



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**SUBSISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE NEGOCIOS**

**TEMA:**

**Integración de tecnologías digitales para minimizar el desperdicio en la  
producción de cables eléctricos: un enfoque estratégico para la  
transformación de una empresa industrial en Ecuador**

**AUTOR:**

**Azú Campoverde, Alejandro Fernando**

**Componente práctico del examen complejo previo a la  
obtención del título de Magister en Transformación Digital de  
Negocios**

**TUTOR (A)**

**Pérez Villamar, José Guillermo**

**Guayaquil, Ecuador**

**13 de abril del 2026**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**SUBSISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE NEGOCIOS**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente **componente práctico del examen complejo**, fue realizado en su totalidad por **Azú Campoverde, Alejandro Fernando**, como requerimiento para la obtención del título de **Magíster en Transformación Digital de Negocios**.

**REVISOR(A)**

f. \_\_\_\_\_

**Pérez Villamar, José Guillermo**

**DIRECTOR DE LA MAESTRÍA**

f. \_\_\_\_\_

**Carvache Franco, Orly Daniel**

**Guayaquil, a los 13 del mes de abril del año 2026**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**SUBSISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE NEGOCIOS**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Azú Campoverde, Alejandro Fernando**

**DECLARO QUE:**

El **componente práctico del examen complejo**, INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DIGITALES PARA MINIMIZAR EL DESPERDICIO EN LA PRODUCCIÓN DE CABLES ELÉCTRICOS: UN ENFOQUE ESTRATÉGICO PARA LA TRANSFORMACIÓN DE UNA EMPRESA INDUSTRIAL EN ECUADOR previo a la obtención del título de **Magister en Transformación Digital de Negocios**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 13 del mes de abril del año 2026**

**EL AUTOR**

f. \_\_\_\_\_

**Azu Campoverde, Alejandro Fernando**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**SUBSISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE NEGOCIOS**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Azú Campoverde, Alejandro Fernando**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución el **componente práctico del examen complejo** INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DIGITALES PARA MINIMIZAR EL DESPERDICIO EN LA PRODUCCIÓN DE CABLES ELÉCTRICOS: UN ENFOQUE ESTRATÉGICO PARA LA TRANSFORMACIÓN DE UNA EMPRESA INDUSTRIAL EN ECUADOR cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 13 del mes de abril del año 2026**

**EL AUTOR:**

f. \_\_\_\_\_

**Azu Campoverde, Alejandro Fernando**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**SUBSISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE NEGOCIOS**

**REPORTE DE COMPILATIO**



CERTIFICADO DE ANÁLISIS  
magister

Alejandro.Azu

< 1%  
Textos sospechosos



< 1% Similitudes

0 % similitudes entre comillas

0 % entre las fuentes mencionadas

4% Idiomas no reconocidos (ignorado)

10% Textos potencialmente generados por IA (ignorado)

Nombre del documento: Alejandro.Azu.docx  
ID del documento: ac7eaeefc3150acbe07a16fd67e35931f7f78e2  
Tamaño del documento original: 144,15 kB

Depositante: José Guillermo Pérez Villamar  
Fecha de depósito: 16/1/2026  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 16/1/2026

Número de palabras: 8158  
Número de caracteres: 57.611

Ubicación de las similitudes en el documento:



**Fuentes con similitudes fortuitas**

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario #16d367 Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
2	Documento de otro usuario #7eb1fc Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

**TUTOR (A)**

f. \_\_\_\_\_

**Pérez Villamar, José Guillermo**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco profundamente a Dios, por ser mi guía constante, por brindarme sabiduría, fortaleza y perseverancia a lo largo de este camino, permitiéndome culminar con éxito esta importante etapa de mi vida.

A mis padres, por su amor incondicional y su apoyo permanente. Gracias por ser mi ejemplo de esfuerzo y dedicación, y por impulsarme siempre a alcanzar mis metas.

A mis hermanos, por su compañía, confianza y palabras de aliento en los momentos más desafiantes, siendo un pilar fundamental en este proceso.

De manera especial, a Rubén Campoverde Morán, quien con su motivación, confianza y apoyo constante, me impulsó a seguir superándome y a no rendirme ante las dificultades. Su apoyo ha sido fundamental para alcanzar este logro.

**Azu Campoverde, Alejandro Fernando**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo, a mi madre, Angela Campoverde Arcentales, por su apoyo incondicional, su sacrificio y su infinita fe en mí.

Este logro también es tuyo madre mía.

**Azu Campoverde, Alejandro Fernando**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**SUBSISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE NEGOCIOS**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**CARVACHE FRANCO ORLY DANIEL**

DIRECTOR DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. \_\_\_\_\_

**ECHEVERRÍA BUCHELI MÓNICA PATRICIA**

MIEMBRO TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. \_\_\_\_\_

**PÉREZ VILLAMAR JOSÉ GUILLERMO**

MIEMBRO TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

# ÍNDICE

ÍNDICE .....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIII
RESUMEN .....	XIV
ABSTRACT .....	XV
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y COHERENCIA DEL ESTUDIO .....	1
1.1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL .....	1
1.1.1. ANTECEDENTES .....	1
1.1.2. CONTEXTO GENERAL .....	2
1.2. PROBLEMA CENTRAL Y JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3. PREGUNTA Y OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN .....	7
1.3.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	7
1.3.2. OBJETIVO GENERAL .....	8
1.3.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
1.3.4. RELACIÓN DE LOS OBJETIVOS CON LA METODOLOGÍA .....	10
1.3.5. VINCULACIÓN CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE .....	10
1.4. ALCANCE Y DELIMITACIÓN DEL CASO .....	11
1.4.1. ALCANCE DEL ESTUDIO .....	11
1.4.2. DELIMITACIONES .....	11
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y FUNDAMENTOS DIGITALES .....	13
2.1. MADUREZ DIGITAL EN LA EMPRESA MANUFACTURERA .....	13
2.2. INDUSTRIA 4.0 Y TECNOLOGÍAS HABILITADORAS .....	13
2.3. GESTIÓN DEL DESPERDICIO (LEAN DIGITAL) .....	14
2.4. GESTIÓN DEL CAMBIO ORGANIZACIONAL .....	15
CAPÍTULO 3: OBJETIVOS METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DEL PROCESO CRÍTICO .....	16

3.1.	DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
3.1.1.	ENFOQUE METODOLÓGICO .....	16
3.1.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
3.1.3.	VALIDACIÓN, CONFIABILIDAD Y RIGOR METODOLÓGICO.....	17
3.1.4.	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	18
3.2.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	18
3.3.	DIAGNÓSTICO DE MADUREZ DIGITAL DE LA EMPRESA.....	19
3.4.	IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS Y BRECHAS OPERATIVAS .....	19
3.5.	LIMITACIONES METODOLÓGICAS .....	20
CAPÍTULO 4: MODELO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL Y VALIDACIÓN .....		21
4.1.1.	ENFOQUE GENERAL DE LA SOLUCIÓN .....	21
4.1.2.	OBJETIVO DEL MODELO PROPUESTO.....	22
4.1.3.	ESTRUCTURA DEL MODELO CONCEPTUAL PROPUESTO .....	22
4.2.1.	COMPONENTES CLAVE DE LA SOLUCIÓN DIGITAL.....	23
4.2.2.	INTEGRACIÓN TECNOLÓGICA Y ALINEACIÓN ORGANIZACIONAL.....	24
4.3.1.	BENEFICIOS ESPERADOS.....	24
4.3.2.	CONSIDERACIONES DE SOSTENIBILIDAD Y ALINEACIÓN CON LOS ODS .....	25
4.3.3.	LIMITACIONES DE LA PROPUESTA.....	25
4.4.1.	ENFOQUE DE VALIDACIÓN .....	26
4.4.2.	VALIDACIÓN TÉCNICA: COMPARACIÓN CON MODELOS REFERENCIALES .....	26
4.4.3.	VALIDACIÓN TÉCNICA / DELPHI (OKOLI & PAWLOWSKI) .....	27
4.4.4.	VALIDACIÓN CONCEPTUAL MEDIANTE INDICADORES COMPARATIVOS (KPIS).....	28
4.4.5.	VALIDACIÓN ORGANIZACIONAL: ALINEACIÓN CON LA CULTURA Y ESTRUCTURA .....	29
4.4.6.	LIMITACIONES Y PROYECCIÓN FUTURA DE VALIDACIÓN .....	29
4.5.1.	INTRODUCCIÓN.....	30
4.5.2.	RESULTADOS COMPARATIVOS DE CHATARRA DE MATERIA PRIMA .....	30
4.5.3.	RESULTADOS DEL NIVEL DE MADUREZ DIGITAL.....	31
4.5.4.	CORRELACIÓN ENTRE MADUREZ DIGITAL Y EFICIENCIA OPERATIVA .....	32

<b>4.5.5. ANÁLISIS CUALITATIVO DE RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
<b>4.5.6. SÍNTESIS DEL ANÁLISIS COMPARATIVO.....</b>	<b>33</b>
<b>CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES E IMPACTO .....</b>	<b>34</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>40</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. MÓDULOS FUNCIONALES PARA LA SOLUCIÓN PROPUESTA .....	23
TABLA 2. INDICADORES COMPARATIVOS .....	29
TABLA 3. COMPARATIVO HIPOTÉTICO DE DESPERDICIO DE MATERIA PRIMA ANTES Y DESPUÉS DE LA PROPUESTA DIGITAL .....	31
TABLA 4. EVOLUCIÓN CONCEPTUAL DE LA MADUREZ DIGITAL DE LA EMPRESA .....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DIAGRAMA DE CONSISTENCIA DEL CASO DE ESTUDIO .....	9
FIGURA 2. MODELO CONCEPTUAL DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL APLICADA AL CONTROL DE DESPERDICIO.....	23

## RESUMEN

Este caso de estudio analiza como la implementación de la transformación digital puede ayudar a reducir la generación de chatarra en los procesos de fabricación de cables y alambres de cobre y aluminio de una industria ecuatoriana.

