

Diseño de una propuesta para la implementación de metodologías ágiles orientadas a la mejora de procesos productivos en la fabricación y ensamble de tableros eléctricos en empresas tableristas.



Diseño de una propuesta para la implementación de metodologías ágiles orientadas a la mejora de procesos productivos en la fabricación y ensamble de tableros eléctricos en empresas tableristas

Jeferson Andrés Villamizar Rojas

Modalidad monografía

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Diciembre de 2025

Diseño de una propuesta para la implementación de metodologías ágiles orientadas a la mejora de procesos productivos en la fabricación y ensamble de tableros eléctricos en empresas tableristas.

Diseño de una propuesta para la implementación de metodologías ágiles orientadas a la mejora de procesos productivos en la fabricación y ensamble de tableros eléctricos en empresas tableristas

Jeferson Andrés Villamizar Rojas

Modalidad monografía

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Jonnathan López Hurtado

Asesor(a)

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Diciembre de 2025

Diseño de una propuesta para la implementación de metodologías ágiles orientadas a la mejora de procesos productivos en la fabricación y ensamble de tableros eléctricos en empresas tableristas.

Contenido

Introducción.....	5
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
1.1 Descripción del problema.....	7
1.2 La pregunta de investigación.....	7
1.3 Los objetivos de investigación.....	8
1.3.1 Objetivo general	8
1.3.2 Objetivos específicos.....	8
1.4 Justificación de la investigación.....	8
2 MARCO DE REFERENCIA	11
2.1 Marco de Antecedentes	11
2.2 Marco Teórico.....	14
2.2.1 Origen de las metodologías ágiles	14
2.2.2 Metodologías ágiles en gerencia de proyectos	15
2.3 Marco normativo.....	16
3 METODOLOGÍA.....	19
3.1 Enfoque y alcance de la investigación.....	19
3.2 Población y muestra	19
3.2.1 Definición de la población	19
3.2.2 Cálculo y selección de la muestra	20
3.2.3 Recolección de datos	20
3.3 Instrumento(s).....	20
3.4 Descripción de procedimientos.....	21
3.5 Matriz de análisis.....	22
3.6 Aplicación de la matriz de análisis.....	23
3.6.1 Origen, preparación y organización de los datos.....	24
3.7 Consideraciones éticas	25
4 ANALISIS DE DATOS.....	26
4.1 Procedimiento de análisis	26
4.2 Hallazgos encontrados.....	40

Diseño de una propuesta para la implementación de metodologías ágiles orientadas a la mejora de procesos productivos en la fabricación y ensamble de tableros eléctricos en empresas tableristas.

5	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
5.1	Análisis de los conceptos, herramientas y enfoques de metodologías ágiles aplicables a entornos industriales	42
5.2	Evaluación de la viabilidad de las metodologías ágiles en procesos de fabricación y ensamble de tableros eléctricos	43
5.3	Diseño de una propuesta metodológica basada en principios ágiles para empresas tableristas	45
5.4	Implicaciones de los hallazgos para la gestión de proyectos industriales	46
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	47
	Referencias	49
	Anexos	53

Introducción

Hoy en día en la industria eléctrica la calidad, confiabilidad y eficiencia de los procesos productivos son de vital importancia para garantizar productos seguros y funcionales. Para las pequeñas y medianas empresas tableristas que se dedican al diseño, fabricación y ensamble de tableros eléctricos de baja tensión enfrentar diversos desafíos que afecten diariamente su productividad y competitividad se ha convertido en un gran problema, lo cual conlleva a múltiples reprocesos en su etapa productiva, que se van a ver reflejados en la necesidad de repetir o corregir procesos ya ejecutados debido a errores de instalación de componentes eléctricos, electromecánicos, mecánicos y errores en el cableado por la mala interpretación de los planos de diseño. (Gutiérrez Guauta & Ruiz Duque, 2012)

Los procesos por los cuales se llevan a cabo esta repetición de actividades por los errores que se cometen durante la etapa de producción nos generan sobrecostos, pérdida de tiempo, incremento en el desperdicio de materiales y posiblemente afecten la calidad de los productos. Entre los principales causantes de estos reprocesos se identifican la falta de capacitación técnica de la mayoría del personal operativo, el cual se ve reflejado en la limitación de comprender correctamente los planos eléctricos y la funcionalidad de muchos de los equipos y dispositivos que se integran estructuralmente en los tableros. (Ortiz Panchano & Pinzón Pérez, 2021)

