis estadístico, donde se evidencia una mejora promedio del 9,53%, lo que resulta en una disminución significativa en los procesos asociados al tiempo requerido para responder a una solicitud de materia prima. La mejora continua y la adaptabilidad a las nuevas necesidades logran garantizar que el proceso se mantenga actualizado y óptimo para su uso.

## 9 Recomendaciones

Es crucial revisar y actualizar el manual regularmente para asegurarse que los procedimientos y normas se mantengan alineados con las mejores prácticas y las nuevas normativas del sector, esto con el fin de lograr una mejora continua y la adaptación a los distintos cambios tecnológicos y de mercado.

Implementar programas de capacitación continua para el personal involucrado en la evaluación de materias primas. Esto garantizará que todos los empleados estén actualizados sobre los procedimientos y técnicas más recientes, mejorando así la calidad del análisis y la eficiencia del proceso.

## Referencias

- ASNT. (2020). *ASNT Recommended Practice No. SNT-TC-1A*. ASNT. Retrieved from <https://source.asnt.org/1pek15d/>
- ASTM. (2022). *Standard Practice for Visual Appraisal of Colors and Color Differences of*. Retrieved from <https://www.astm.org/d1729-22.html>

- Cáceres, C. J., & Gálvez, S. G. (2018). *Los ensayos no destructivos (END) y su aplicación en la industria*. Lima, Perú: Universidad de San Martín de Porres. Retrieved from <https://www.usmp.edu.pe/campus/pdf/revista25/articulo5.pdf>
- Díaz, d. C. (2010). *LECTURAS DE INGENIERÍA 16*. Retrieved from [http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina\\_ingenieria/mecanica/mat/mat\\_mec/m2/METROLOGIA.pdf](http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m2/METROLOGIA.pdf)
- Florez, P. L., & RojaS, R. Y. (2018). *Procedimiento de Evaluación y Selección de Proveedores Basado en el Proceso de Análisis Jerárquico y en un Modelo de Programación Lineal Entera Mixta*. Bogotá. Retrieved from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-750X2018000300230](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-750X2018000300230)
- Fombuena, B. V. (2017). *Descripción de ventajas económicas directas e indirectas en la aplicación de Ensayos No Destructivos (END) en un proceso productivo*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. Retrieved from <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/82149/Fombuena%20-%20Descri%20pci%C3%B3n%20de%20ventajas%20econ%C3%B3micas%20directas%20e%20indirectas%20en%20la%20aplicaci%C3%B3n%20de%20Ensayos%20N..%200..pdf?sequence=1>
- Haceb. (2024). *Manual de portafolio de la unidad de negociación*. Copacabana.
- ICONTEC. (2004). *Guía para la inspección visual de soldaduras*. Retrieved from <https://tienda.icontec.org/gp-guia-para-la-inspeccion-visual-de-soldaduras-gtc110-2004.html>
- INSTITUTE, A. C. (2008). *Guide for Conducting a Visual Inspection of Concrete in Service*. Retrieved from [http://dl.mycivil.ir/dozanani/ACI/ACI%20201.1R-08%20Guide%20for%20Conducting%20a%20Visual%20Inspection%20of%20Concrete%20in%20Service\\_MyCivil.ir.pdf](http://dl.mycivil.ir/dozanani/ACI/ACI%20201.1R-08%20Guide%20for%20Conducting%20a%20Visual%20Inspection%20of%20Concrete%20in%20Service_MyCivil.ir.pdf)
- ISO. (1999). *ISO 2859-1:1999 Sampling procedures for inspection by attributes — Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*. Retrieved from <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:2859:-1:ed-2:v1:en>

- 
- ISO. (2011). *ISO 8015:2011(en) Geometrical product specifications (GPS) — Fundamentals — Concepts, principles and rules*. Retrieved from <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:8015:ed-2:v1:en>
- ISO. (2015). *ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos*. Retrieved from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>
- ISO. (2017). *ISO 1101:2017(en) Geometrical product specifications (GPS) — Geometrical tolerancing — Tolerances of form, orientation, location and run-out*. Retrieved from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:1101:en>
- Martínez, E. L., & Pérez, G. R. (2019). *RELACIÓN ENTRE LAS TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y GEOMÉTRICAS EN LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN*. Retrieved from [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2223-48612019000300090](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612019000300090)
- MERY, Q. D. (2002). *Inspección Visual Automática*. Lima. Retrieved. Lima, Peru. Retrieved from <http://dmery.sitios.ing.uc.cl/Prints/Conferences/International/2002-mecatronic-b.pdf>
- SÜD, T. (2024). *CONTROL DE CALIDAD EN ESTRUCTURAS METÁLICAS, Inspección, verificación y pruebas de laboratorio en componentes metálicos*. Retrieved from <https://www.tuvsud.com/es-es/servicios/ensayos-no-destructivos-ndt/ensayos-no-destructivos-industriales/control-calidad-estructuras-metalicas#:~:text=El%20objetivo%20del%20Control%20de,una%20estructura%20robust a%20y%20duradera.>