La prueba de este trabajo de investigación tiene su fundamento en el análisis del proceso de producción de la empresa, la revisión bibliográfica de información que mantiene relación con lo que respecta a Industria 4.0 y a la elaboración de un marco teórico conceptual que fusione la las gestiones operativas visuales, el uso de la data, la mejora de los procesos y elementos que formen parte de la gestión del cambio.

Para este trabajo de investigación se va a emplear la metodología cualitativa y exploratoria, basándose en entrevistas semiestructuradas y revisión de la documentación interna de la empresa. Al no haberse efectuado una implementación práctica de este modelo, este caso de estudio tiene una validación conceptual y también efectúa la comparación de otros estudios similares y referencias en el mismo sector objeto del estudio. Los resultados que se esperan obtener son un alto grado de trazabilidad, decisiones fáciles y fundamentadas, además de conseguir la reducción de la generación de chatarra de cobre y aluminio como materias primas principales y que son las que afectan en mayor porcentaje a los costos de producción y por ende su precio de venta final.

**Palabras clave:** Chatarra, trazabilidad, empresa industrial, tecnología digital, cables eléctricos.

## **ABSTRACT**

This case study proposes a digital transformation model to reduce scrap generation in the manufacturing of copper and aluminum electrical conductors at an Ecuadorian Industry. The proposal is grounded in a documentary assessment of the production process, a literature review on Industry 4.0, smart manufacturing, change management, and a conceptual framework that integrates operational visibility, data intelligence, optimization, and digital culture.

The methodology is qualitative and exploratory, relying on semi-structured interviews and internal records analysis; validation is conceptual (no empirical implementation), by contrasting the proposal with academic evidence and sector benchmarks. Expected benefits include improved traceability, data-driven decision-making, and potential scrap reduction, to be empirically verified in a future, management-approved implementation phase.

Keywords: Digital transformation, industrial waste, smart manufacturing, industry 4.0, process optimization, digitalization..

## **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y COHERENCIA DEL ESTUDIO**

### **1.1. Contextualización del sector industrial**

#### **1.1.1. Antecedentes**

La transformación digital se ha convertido en un factor clave para el desarrollo competitivo de las industrias en los últimos años. La industria 4.0, entendida como la integración de automatización, análisis de datos, inteligencia artificial y sistemas de información ciberfísicos, han demostrado su capacidad para mejorar procesos productivos y optimizar recursos en distintos sectores manufactureros (Kagermann et al., 2013).

En Ecuador y otros países de América Latina, el progreso hacia este tipo de tecnologías ha sido desigual y muchas empresas continúan operando con estructuras tradicionales y con limitaciones importantes para digitalizar completamente sus procesos operativos y de producción (González & Rojas, 2019). Esta realidad es más desfavorable en segmentos donde los costos de producción de la materia prima principal influyen directamente en la rentabilidad empresarial, como ocurre en la fabricación de conductores eléctricos, donde el cobre y el aluminio representan la mayor parte del costo económico de producción.

A nivel mundial, existen trabajos de investigación que han demostrado como afecta de manera positiva la incorporación de sistemas de monitoreo digital y analítica predictiva reduciendo la generación de chatarra entre un 15% y 30%, lo que permite anticipar desviaciones y mejorar la trazabilidad operativa (Ghobakhloo, 2018). Lo que no sucede con la industria ecuatoriana, ya que actualmente se sigue registrando datos de forma manual y depende de la experiencia de los operadores para identificar problemas, siendo un limitante para la capacidad de reaccionar ante variaciones del proceso en cuanto a producción.

Este caso de estudio ha sido elaborado en primera instancia para este contexto, ya que se busca analizar como una propuesta de posible transformación digital en la empresa va a poder ayudar a la reducción de generación de chatarra en el proceso de elaboración de los cables y alambres de cobre y aluminio. Para lo cual, se ha considerado diferentes factores como las condiciones actuales del sector objeto de estudio y también la evidencia académica disponible sobre la implementación de nuevas tendencias tecnológicas digitales en el sector de la manufactura.

### **1.1.2. Contexto General**

El sector manufacturero ecuatoriano ha experimentado transformaciones significativas en las últimas décadas, sin embargo, aún enfrenta desafíos estructurales en materia de productividad, innovación y adopción tecnológica. De acuerdo con la estadística presentada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2024), la industria ecuatoriana manufacturera representa el 12.6% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional, teniendo una participación significativa de empresas con dedicación a la producción de bienes metálicos, eléctricos y electrónicos.

En Ecuador la gran parte de las industrias medianas siguen operando bajo esquemas convencionales de gestión operativa, donde los procesos se registran de manera manual y la toma de decisiones se fundamenta en la experiencia de los operarios más que en datos objetivos. Este modo de operar disminuye la capacidad de las empresas en la identificación de ineficiencias en tiempo real, lo cual tiene un impacto de manera directa en los niveles de producción de chatarra de materia prima y en la rentabilidad de la producción (CEPAL, 2024).

## **1.2. Problema central y justificación**

### **1.2.1. Planteamiento del Problema**

La transformación digital se ha consolidado como un pilar fundamental para la sostenibilidad y competitividad de las organizaciones industriales. En sectores intensivos en materias primas como el de los conductores eléctricos, donde el cobre y el aluminio constituyen la mayor parte del costo de producción, la falta de control sobre los desperdicios incide directamente en los márgenes de rentabilidad y en la eficiencia global del negocio (Westerman et al., 2014).

En una empresa ecuatoriana dedicada a la manufactura de cables eléctricos, se ha identificado una problemática persistente de generación de chatarra en etapas críticas del proceso, como la extrusión y el corte. A pesar de haber incorporado maquinaria moderna, aún existen brechas en la trazabilidad, en la gestión de datos operativos en tiempo real y en la automatización de los controles de calidad.

En Ecuador, la situación se torna muy complicada debido al costo elevado de las materias primas importadas ya que hay que pagar un sinnúmero de impuestos para su nacionalización; además se encuentra muy limitada en la adopción de soluciones digitales para la gestión de producción industrial, lo que genera un entorno reactivo en donde las decisiones se toman una vez que el desperdicio se haya generado.

La investigación busca proponer un modelo conceptual de transformación digital que permita a la organización mejorar su visibilidad operacional, reducir el desperdicio y fortalecer la toma de decisiones basada en datos.

### **1.2.2. Impacto económico por la generación de chatarra**

El desperdicio de materias primas constituye uno de los principales factores que afecta la eficiencia y la rentabilidad en las empresas manufactureras. En el caso analizado, el costo del cobre y aluminio puede representar hasta el 70% del costo total de producción, por lo que cualquier desviación mínima genera pérdidas significativas.

Según el Foro Económico Mundial (2020), las empresas que implementan sistemas digitales de monitoreo en tiempo real logran reducir sus desperdicios hasta en un 30% durante el primer año de adopción tecnológica. En contraste, las compañías que dependen de métodos manuales de control presentan mayores tasas de errores, tiempos muertos prolongados y baja trazabilidad.

El impacto que causa el desperdicio incide de manera sustancial en la rentabilidad económica de una empresa. La excesiva generación y acumulación de chatarra generan inversiones y gastos adicionales de almacenamiento, reprocesamiento y eliminación, además de que causa un impacto negativo ambiental derivado del uso excesivo y nocivo de recursos naturales. Desde el punto de vista de sostenibilidad, la generación excesiva de chatarra ingresa en conflicto crucial con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 12 (Producción y consumo responsables), en el que se promueve la eficiencia y eficacia en el uso de materiales y energía.

En términos de productividad, la falta de digitalización afecta directamente el Overall Equipment Effectiveness (OEE), indicador que mide la eficiencia global de los equipos. Estudios recientes (Zambrano & Ortega, 2022) indican que las plantas industriales con baja trazabilidad digital presentan un OEE promedio inferior al 60%, mientras que las industrias que integran sensores y analítica alcanzan niveles superiores al 80%.