Por otro lado, el desconocimiento de la normativa, en este caso la IEC 61439 la cual regula los requisitos para el diseño y fabricación de tableros de baja tensión bajo los estándares internacionales, el mal manejo de esta norma no solo afecta la calidad del producto, también evidencia vacíos en el conocimiento técnico dentro de la compañía. (Fernandez Flórez & Pacheco Martinez, 2014)

Sin embargo, a pesar de que estos errores ya mencionados pueden parecer técnicos sus causas son frecuentemente de origen operacional y formativo, lo que requiere un análisis con una perspectiva cualitativa encaminada a comprender las dinámicas internas, los comportamientos del personal operativo y las fallas de comunicación en la formación técnica a los directamente implicados en estos procesos. Por medio de herramientas como entrevistas y análisis de experiencias que permitan interpretar el desempeño de estos procesos. (Hernández, Sampieri, & Mendoza Torres, 2018)

Retomando el enfoque investigativo para abordar esta problemática y proponer soluciones concretas, es necesario adoptar un enfoque de investigación cualitativo, el cual se centra en la comprensión profunda de las experiencias, percepciones y dinámicas internas que influyen en la ocurrencia de reprocesos y errores durante la fabricación y ensamble de tableros eléctricos. Este enfoque permitirá explorar cómo el personal operativo interpreta los planos eléctricos, cómo se apropian de la normativa técnica vigente y qué barreras organizacionales y comunicativas obstaculizan el cumplimiento de los estándares de calidad. A través de técnicas como entrevistas, observaciones y grupos focales, se pretende captar el contexto real del entorno de trabajo, los comportamientos del equipo y los factores humanos que inciden en los fallos del proceso productivo. (Hernández, Sampieri, & Mendoza Torres, 2018)

Al centrarse en el enfoque cualitativo, la investigación busca obtener una comprensión holística de la problemática, lo que resulta fundamental para diseñar estrategias basadas en metodologías ágiles como Scrum o Kanban, adaptadas a las condiciones y cultura organizacional de las empresas tableristas. Este tipo de análisis no solo permitirá identificar necesidades operativas desde una perspectiva contextual, sino también promover prácticas de mejora continua centradas en las personas, fomentando una gestión más colaborativa y adaptable dentro del entorno productivo. (Rodríguez González & Garbajosa Sopeña, 2008)

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

En el sector industrial las empresas dedicadas a la fabricación y ensamble de tableros eléctricos para baja tensión han desempeñado un papel fundamental en el suministro de soluciones energéticas, sin embargo muchas de estas pequeñas y medianas empresas enfrentan múltiples desafíos en sus procesos productivos, uno de los más frecuentes es el constante reproceso durante la etapa de producción de algún producto o proyecto, esto genera que se impacte de manera notable los costos operativos, los tiempos de entrega y la eficiencia de la planta. (Moreno Castellanos, Páez Caballero, Pereira Villegas, & Pinto Rojas, 2019)

Para el caso particular de empresas tableristas los constantes reprocesos causados principalmente por errores en el cableado eléctrico de los tableros, mala instalación de equipos electromecánicos, y omisiones en el cumplimiento de la normativa técnica, estas fallas se deben principalmente a diferentes factores en la organización de los procesos los cuales deberían ser más analizados a profundidad. (Moreno Castellanos, Páez Caballero, Pereira Villegas, & Pinto Rojas, 2019)

Uno de los factores más críticos por el cual suceden estas incidencias es la falta de capacitación técnica del personal operativo el cual no cuenta con la suficiente información técnica y actualizada para la interpretación de planos, particularmente se ha detectado que existe un gran desconocimiento de los equipos instalados en los tableros lo que genera principalmente errores de conexión. (Ortiz Panchano & Pinzón Pérez, 2021)

Otro detonante en la deficiencia de la gestión de los proyectos es la falta de un seguimiento constante por parte del administrador o el responsable de dichos proyectos, es muy común que en estos casos los proyectos avancen sin la adecuada supervisión por lo que no se lleva un control oportuno impidiendo detectar a tiempo los errores. (Betancur Toro, Vélez Caballero, Rincón Rodríguez, Gómez Rueda, & Rincón Martínez, 2021)

1.2 La pregunta de investigación

¿Qué metodología de gestión de proyectos es aplicable para mejorar los procesos y la etapa productiva en la fabricación y ensamble de tableros eléctricos en empresas tableristas?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta metodológica basada en principios ágiles para mejorar los procesos productivos en la fabricación y ensamble de tableros eléctricos en empresas tableristas.