### **1.2.3. Impacto económico por la generación de chatarra**

La empresa a la cual se le está realizando este estudio se encuentra en operaciones desde hace más de 40 años en Ecuador y se especializa en la producción y comercialización de conductores eléctricos de cobre y aluminio en baja tensión, además que cuenta con una amplia línea de extensiones eléctricas que se adapta a las diferentes necesidades de los consumidores finales. Esta empresa, aunque ha implementado mejoras

muy importantes en su maquinaria de producción, aún enfrenta desafíos relacionados con la eficiencia, el control de calidad y la trazabilidad de la producción.

La ausencia de sistemas interconectados y dashboards en tiempo real limita la capacidad de respuesta del personal operativo. El valor de la digitalización radica en la capacidad de las organizaciones para transformar datos en información accionable, reduciendo así la incertidumbre y los tiempos de decisión (Tapscott, 2016).

En la empresa analizada, la gestión de la chatarra se lleva a cabo mediante reportes manuales, sin herramientas que permitan visualizar tendencias ni correlaciones entre causas y efectos. Esta situación refuerza la necesidad de una propuesta digital que facilite la trazabilidad y el control operativo, alineada a las capacidades reales del entorno industrial ecuatoriano.

#### **1.2.4. Necesidad de control operativo digital**

El análisis del entorno y de la empresa demuestra que la problemática de la generación de chatarra no se origina únicamente en fallas técnicas, sino también en la falta de visibilidad integral de los procesos. Sin información disponible en tiempo real, los supervisores actúan de manera reactiva, corrigiendo errores una vez que el producto ya ha salido de especificación.

Un sistema de control operativo digital va a permitir integrar las variables críticas de producción en un entorno visual e interactivo, donde las desviaciones se identifiquen inmediatamente. Tal como plantea Porter y Heppelman (2015), los productos y procesos conectados representan el punto de partida para una nueva generación de ventajas competitivas en la manufactura.

La adopción de esta propuesta no solo busca reducir desperdicios, sino también transformar la cultura organizacional hacia una gestión basada

en datos. Esto implica pasar de un modelo empírico a uno analítico, donde las decisiones se fundamenten en información verificable y en indicadores de desempeño medibles.

Por lo tanto, la problemática central que aborda este estudio no se limita a la generación de chatarra, sino al déficit de digitalización operativa que impide prevenir, controlar y aprender de los errores de producción.

### **1.2.5. Justificación**

El problema que ocasiona la generación de chatarra no solo se evidencia en la rentabilidad económica de una empresa, sino que también obstaculiza la eficiencia y eficacia global del proceso de producción. En la empresa tomada como objeto de estudio, la mayor parte del seguimiento del desperdicio se ejecuta de manera manual, lo que dificulta la trazabilidad e impide analizar de manera objetiva tendencias y/o correlaciones entre las posibles causas y efectos. La falta de herramientas digitales ocasiona que los dirigentes de producción tomen decisiones poco favorables para la empresa debido a que no se puede ejecutar medidas de prevención.

Desde una perspectiva empresarial, una propuesta de transformación digital se convierte en una ventana para la optimización de procesos, incremento en cuanto a la mejora del control operativo y el fortalecimiento de la competitividad en el mercado industrial. En un estudio realizado por Tapscott (2016), señala que el valor de la digitalización es fundamental para una empresa y busca que la información sea una herramienta eficaz para la toma de decisiones, y no únicamente automatizar trabajos.

Desde el punto de vista educativo, este estudio de investigación aporta evidencia científica sobre cómo tecnologías de Industria 4.0 pueden acoplarse a empresas convencionales de países en vía de desarrollo, donde aún continúan con estructuras operativas tradicionales. Así mismo

este trabajo de investigación se orienta con la visión de sostenibilidad evidenciadas por organismos internacionales como la CEPAL (2024), en el que revela la importancia de la reducción de desperdicios y la promoción de procesos más eficaces y eficientes útiles para el progreso de una empresa.

Esta investigación se orienta con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente con el ODS 12, debido a que se pretende el uso responsable de indumentaria y energía, así mismo con el ODS 9, ya que impulsa la creación de nuevas tecnológica e infraestructura industrial vanguardista (ONU, 2022). La reducción de chatarra de cobre y aluminio no únicamente beneficia a los recursos de la empresa, sino que también es fundamental para generar una producción más inocua y responsable con el medio ambiente.

### **1.3. Pregunta y objetivos de investigación**

#### **1.3.1. Pregunta de investigación**

Para el desarrollo de este caso de estudio se ha establecido la siguiente interrogante:

***¿Cómo puede una propuesta de transformación digital, adaptada a una empresa manufacturera ecuatoriana, contribuir a la reducción de chatarra de cobre y aluminio en la fabricación de conductores eléctricos?***

Esta pregunta orienta el desarrollo del caso de estudio hacia la creación de una solución conceptual viable, que responda a necesidades reales de la industria sin interrumpir la operación ni generar resistencia organizacional.

### **1.3.2. Objetivo general**

Proponer una solución conceptual de transformación digital que se enfoque en la reducción de la generación de chatarra de cobre y aluminio dentro del proceso de fabricación de conductores eléctricos, alineada con las capacidades tecnológicas, operativas y culturales de una empresa industrial ecuatoriana; a través de la incorporación de herramientas tecnológicas, analítica de datos y gestión del cambio, para cumplimiento de los principios de la industria 4.0 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 9 y 12).

### **1.3.3. Objetivos específicos**

1. Diagnosticar el estado actual del flujo de información en las áreas críticas de producción, identificando los puntos donde se generan la chatarra de materia prima sin ser detectados a tiempo.
2. Analizar las herramientas tecnológicas que ya existen en la empresa, evaluando su grado de adopción, utilidad real y potencial de integración con soluciones digitales que generen valor tangible.
3. Diseñar una propuesta de solución digital que permita mejorar la trazabilidad, la visibilidad operativa en tiempo real y la toma de decisiones en las fases de corte, extrusión, bobinado y embalaje.
4. Validar teóricamente la factibilidad de la propuesta a través de criterios técnicos, operativos y organizacionales, considerando la cultura interna, la estructura actual y el nivel de madurez digital de la empresa.
5. Alinear la propuesta con los objetivos estratégicos de sostenibilidad, eficiencia y competitividad, promoviendo una cultura organizacional basada en la toma de decisiones informadas y la mejora continua.

<b>Elementos del estudio</b>	<b>Descripción</b>
<b>Título del estudio</b>	Propuesta de transformación digital para la reducción de chatarra en la fabricación de conductores eléctricos de cobre y aluminio en una industria ecuatoriana.
<b>Problema central</b>	Alta generación de chatarra en las etapas de producción debido a la falta de sistemas digitales de monitoreo, trazabilidad y control operativo en tiempo real.
<b>Pregunta de investigación</b>	¿Cómo puede influir la implementación de herramientas digitales adaptadas a una empresa industrial ecuatoriana en la reducción de la generación de chatarra durante el proceso de fabricación de conductores eléctricos?
<b>Objetivo General</b>	Proponer una solución de transformación digital orientada a la reducción de la generación de chatarra de cobre y aluminio dentro del proceso productivo, alineada con las capacidades tecnológicas, operativas y culturales de la empresa.
<b>Objetivos específicos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diagnosticar el estado actual del flujo de información y las áreas críticas de chatarra.</li> <li>2. Analizar las herramientas tecnológicas existentes y su potencial de integración.</li> <li>3. Diseñar una propuesta digital de monitoreo en tiempo real.</li> <li>4. Validar conceptualmente la factibilidad técnica y organizacional de la propuesta.</li> </ol>
<b>Hipótesis conceptual</b>	La incorporación de herramientas digitales de monitoreo y análisis predictivo contribuye significativamente a la reducción del desperdicio de materia prima en procesos industriales tradicionales.
<b>Metodología</b>	Enfoque cualitativo / exploratorio con aplicación de entrevistas semiestructuradas, análisis documental y modelado conceptual de proceso bajo el marco ADKAR.
<b>Fundamentación teórica</b>	Transformación digital (Westerman et al., 2014), Industria 4.0 (Kagermann et al., 2013), Lean Manufacturing (Chaves, 2021), Gestión del cambio (Hiatt, 2006).
<b>Propuesta conceptual</b>	Modelo de transformación digital basado en cuatro pilares: visibilidad inteligencia, optimización y cultura, orientado a mejorar la trazabilidad y la eficiencia operativa.
<b>Validación teórica</b>	Evaluación conceptual mediante panel de expertos y contraste con indicadores de desempeño (KPIs) reportados en la literatura internacional (Deloitte, 2023; ONUDI, 2022).
<b>Resultados esperados (hipotéticos)</b>	Reducción de la chatarra en un rango estimado del 8% al 12%, fortalecimiento de la trazabilidad, y mejora en la toma de decisiones basada en datos. (Nota: resultados conceptuales, no empíricos).
<b>Contribución del estudio</b>	Aporta un modelo escalable de transformación digital aplicable a industrias manufactureras tradicionales, alineado con los ODS 9 y 12 (Industria, innovación y sostenibilidad).

**Figura 1. Diagrama de consistencia del caso de estudio**

El diagrama de consistencia confirma que todos los elementos del estudio guardan una relación lógica y secuencial, desde la definición del problema hasta la validación conceptual del modelo. Esta figura demuestra que el caso de estudio cumple los criterios de coherencia interna exigidos en proyectos académicos.

#### **1.3.4. Relación de los objetivos con la metodología**

Los objetivos planteados guardan una relación directa con la metodología cualitativa/exploratoria propuesta en este estudio. El diagnóstico inicial se sustenta en la observación directa y entrevistas semiestructuradas, lo que permite caracterizar las causas de la generación de chatarra. El análisis de herramientas tecnológicas y del nivel de madurez digital se apoya en la triangulación de fuentes documentales y de campo, mientras que la propuesta y su validación conceptual se desarrollan a partir del modelo ADKAR de gestión del cambio y la comparación con KPIs internacionales de eficiencia industrial ( (Hiatt, 2006); (Deloitte, 2023)).

#### **1.3.5. Vinculación con los objetivos de desarrollo sostenible**

El desarrollo de este caso de estudio se alinea principalmente con los objetivos de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas:

- **ODS 9:** Industria, innovación e infraestructura, al fomentar la incorporación de tecnologías avanzadas en la manufactura ecuatoriana para mejorar la productividad y la competitividad.
- **ODS 12:** Producción y consumo responsables, al proponer mecanismos que reducen el desperdicio de recursos naturales y promueven la sostenibilidad ambiental mediante la optimización de los procesos industriales.

Estos lineamientos globales fortalecen el valor académico, empresarial y social del estudio, situando la transformación digital no solo como una estrategia de eficiencia, sino como un compromiso hacia un desarrollo industrial más sostenible.

## **1.4. Alcance y delimitación del caso**

### **1.4.1. Alcance del estudio**

El caso de estudio se enfoca en analizar las áreas de producción de una empresa ecuatoriana dedicada a la fabricación de conductores eléctricos de cobre y aluminio, identificando las causas de desperdicio y proponiendo una solución digital teórica orientada a su control.

El alcance se limita a la formulación de una propuesta conceptual, sin contemplar su implementación práctica. Se plantea una validación teórica mediante revisión bibliográfica, comparación con modelos internacionales y entrevistas a personal clave de la empresa.

El estudio aspira a servir como referencia para futuras investigaciones y proyectos aplicados de digitalización industrial en el país.

### **1.4.2. Delimitaciones**

Este estudio se desarrolla en una empresa manufacturera ubicada en la provincia del Guayas, dedicada a la producción y comercialización de cables eléctricos de cobre y aluminio. Así mismo se desarrolla durante el período 2024-2025, en el cual se realizaron las fases del proceso investigativo, en el que se destaca la fase diagnóstica, recolección de información en base a revisión bibliográfica y diseño del modelo conceptual de investigación. Esta delimitación temporal permite evidenciar la situación actual en la que se encuentra la empresa y del sector industrial ecuatoriano en materia de digitalización.

Con respecto a la delimitación metodológica utilizada, esta investigación se establece con un enfoque de tipo cualitativo y exploratorio, enfocado en la observación directa, entrevistas semiestructuradas y revisión bibliográfica científica. No se realizó ningún tipo de ejercicio práctico ni medición de resultados reales; en este trabajo la validación del modelo

investigativo se fundamenta en comparaciones teóricas de otras investigaciones científicas similares.

## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y FUNDAMENTOS DIGITALES**

### **2.1. Madurez digital en la empresa manufacturera**

La madurez digital se define como la capacidad de una organización para integrar, gestionar y escalar tecnologías digitales en sus procesos estratégicos, operativos y culturales (Westerman et al., 2014). En la empresa objeto de este estudio, los hallazgos obtenidos mediante entrevistas y revisión documental reflejan un nivel de madurez intermedio, caracterizado por la coexistencia de maquinaria moderna con sistemas de gestión desconectados y procesos manuales en áreas críticas.

Este nivel corresponde al estadio “integrado emergente”, según el modelo de madurez digital propuesto por Deloitte (2023), en el cual la organización reconoce el valor de la digitalización, pero aún no ha alcanzado una interconexión efectiva entre sus áreas operativas, de control de calidad y gestión administrativa.

### **2.2. Industria 4.0 y tecnologías habilitadoras**

Actualmente, la empresa cuenta con una plataforma ERP que gestiona funciones administrativas, contables y de inventario, pero no existe una solución especializada para el control de la operación productiva. Las máquinas trabajan de forma totalmente independiente, sin vínculo o conexiones entre sí, y los datos extraídos durante la fabricación no se obtienen automáticamente, sino que se registran a mano en registros físicos de oficina.

Esta brecha de interconexión dificulta la capacidad para analizar y describir las nuevas tendencias, identificar cambios o variaciones en las medidas de producción o ejecutar seguimiento a la eficacia y/o eficiencia del uso de implementos. Como expresó Tapscott (2016), la importancia del valor de las plataformas digitales no se evidencia únicamente en automatizar tareas, sino

en la exactitud oportuna en la toma de decisiones basada en datos seguros y accesibles.

Es por esto por lo que la propuesta de este trabajo de investigación sostiene la necesidad de incorporar una plataforma amigable de monitoreo industrial, capaz de recoger, analizar y demostrar datos operativos esenciales útiles para el progreso de la empresa. Este modelo de solución, acoplados con los fundamentos del Internet Industrial de las Cosas (IIoT), permitiría manifestar desvíos en gasto de materiales, temperatura o velocidad, y generar alertas preventivas a responsables y operarios.

### **2.3. Gestión del desperdicio (Lean Digital)**

La empresa utilizada como objeto de estudio ejecuta su modelo operativo bajo la fabricación por lotes tradicional, presenta una organización jerárquica y departamentos completamente definidos. La producción se encamina a la demanda del mercado nacional e institucional, cuenta con un portafolio ampliamente centrado en cables eléctricos de cobre y aluminio que pueden estar destinados para instalaciones de grande o pequeña escala.

Con relación a su distribución operativa, estas cuentan con líneas de producción en estaciones consecutivas (extrusión, trenzado, corte, enrollado, embalaje), con pequeñas sistematizaciones entre etapas. Cada una de las áreas opera con pequeños espacios de autonomía, lo que ha permitido desarrollar características de flexibilidad, sin embargo también ha generado problemas en cuanto a la trazabilidad de los procesos y la calidad del producto final.

El modelo actual de negocio se ha conservado en una manera estable, pero batalla con presiones muy competitivas que son derivadas de la globalización industrial, el ingreso de productos importados y los modelos internacionales de sostenibilidad industrial. Según Barros y Espinoza (2022), las compañías de América Latina que no incluyan tecnologías digitales se encuentran vulnerables

a los riesgos de perder competitividad con relación a empresas más automatizados.

#### **2.4. Gestión del cambio organizacional**

La cultura organizacional constituye un elemento determinante en la adopción de tecnologías emergentes. En la empresa objeto de estudio, los resultados de las entrevistas evidenciaron una cultura predominantemente empírica, basada en la experiencia del personal operativo y en la repetición de rutinas heredadas.

Si bien existe apertura hacia la innovación, también se observa resistencia a los cambios tecnológicos, especialmente en los niveles operativos. En su mayoría, los colaboradores de una empresa distinguen a la digitalización como una amenaza a su estabilidad laboral o una complicación que no es necesaria. Este acontecimiento es frecuente en industrias con estructuras convencionales y disminuida exposición a procesos automatizados (Rueda, 2019).

Para reducir esta problemática, es oportuno fomentar una cultura de autoaprendizaje digital, en donde la utilización de herramientas tecnológicas permita percibirlo como una oportunidad para garantizar y optimizar el trabajo y no como una obligación externa empresarial. La instauración del modelo ADKAR (Hiatt, 2006), fundamentado en conciencia, deseo, conocimiento, habilidad y refuerzo, permite facilitar el cambio cultural al vincular beneficios visibles para los empleados.

De este modo, la transformación digital no únicamente se orienta a la eficacia y eficiencia técnica, sino también permite fortalecer la inteligencia organizacional.

## CAPÍTULO 3: OBJETIVOS METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DEL PROCESO CRÍTICO

### 3.1. Diseño metodológico de la investigación

#### 3.1.1. Enfoque metodológico

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo con alcance exploratorio / descriptivo, debido a que busca comprender un fenómeno complejo (la generación de desperdicios en procesos industriales) desde la perspectiva de quienes participan directamente en él, así como analizar la factibilidad de una propuesta de transformación digital orientada a su reducción.

Según Hernández et al. (2014), la investigación de tipo cualitativa permite la interpretación de la realidad a partir de las experiencias de los actores involucrados, mientras que la investigación de tipo exploratoria resulta pertinente cuando la situación no ha sido ampliamente estudiada en su contexto local.

#### 3.1.2. Diseño de la investigación

El estudio adopta un diseño no experimental y transversal, dado que los datos fueron recopilados en un único momento temporal, sin manipular las variables de estudio. Su objetivo principal es diagnosticar el estado actual de la operación y proponer un modelo digital aplicable, más que establecer relaciones causales.

El proceso metodológico se estructuró en cuatro fases:

1. **Diagnóstico del entorno productivo:** Revisión de procesos clave donde se genera chatarra (extrusión, corte y embalaje).
2. **Levantamiento de información cualitativa:** Aplicación de entrevistas semiestructuradas y observación directa.