1.3.2 Objetivos específicos

Analizar los conceptos, herramientas y enfoques de metodologías ágiles aplicadas en entornos industriales mediante una revisión documental.

Evaluar la adecuación de diversas metodologías ágiles para su implementación en procesos productivos de fabricación y ensamble de tableros eléctricos.

Diseñar un esquema metodológico ágil que permita orientar futuras estrategias de mejora continua en empresas tableristas.

1.4 Justificación de la investigación

El presente proyecto de investigación es crucial para el campo de la gestión de proyectos, ya que propone una posible solución basada en metodologías ágiles para mejorar los procesos productivos en la fabricación y ensamble de tableros eléctricos. Teniendo como fundamento principal la necesidad de entregar productos seguros, confiables y eficientes, al implementar teorías de trabajo ágiles, como es el caso de Scrum o Kanban, permite estructurar los proyectos de producción con alta adaptabilidad y ciclos de mejora continua. Para la aplicación de marcos de trabajo ágiles como Scrum en entornos industriales se demuestra que la adaptabilidad y flexibilidad propias de estas metodologías pueden ser trasladadas con éxito a proyectos de

fabricación, siempre que se realicen ajustes en la práctica de estas metodologías. (Fernández Hernández, 2021)

Para el caso de las empresas tableristas donde son frecuentes los reprocesos por fallas técnicas u operativas, adoptar una metodología de proyectos ágil nos va a ofrecer diversos beneficios, en los nos permitirá detectar errores rápidamente, mejorar la comunicación y reducir desperdicios mediante iteraciones regulares. Citando el proyecto investigativo de (Cárdenas Martínez & Quintana Pulido, 2020), se mostraron evidencias sobre el potencial de las metodologías ágiles en la mejora de proyectos en la industria plástica de Cundinamarca, destacando el impacto positivo que estas tienen en la productividad, colaboración y enfoque en valor. Esta misma lógica, adaptada a la producción de tableros eléctricos, puede ser decisiva para disminuir reprocesos y optimizar recursos.

Teniendo en cuenta la gran problemática que presentan las empresas tableristas y lo que sucedería al no abordar y atacar dichas falencias dentro de estas empresas podríamos tener varias repercusiones: Primero, la persistencia de reprocesos impacta directamente en los indicadores de calidad, costo y tiempo, lo cual disminuye la competitividad de estas empresas en un mercado el cual cada día es más competitivo. Segundo en un entorno tecnológico en evolución constante y en el cual se implementan metodologías contemporáneas, las empresas que no adopten estas nuevas estrategias que les den más versatilidad perderán agilidad frente a cambios en normativas, tecnología o exigencias propias de los clientes. (Fernández Hernández, 2021)

Teniendo en cuenta los impactos que generarían el no diseñar soluciones metodológicas específicas para el contexto productivo tablerista, dichas empresas seguirán arrastrando errores operativos, incurrirán en sobrecostos por reprocesos, enfrentarán demoras en entregas y carecerán de una estructura sólida para responder a las exigencias propias del sector. Esto no solo pone en riesgo su subsistencia, sino que también pone en riesgo oportunidades laborales, progreso profesional, progreso en el desarrollo social y organizacional en el sector eléctrico local. (Abellás Rodríguez, 2024)

Como objetivo principal al diseñar una propuesta metodológica sin comprometer a la implementación de esta, mantengo firmemente una postura netamente académica, sin asumir resultados que dependen de una fase de implementación operativa. Este enfoque me permite en esta investigación generar una base entre un planteamiento del diseño teórico y la aplicación

práctica, generando conocimientos sobre cómo estructurar una gestión ágil en entornos industriales, enriqueciendo documentos ya existentes en gestión de proyectos productivos.