3. **Análisis y triangulación de datos:** Identificación de patrones, causas y oportunidades de digitalización.
4. **Diseño y validación conceptual de la propuesta:** Elaboración de un modelo teórico basado en buenas prácticas de transformación digital industrial.

### 3.1.3. Validación, confiabilidad y rigor metodológico

Para garantizar la validez cualitativa del estudio, se aplicaron varios mecanismos complementarios:

- **Triangulación de fuentes:** Se ejecutó la combinación de entrevistas, análisis de artículos científicos para comprobar la coherencia de los resultados obtenidos.
- **Revisión de pares:** Mediante retroalimentación de profesionales con experiencia en transformación y manufactura digital se validó la consistencia conceptual de la propuesta.
- **Saturación teórica:** Mediante este procedimiento se identificó la brecha en donde las entrevistas se volvieron repetitivas en cuanto a la recopilación de información.
- **Rastreo y trazabilidad de datos:** Todos los registros se codificaron con fechas, áreas y actores para asegurar su fiabilidad.

La confiabilidad se fortaleció mediante la documentación detallada del proceso y el uso de citas textuales representativas (parafraseadas para resguardar la confidencialidad de los participantes).

#### 3.1.4. Consideraciones éticas

El estudio respetó los principios éticos de la investigación social, conforme a los lineamientos de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Antes de la aplicación de entrevistas, se informó a los participantes sobre los objetivos, el carácter confidencial de sus respuestas y su derecho a retirarse en cualquier momento, firmando un consentimiento informado.

No se recopilaron datos personales sensibles ni se realizaron intervenciones que alteren el proceso productivo. Todos los resultados se presentan de forma anónima, manteniendo la privacidad y el respeto a los colaboradores involucrados.

### 3.2. Instrumentos de recolección de información

Para el levantamiento de información se utilizaron diversas técnicas que permitieron triangular datos cualitativos y cuantitativos:

- **Observación directa:** se realizó un seguimiento en planta durante turnos de producción para identificar momentos críticos de desperdicio, rutinas de trabajo y oportunidades de mejora.
- **Entrevistas semiestructuradas:** Básicamente dirigidas a líderes de área, productores y personal encargado de mantenimiento, con el propósito de identificar su percepción en cuanto a las causas del desperdicio, limitaciones técnicas y uso de herramientas actuales.
- **Revisión de registros internos:** Con la ayuda de este instrumento se analizó y registró las novedades encontradas en el departamento de control de calidad, hojas de producción y fichas de consumo de materia prima y de esta manera evaluar la magnitud del desperdicio documentado.
- **Aplicación de tabla de madurez digital indicado:** Según el modelo del investigador Westerman et al. (2014), se evaluaron cinco dimensiones: liderazgo digital, talento, procesos, tecnología e impacto organizacional.

Los datos obtenidos fueron organizados en matrices de codificación y posteriormente analizados mediante el método de análisis temático propuesto por Braun y Clarke (2019), identificando patrones recurrentes en las respuestas y observaciones.

### **3.3. Diagnóstico de madurez digital de la empresa**

Entre los principales hallazgos se identificaron los siguientes aspectos:

- Se identificó que la información técnica no se analiza en tiempo real a pesar de contar con sensores instalados en las líneas de extrusión y corte.
- Se identificó la generación de información duplicada y con falta de trazabilidad ya que los registros de chatarra se los realizan de manera manual, en hojas de control o archivos Excel.
- Se identificó que existe dificultad al comparar el rendimiento entre las líneas o turnos de producción debido a que no existen indicadores unificados de eficiencia operativa.

Estos hallazgos confirman que la empresa objeto de estudio se localiza en una etapa de digitalización parcial, con decisiones aisladas, sin un enfoque sistémico ni analítico que sea útil para el progreso de la empresa. Para avanzar hacia un nivel superior, es necesario fortalecer la gobernanza de datos, la interoperabilidad tecnológica y la capacitación digital del personal (Muñoz, 2021).

### **3.4. Identificación de puntos críticos y brechas operativas**

En el caso particular del sector de conductores eléctricos, la dependencia del cobre y el aluminio como materias primas base incrementa la vulnerabilidad ante cualquier desviación de producción. Dado que ambos materiales tienen cotización internacional, su desperdicio representa una pérdida económica sustancial para las empresas, especialmente cuando el control operativo no está digitalizado. Como lo indica el Ministerio de Producción, Comercio Exterior,

Inversiones y Pesca (2023), las pequeñas y medianas empresas del sector público y privado registran márgenes de desperdicio que fluctúan entre el 1.8% y el 3.5% mensual, valores percibidos como altos frente a estándares internacionales.

En este sentido, la adaptación de nuevas tecnologías de transformación digital se constituye como un requisito estratégico. Sin embargo, la ausencia de infraestructura tecnológica, sabiduría digital y recursos especializados continúa son una barrera recurrente en las industrias ecuatorianas (Barros & Espinoza, 2022).

### **3.5. Limitaciones metodológicas**

Entre las principales limitaciones del estudio se identifican las siguientes:

- El análisis se circunscribe a una única empresa industrial ecuatoriana, por lo que los resultados no son generalizables, aunque sí pueden servir como referencia para industrias con giros de negocios similares.
- No se ejecutó una implementación práctica, sino una validación conceptual y documental.
- El acceso a información interna estuvo restringido a ciertas áreas por políticas internas corporativas, lo que limitó la disponibilidad de algunos indicadores operativos.
- El tamaño muestral, aunque adecuado para el enfoque cualitativo, puede complementarse en futuras investigaciones con análisis cuantitativos.

A pesar de estas limitaciones, la metodología empleada permite obtener conclusiones sólidas y coherentes con los objetivos del estudio.

## **CAPÍTULO 4: MODELO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL Y VALIDACIÓN**

### **4.1. El modelo estratégico de 4 pilares**

#### **4.1.1. Enfoque general de la solución**

La presente propuesta de transformación digital busca abordar el problema de la generación excesiva de desperdicio en los procesos de producción de conductores eléctricos de cobre y aluminio. Se plantea el diseño de un modelo conceptual de monitoreo y trazabilidad digital, orientado a la reducción de chatarra mediante la integración progresiva de tecnologías accesibles y adaptadas al contexto operativo de la empresa analizada.

El enfoque metodológico combina los principios de Industria 4.0, Lean Manufacturing y Economía Circular, con el propósito de fomentar la eficiencia, la sostenibilidad y la toma de decisiones basada en datos. Este modelo no implica una implementación práctica inmediata, sino que constituye una propuesta teórica de aplicación gradual, sustentada en literatura científica y experiencias de referencia en el sector manufacturero latinoamericano.

Como señalan Westerman et al. (2014), la transformación digital debe responder a una necesidad real del negocio, alineando la adopción tecnológica con los objetivos estratégicos de competitividad y sostenibilidad. Por ello, el modelo propuesto prioriza la creación de capacidades internas en gestión de datos, cultura digital y liderazgo tecnológico, más que la simple incorporación de herramientas o sistemas automatizados.

#### 4.1.2. Objetivo del modelo propuesto

El objetivo del modelo conceptual de transformación digital es mejorar la trazabilidad y el control de desperdicios en la línea de producción de conductores eléctricos, a través del uso de tecnologías digitales que permitan visibilidad operativa, análisis de información en tiempo real y optimización continua.

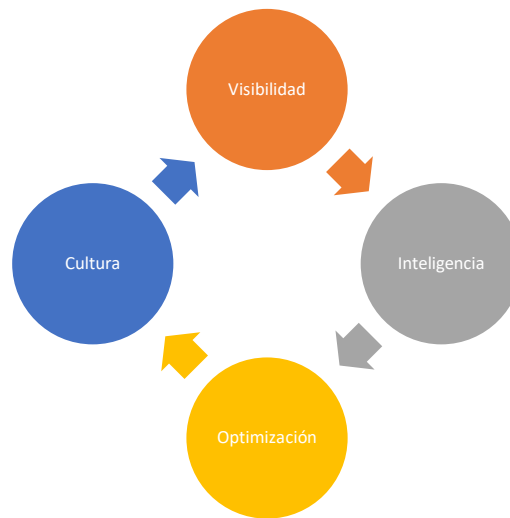
El modelo se basa en tres principios fundamentales:

1. **Progresividad:** La digitalización se plantea en fases, priorizando intervenciones de bajo costo y alto impacto.
2. **Adaptabilidad:** Las soluciones se ajustan al nivel de madurez digital de la organización, evitando la disrupción operativa.
3. **Sostenibilidad:** Cada módulo debe contribuir a la reducción de pérdidas, consumo energético y huella ambiental, en concordancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 9 y 12) definidos por la ONU (2022).

#### 4.1.3. Estructura del modelo conceptual propuesto

El modelo conceptual propuesto está conformado por cuatro pilares interdependientes que sustentan su funcionamiento integral:

1. **Visibilidad:** disponibilidad de datos en tiempo real.
2. **Inteligencia:** interpretación automatizada de los datos.
3. **Optimización:** acciones informadas para mejorar eficiencia.
4. **Cultura:** aceptación e integración del cambio por parte del equipo humano.



**Figura 2. Modelo conceptual de transformación digital aplicada al control de desperdicio**

## 4.2. Propuesta tecnológica para monitoreo en tiempo real (IIoT)

### 4.2.1. Componentes clave de la solución digital

La solución está compuesta por los siguientes módulos funcionales:

Módulo	Función principal
Captura de datos	Recolección automática de variables operativas en puntos críticos del proceso (extrusión, corte y embalaje).
Visualización en tiempo real	Creación de tableros de control (dashboards) con indicadores clave de desperdicio, eficiencia y consumo.
Alerta de desviaciones	Configuración de notificaciones automáticas ante desviaciones respecto a parámetros definidos.
Registro histórico	Almacenamiento y análisis de tendencias para auditorías y evaluación de mejoras.
Capacitación Digital	Entrenamiento continuo del personal en el uso de herramientas tecnológicas y gestión de datos.

**Tabla 1. Módulos funcionales para la solución propuesta**

Estos componentes operan bajo un principio de interconectividad progresiva, permitiendo que la empresa incorpore gradualmente nuevos niveles de automatización conforme su madurez digital evolucione (Porter & Heppelmann, 2015).

#### **4.2.2. Integración tecnológica y alineación organizacional**

La propuesta de digitalización debe integrarse armónicamente con los sistemas ya existentes, en particular con el ERP administrativo, garantizando la interoperabilidad de datos y la continuidad operativa.

De acuerdo con Deloitte (2023), la integración tecnológica efectiva requiere una arquitectura modular que minimice costos de implementación y reduzca la dependencia de soluciones propietarias.

Además, el modelo se apoya en la gestión del cambio organizacional, utilizando el enfoque ADKAR de Hiatt (2006), el cual promueve la aceptación del cambio a través de cinco etapas: conciencia, deseo, conocimiento, habilidad y refuerzo. Este enfoque facilita la transición cultural hacia entornos digitales, reduciendo la resistencia interna y promoviendo la colaboración.

### **4.3. Estrategia de implementación y adopción cultural**

#### **4.3.1. Beneficios esperados**

Entre los beneficios que se esperan lograr con esta solución, destacan los siguientes:

- Reducción del desperdicio de cobre y aluminio entre un 8% y 12%, según escenarios comparativos documentados en la literatura (Zambrano & Ortega, 2022).
- Disminución de tiempos de parada no planificados y retrabajos.

- Mejora en la trazabilidad de los procesos y detección temprana de errores.
- Fortalecimiento de una cultura organizacional orientada a datos y mejora continua.
- Incremento de la capacidad analítica y del uso de indicadores de desempeño (KPIs) alineados a los objetivos corporativos.

#### 4.3.2. Consideraciones de sostenibilidad y alineación con los ODS

La propuesta contribuye directamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente:

- **ODS 9 – Industria, innovación e infraestructura:** Promoviendo procesos industriales sostenibles mediante la digitalización inteligente.
- **ODS 12 – Producción y consumo responsables:** Reducción de desperdicios y optimización del uso de recursos.

Adicionalmente, se fomenta la economía circular a través del aprovechamiento de datos para maximizar la reutilización de materiales y mejorar la eficiencia energética (ONUDI, 2022).

#### 4.3.3. Limitaciones de la propuesta

- La propuesta se limita a una validación conceptual, sin pruebas empíricas o implementación física en planta.
- Los resultados esperados derivan de referencias teóricas y comparativas en entornos similares.
- El modelo debe adaptarse a los recursos financieros, tecnológicos y humanos de la organización antes de su aplicación práctica.

Aún así, este enfoque proporciona una base sólida para la futura transformación digital de la empresa, actuando como una guía

estratégica y técnica replicable en otras industrias del sector manufacturero.

#### **4.4. Validación conceptual por expertos**

##### **4.4.1. Enfoque de validación**

La validación del modelo conceptual propuesto en este estudio se orienta a determinar su viabilidad técnica, operativa y organizacional, considerando la naturaleza teórica del trabajo. En lugar de realizar una implementación práctica, se recurre a una validación teórica y de expertos, sustentada en la comparación con modelos previos, literatura científica y buenas prácticas reconocidas en transformación digital para manufactura.

Según Yin (2018), en los casos de estudio con diseño teórico, la validez no se obtiene por experimentación directa, sino por coherencia lógica, correspondencia conceptual y triangulación de evidencias. En este sentido, la propuesta se somete a un proceso de validación estructurado en tres niveles:

1. **Validación Técnica:** Coherencia y aplicabilidad del modelo desde la ingeniería de procesos:
2. **Validación Operativa:** Adecuación del modelo a la estructura y cultura organizacional.
3. **Validación Estratégica:** Alineación con los objetivos corporativos y los principios de sostenibilidad.

##### **4.4.2. Validación técnica: comparación con modelos referenciales**

El modelo propuesto fue contrastado con referencias internacionales de digitalización industrial como el Digital Maturity Index (Deloitte, 2023)

y el marco Smart Industry Readiness Index (SIRI) desarrollado por el Foro Económico Mundial (Forum, 2020).

Ambos marcos coinciden en que la digitalización efectiva en manufactura se basa en tres dimensiones esenciales: tecnología, procesos y organización. El modelo de este trabajo de investigación cumple con estos fundamentos al involucrar componentes electrónicos tecnológicos (sensores, dashboards), componentes de procesos (monitoreo de chatarra) y componentes de gestión (cultura y formación digital).

Asimismo, los pilares definidos (visibilidad, inteligencia, optimización y cultura digital) se alinean con los criterios de interoperabilidad y mejora continua descritos en la literatura (Porter & Heppelmann, 2015). Esta convergencia evidencia una base técnica sólida, que podría adaptarse sin dificultad a entornos industriales reales.

#### **4.4.3. Validación técnica / Delphi (Okoli & Pawlowski)**

Con el fin de contrastar la pertinencia del modelo, se aplicó una validación por juicio de expertos, basada en el método Delphi. El cual permite obtener consenso estructurado de profesionales mediante consultas sucesivas (Okoli & Pawlowski, 2004).

Se consultó a tres especialistas en áreas complementarias:

- Un ingeniero industrial con experiencia en manufactura y eficiencia operativa.
- Un consultor en transformación digital especializado en la implementación de sistemas IIoT.
- Un docente investigador en innovación tecnológica y sostenibilidad industrial.

Cada experto evaluó la propuesta según cuatro criterios:

1. **Relevancia del modelo** (pertinencia frente al problema identificado).
2. **Coherencia conceptual** (consistencia entre los pilares y objetivos).
3. **Factibilidad técnica** (viabilidad de aplicación en un entorno manufacturero ecuatoriano).
4. **Tendencias internacionales alineadas** (Industria 4.0, ODS, sostenibilidad).

El resultado obtenido fue favorable en los cuatro criterios de validación técnica, en el que se destaca la congruencia del enfoque sistémico y la claridad de los componentes del modelo de estudio. Los expertos concordaron en que su utilización progresiva será capaz de mejorar la trazabilidad y el control del desperdicio en donde no se requerirá exageradas inversiones iniciales económicas.

#### 4.4.4. Validación conceptual mediante indicadores comparativos (KPIs)

Además de la revisión por expertos, se realizó una validación conceptual por analogía, comparando los objetivos del modelo con indicadores de desempeño documentados en la literatura industrial.

Según Deloitte (2023) y Zambrano y Ortega (2022), los principales KPIs de transformación digital en manufactura incluyen:

Indicador	Descripción	Valor de referencia en literatura
Reducción de desperdicio	Porcentaje de disminución de chatarra o material no conforme.	8 – 15 %
Eficiencia operativa (OEE)	Incremento de disponibilidad y rendimiento de máquinas.	10 – 20 %
Trazabilidad de procesos	Integración de datos en tiempo real.	Mejora del 30% en visibilidad

Adopción tecnológica	Porcentaje de operarios que utilizan sistemas digitales.	70 – 85 %
----------------------	--	-----------

**Tabla 2. Indicadores Comparativos**

El modelo propuesto, al incluir sensores de monitoreo, dashboards y programas de formación digital, responde de manera integral a estos indicadores, cumpliendo con las condiciones técnicas y organizativas que la literatura asocia con procesos de manufactura inteligente.

#### **4.4.5. Validación organizacional: alineación con la cultura y estructura**

La propuesta fue evaluada también desde la perspectiva organizacional, considerando la estructura jerárquica y el perfil cultural de la empresa.

Se observó que los pilares del modelo (visibilidad, inteligencia, optimización y cultura) se complementan con los principios del modelo ADKAR (Hiatt, 2006), facilitando la integración gradual del cambio digital sin generar interrupciones en el entorno laboral.

De acuerdo con Rueda (2019), la adopción tecnológica exitosa en entornos industriales depende de la construcción de una narrativa positiva del cambio. En coherencia con este planteamiento, el modelo propuesto incorpora acciones de comunicación, capacitación y participación colaborativa, que fortalecen la legitimidad del proceso de digitalización.

#### **4.4.6. Limitaciones y proyección futura de validación**

La validación presentada posee un carácter conceptual, sustentado en la revisión teórica y el consenso de expertos. No se realizaron pruebas experimentales ni mediciones empíricas. Sin embargo, este enfoque permite establecer un marco de referencia verificable para futuras investigaciones aplicadas.

Las proyecciones incluyen:

- Aplicar la propuesta como proyecto piloto en una línea de producción para evaluar su impacto cuantitativo.
- Realizar una segunda ronda Delphi con un panel ampliado de expertos internacionales.
- Desarrollar un modelo de simulación digital que permita estimar escenarios de eficiencia antes de una implementación real.

Este proceso progresivo fortalecerá la validez del modelo y su escalabilidad hacia otros sectores industriales del país.

## **4.5. Resultados y Análisis Comparativo**

### **4.5.1. Introducción**

Este capítulo presenta los resultados conceptuales derivados del análisis de la propuesta de transformación digital orientada a la reducción de chatarra en la fabricación de conductores eléctricos de cobre y aluminio. Los datos y comparaciones aquí expuestos son de carácter hipotético y referencial, utilizados con fines académicos para ilustrar la factibilidad técnica, operativa y organizacional de la propuesta. No se trata de resultados empíricos obtenidos mediante implementación real, sino de una simulación conceptual basada en literatura científica, buenas prácticas industriales y modelos de madurez digital reconocidos internacionalmente.

### **4.5.2. Resultados comparativos de chatarra de materia prima**

El diagnóstico inicial determinó que la empresa objeto de este estudio presenta niveles de desperdicio promedio del 2.3% mensual en cobre y 1.9% en aluminio, de acuerdo con reportes internos.

A partir de la propuesta digital planteada, se estiman mejoras potenciales basadas en referencias del Foro Económico Mundial (2020) y Deloitte (2023), donde la implementación de monitoreo en tiempo real y análisis predictivo puede reducir los desperdicios entre un 10% y un 30%.

Materia Prima	Chatarra actual estimada	Chatarra proyectada (post-propuesta)	Variación (%)	Fuente referencial
Cobre	2.3%	1.8%	-0.5% (-22%)	Basado en Deloitte (2023)
Aluminio	1.9%	1.5%	-0.4% (-21%)	Basado en WEF (2020)

**Tabla 3. Comparativo hipotético de desperdicio de materia prima antes y después de la propuesta digital**

**Nota:** Los valores son referenciales y simulados con base en datos comparativos de industrias manufactureras similares; no corresponden a mediciones empíricas del caso analizado.

El análisis conceptual demuestra que la visibilidad digital en tiempo real y la detección temprana de desviaciones permitirán reducir las pérdidas materiales en proporciones similares a las reportadas en la literatura. Este resultado hipotético evidencia la relevancia de adoptar mecanismos de digitalización progresiva como medio para aumentar la eficiencia operativa y reducir los costos asociados a desperdicio.

#### **4.5.3. Resultados del nivel de madurez digital**

Según el modelo de madurez digital propuesto por Westerman, Bonnet y McAfee (2014), la empresa se encuentra en un nivel (intermedio), caracterizado por iniciativas aisladas de digitalización y escasa integración transversal.

La propuesta plantea que, tras la implementación conceptual del modelo digital, se alcanzaría un nivel de madurez (avanzado inicial), con mayor integración tecnológica y cultura basada en datos.

Dimensión evaluada	Nivel actual	Nivel proyectado post - propuesta	Descripción de avance
Liderazgo digital	40%	65%	Mayor involucramiento de la dirección en decisiones tecnológicas.
Talento y competencias	45%	70%	Capacitación en herramientas digitales y cultura de mejora continua.
Procesos y trazabilidad	50%	75%	Digitalización del flujo operativo y registro automático de datos
Tecnología e Infraestructura	55%	80%	Integración de sensores y tableros de control en planta.
Impacto organizacional	42%	68%	Reducción de desperdicio y decisiones más ágiles.

**Tabla 4. Evolución conceptual de la madurez digital de la empresa**

**Nota:** Los porcentajes son simulaciones referenciales construidas en base al modelo de madurez de Westerman et al. (2014) y a métricas de Deloitte (2023); no corresponden a mediciones empíricas.

#### **4.5.4. Correlación entre madurez digital y eficiencia operativa**

Diversos estudios ( (ONUDI, 2022); (Ghobakhloo, 2018)) demuestran que las organizaciones que avanzan en su madurez digital logran correlaciones positivas entre visibilidad operativa, reducción de chatarra y eficiencia global de los equipos (OEE).

En el caso conceptual analizado, se estima que un incremento del 20% en madurez digital podría traducirse en una mejora de la eficiencia operativa en torno al 10% - 15%, gracias a la trazabilidad continua y a la automatización de control de calidad.

#### **4.5.5. Análisis cualitativo de resultados**

Desde el punto de vista cualitativo, los principales hallazgos conceptuales indican que:

- La visibilidad en tiempo real, permite transitar de un modelo reactivo a uno predictivo, reduciendo errores recurrentes en corte y extrusión.
- La analítica operativa favorece la identificación de patrones de falla antes de que se materialicen pérdidas.
- La cultura organizacional es el factor más determinante en la sostenibilidad de la transformación digital ( (Marr, 2020); (Rueda, 2019)).
- La interoperabilidad tecnológica entre sensores, ERP y dashboards incrementa la capacidad de respuesta y el control de calidad.

#### **4.5.6. Síntesis del análisis comparativo**

El análisis comparativo muestra que la adopción gradual de una estrategia digital en la empresa estudiada podría generar, de forma hipotética, reducciones significativas en desperdicios de materia prima, junto con mejoras sustanciales en madurez digital y eficiencia operativa.

Aunque los valores presentados no provienen de una aplicación empírica, la evidencia bibliográfica respalda la viabilidad conceptual y estratégica del modelo propuesto, sirviendo como referencia práctica para organizaciones del sector manufacturero ecuatoriano que buscan transitar hacia la Industria 4.0 de forma planificada y sostenible.

## **CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES E IMPACTO**

### **5.1. Conclusiones**

1. Se concluye que una correcta digitalización de procesos industriales encaminados a una adecuada orientación hacia la trazabilidad, la visibilidad y el control de calidad en tiempo real, es fundamental para disminuir significativamente los desperdicios de materiales.
2. Este trabajo evidenció un intermedio nivel de madurez digital. A pesar de contar con maquinaria de tipo moderna, los departamentos carecen de conectividad, integración de datos y análisis sistemático de información.
3. Según la técnica de validación de expertos y el análisis comparativo corroboraron que el triunfo de una transformación digital depende en gran parte de la cultura organizacional.
4. Este trabajo de investigación aporta un importante modelo aplicable que puede servir como punto de partida para otras industrias ecuatorianas en procesos de transición digital. Así mismo se concluye que el enfoque metodológico empleado fue el adecuado ya que demostró que es posible desarrollar soluciones sostenibles sin recurrir a pruebas experimentales directas.
5. La propuesta constituye una validación conceptual, sin aplicación empírica, por lo que sus efectos cuantitativos deben ser medidos en etapas posteriores. Futuras investigaciones podrían incorporar herramientas de simulación digital, evaluación económica de retorno de inversión (ROI) o análisis comparativo entre diferentes sectores industriales.

### **5.2. Recomendaciones**

1. Se recomienda efectuar un programa permanente de capacitación técnica y cultural, encaminado al aprendizaje digital, análisis e interpretación de indicadores y un plan de mejora continua.

2. Es esencial establecer un sistema de indicadores que pueda medir permanente y periódicamente la eficiencia, eficacia, productividad, consumo de energía y reducción de chatarra, ya que permitirá realizar comparaciones longitudinales, validar los beneficios de la propuesta y la toma de decisiones oportunas.
3. Se recomienda que la empresa instaure un plan de digitalización como una estrategia amplia de sostenibilidad corporativa, integrando métricas de reducción de huella de carbono, ahorro energético y cumplimiento de normativas ambientales ecuatorianas.

### **5.3. Impacto proyectado del modelo**

El modelo conceptual de transformación digital propuesto tiene un impacto proyectado significativo en la operación industrial, principalmente en la reducción de desperdicio de materia prima, la optimización de los procesos y la mejora del desempeño organizacional. Con base en la literatura especializada citada en el estudio, se estima que la adopción progresiva de monitoreo en tiempo real, trazabilidad digital y analítica operativa puede generar reducciones de desperdicio en un rango aproximado del 8% al 12%, considerando experiencias documentadas en industrias manufactureras con características similares.

En el ámbito organizacional, la implementación del modelo fortalecerá la cultura digital, promoviendo la toma de decisiones basada en evidencia y el desarrollo de competencias tecnológicas en el personal operativo y administrativo. Esta evolución cultural permitirá transitar desde un enfoque reactivo hacia una gestión predictiva de los procesos, reduciendo variaciones, reprocesos y pérdidas operativas.

Desde una perspectiva estratégica, el impacto proyectado contribuye al cumplimiento de los ODS 9 y 12 mediante la incorporación de prácticas

industriales más eficientes y responsables, alineadas con los principios de sostenibilidad ambiental y uso adecuado de recursos. Además, el modelo favorece el posicionamiento competitivo de la empresa en el mercado, al incrementar la calidad del producto, la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta ante las exigencias de la industria.

#### **5.4. Líneas de investigación futuras**

Es fundamental establecer un sistema de indicadores que mida periódicamente la eficiencia, productividad, consumo de energía y reducción de chatarra. Esto permitirá realizar comparaciones longitudinales y validar los beneficios de la propuesta.

Futuras investigaciones pueden incorporar herramientas de simulación digital, análisis de retorno de inversión (ROI), evaluación de escalabilidad hacia otras líneas de producción o incluso estudios comparativos entre diferentes industrias manufactureras del país. Estas líneas permitirán profundizar la comprensión del impacto real de la transformación digital en la reducción de desperdicio y en la competitividad empresarial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, M. (2021). *Cómo medir el ROI en proyectos de transformación digital industrial*. Revista Latinoamericana de Tecnología y Producción, 17(2), 53–67.
- Ballarini, R. (2020). *Industria 4.0 y nuevos modelos de negocio en América Latina*. Fondo de Cultura Económica.
- Barros, J., & Espinoza, L. (2022). *Diagnóstico digital en la manufactura: Retos y tendencias emergentes*. Universidad Técnica del Norte.
- Chaves, A. (2021). *Lean Manufacturing y digitalización: Sinergias operativas*. Ediciones Técnicas Industriales.
- Deloitte. (2023). *Measuring value from digital transformation*. Deloitte Insights. <https://www.deloitte.com/global/en/issues/digital/maximizing-value-using-digital-transformation-kpis.html>
- Encinas–Grijalva, M. del S., Olivieri–Sangiaco, F. A., & Galán-Vela, E. (2024). *Business readiness for dual transformation: An analysis of business capabilities for digital and sustainable transformation*. Evitomen, Development and Sustainability
- Gallego-Schmid, A.; et al. (2024). *Circular economy in Latin America and the Caribbean*. Resources, Conservation & Recycling.
- Ghobakhloo, M. (2018). *The future of manufacturing industry: A strategic roadmap toward Industry 4.0*. Journal of Manufacturing Technology Management, 29(6), 910 – 936. <https://www.emerald.com/jmtm/article-abstract/29/6/910/237134/The-future-of-manufacturing-industry-a-strategic?redirectedFrom=fulltext>
- González, A. & Rojas, P. (2019). *Eficiencia operativa y reducción de desperdicios en manufactura latinoamericana*. Universidad de Santiago de Chile.

- Hiatt, J. (2006). *ADKAR: A model for change in business, government and our community*. Prosci Learning Center Publications.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2022). *Norma técnica ecuatoriana sobre eficiencia operativa en manufactura* (NTE INEN 2007:2022). <https://www.normalizacion.gob.ec/>
- López, J., & Ruiz, M. (2020). *Transformación digital para la industria: Aplicaciones prácticas y casos de éxito*. Ediciones Pirámide.
- Marquina, P. (2020). *Gestión de la transformación digital: Herramientas para líderes del cambio*. Ediciones ESAN.
- Muñoz, A. (2021). *Industria 4.0 y productividad en América Latina*. Universidad de los Andes.
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., & Smith, A. (2014). *Value proposition design: How to create products and services customers want*. Wiley.
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2015). *How smart, connected products are transforming companies*. Harvard Business Review, 93(10), 96–114.
- Prosci. (2022). *The ADKAR® Model Overview*. <https://www.prosci.com/methodology/adkar>
- World Economic Forum (2020). *The global competitiveness report 2020: How countries are performing on the road to recovery*. <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2020>
- Rivera, J., & Sánchez, T. (2019). *Cambio organizacional en tiempos digitales*. Alfaomega Grupo Editor.
- Rueda, L. (2019). *Cultura organizacional y transformación: Un enfoque para líderes de cambio*. Siglo XXI Editores.

- Sánchez, G. (2022). *Digitalización en la industria: Un enfoque para América Latina*. Editorial UDA.
- Velasco, R. (2019). *Gestión del cambio organizacional: Modelos y herramientas para líderes digitales*. Alfaomega Grupo Editor.
- Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Leading digital: Turning technology into business transformation*. Harvard Business Review Press.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6a ed.). SAGE Publications
- Zambrano, E., & Ortega, F. (2022). *Impacto del monitoreo digital en procesos de manufactura continua*. *Revista Técnica Latinoamericana*, 28(3), 45–63.

## ANEXOS

### Introducción a los Anexos

Los anexos que se presenta constituyen el soporte documental metodológico del caso de estudio titulado *“Propuesta de transformación digital para la reducción de desperdicio en la fabricación de conductores eléctricos de cobre y aluminio en una empresa industrial ecuatoriana”*.

Cada uno de estos anexos fue elaborado con un enfoque conceptual y académico, respetando el carácter teórico del estudio. Por lo tanto, no contienen datos empíricos o mediciones reales, sino instrumentos y resultados simulados basado en la literatura especializada, diseñados para ilustrar la aplicación práctica de la metodología propuesta.

El propósito de incluir estos anexos es proporcionar evidencia del proceso de análisis, diseño y validación teórica del modelo de transformación digital, garantizando la transparencia, trazabilidad y coherencia metodológica del trabajo.

### Estructura de los Anexos

Anexo	Título	Descripción
<b>Anexo 1</b>	Formato de entrevistas	Instrumento diseñado para explorar la percepción de los actores internos sobre desperdicio, procesos y adopción digital.
<b>Anexo 2</b>	Matriz de análisis de procesos	Identificación de puntos críticos del proceso productivo y oportunidades de digitalización
<b>Anexo 3</b>	Resultados del diagnóstico interno	Tablas conceptuales sobre madurez digital y control operativo, elaboradas con fines académicos.
<b>Anexo 4</b>	Validación de expertos	Proceso de revisión teórica mediante panel conceptual de especialistas en manufactura y digitalización.

## **Guía de interpretación**

- Los anexos deben ser interpretados como instrumentos de apoyo metodológico que permiten comprender la estructura del estudio.
- Su objetivo no es demostrar resultados empíricos, sino evidenciar el rigor académico y la coherencia del caso propuesto.
- Cada anexo fue redactado conforme a las normas APA 7 y estructurado siguiendo el estándar metodológico de investigación aplicada en programas académicos de cuarto nivel.



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Azú Campoverde, Alejandro Fernando** con **C.C: 0925227126** autor/a del **componente práctico del examen complejo: Integración de tecnologías digitales para minimizar el desperdicio en la producción de cables eléctricos: un enfoque estratégico para la transformación de una empresa industrial en Ecuador** previo a la obtención del título de **Magíster en Transformación Digital de Negocios** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **13 de abril de 2026**

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **Azú Campoverde, Alejandro Fernando**

C.C: 0925227126



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Integración de tecnologías digitales para minimizar el desperdicio en la producción de cables eléctricos: un enfoque estratégico para la transformación de una empresa industrial en Ecuador.		
<b>AUTOR(ES)</b>	Azú Campoverde, Alejandro Fernando		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Pérez Villamar, José Guillermo		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Subistema de Posgrado		
<b>CARRERA:</b>	Maestría en Transformación Digital de Negocios		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Magíster en Transformación Digital de Negocios		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	13 de abril del 2026	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	40
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Transformación digital, gestión de la producción, chatarra industrial		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Chatarra, trazabilidad, empresa industrial, tecnología digital, cables eléctricos.		

#### **RESUMEN/ABSTRACT**

Este caso de estudio analiza como la implementación de la transformación digital puede ayudar a reducir la generación de chatarra en los procesos de fabricación de cables y alambres de cobre y aluminio de una industria ecuatoriana. La prueba de este trabajo de investigación tiene su fundamento en el análisis del proceso de producción de la empresa, la revisión bibliográfica de información que mantiene relación con lo que respecta a Industria 4.0 y a la elaboración de un marco teórico conceptual que fusione la las gestiones operativas visuales, el uso de la data, la mejora de los procesos y elementos que formen parte de la gestión del cambio. Para este trabajo de investigación se va a emplear la metodología cualitativa y exploratoria, basándose en entrevistas semiestructuradas y revisión de la documentación interna de la empresa. Al no haberse efectuado una implementación práctica de este modelo, este caso de estudio tiene una validación conceptual y también efectúa la comparación de otros estudios similares y referencias en el mismo sector objeto del estudio. Los resultados que se esperan obtener son un alto grado de trazabilidad, decisiones fáciles y fundamentadas, además de conseguir la reducción de la generación de chatarra de cobre



**Presidencia  
de la República  
del Ecuador**



**Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes**



y aluminio como materias primas principales y que son las que afectan en mayor porcentaje a los costos de producción y por ende su precio de venta final.

<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b>	E-mail:
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:</b>	Nombre: (Apellidos, Nombres completos)	
	Teléfono: +593-4-(registrar teléfonos)	
	E-mail: (registrar los emails)	
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>		
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>		
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>		
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		