2 MARCO DE REFERENCIA

2.1 Marco de Antecedentes

A nivel global las metodologías ágiles juegan un papel importante en diversas industrias, como lo podemos evidenciar en la investigación de Armendáriz Hidalgo (2022), en la cual nos muestra la integración de la metodología ágil Scrum dentro del sistema de gestión de calidad bajo la norma ISO 9001:2015 en una empresa del sector manufacturero dedicada a la fabricación de grifería. El estudio demuestra que la implementación de esta metodología permitió una mejora significativa en la coordinación de equipos, la solución temprana de errores en los procesos productivos, y se evidenció una reducción en los costos operativos, una mayor eficiencia y una mejora sustancial en la satisfacción del cliente. (Armendáriz Hidalgo, 2022)

De una manera similar, Lozano Argel (2013) analiza la metodología Scrum en empresas de desarrollo de software para complementar el modelo CMMI (Capability Maturity Model Integration). Esta tesis nos muestra que, si bien existen retos en la integración debido a las diferencias en la estructura y el enfoque de ambas metodologías, también se identifican beneficios. Por un lado, CMMI aporta la rigurosidad en la documentación, evaluación de procesos y control, mientras que Scrum contribuye con la flexibilidad, adaptabilidad y enfoque en la gestión de proyectos. La coexistencia de ambos marcos permite a las organizaciones mantener estándares de calidad exigentes sin dejar a un lado la agilidad en la toma de decisiones y la ejecución de tareas, lo cual es altamente valioso en entornos cambiantes. (Lozano Argel, 2013)

Asímismo, en su tesis investigativa Vázquez López (2021) nos presenta una investigación aplicada sobre la implementación de metodologías ágiles, específicamente Scrum en proyectos de organización industrial, Esta monografía inicia con una introducción de varias metodologías ágiles, pero profundiza especialmente en Scrum, describiendo sus procesos, lo que permite comprender cómo encaja este marco dentro del contexto industrial. De igual manera resalta la importancia de adaptar Scrum al contexto específico, de cómo los roles y tiempos deben ajustarse según la disponibilidad de los recursos disponibles de los procesos industriales. (Vázquez López, 2021)

Destacando una vez más la importancia de las metodologías ágiles en el ensayo planteado por Cárdenas Martínez y Quintana Pulido (2020), se resalta la aplicabilidad de metodologías ágiles en proyectos de la industria plástica en Cundinamarca, mostrando que, a

pesar del desconocimiento de estas metodologías ágiles, existen bases para su implementación en cualquier sector. La investigación, que realizo en múltiples empresas del sector, revela que, aunque solo un 15 % reconoce aplicar métodos ágiles, lo que limita su desempeño generando barreras técnicas, culturales y organizativas. (Cárdenas Martínez & Quintana Pulido, 2020)

Tomando como base una metodología diferente Campuzano Zapata (2010). En su tesis, busca estructurar la implementación el modelo Kanban en una planta de fabricación de transformadores de distribución. El trabajo se apoya en principios de mejora continua que sirven de base teórica para adaptar el flujo de producción en línea. Mediante una simulación con Simul8, en la cual se busca evaluar los efectos del sistema Kanban sobre el inventario, procesos, tiempos de ciclo y cuellos de botella, comparando escenarios antes y después de la implementación. El análisis contempla aplicaciones prácticas como lo es el etiquetado de productos y el uso de tableros Kanban para gestionar visualmente el flujo de materiales. Con el fin de disminuir los tiempos muertos, lo que impactaría mejorando la eficiencia operativa. (Campuzano Zapata, 2010)

Reforzando el modelo Kanban Moposita Centeno (2017), presenta una aplicación práctica para esta metodología en la industria local del calzado masculino, a través de un estudio de tiempos y balanceo de línea, los autores identifican cuellos de botella y cargas desiguales entre estaciones de trabajo, lo cual impacta negativamente en la eficiencia productiva. Con base en este diagnóstico, diseñaron e implementaron un sistema de tableros Kanban como herramienta de control visual y señalización de producción, permitiendo sincronizar el ritmo de trabajo entre las distintas áreas. Buscando una reducción significativa de despilfarros de material, así mismo busca un equilibrio en las cargas laborales y disminución de tiempos muertos, lo que conlleva una mejora en la entrega oportuna del producto, generando una elevada rentabilidad operativa gracias al control automatizado del flujo de materiales. (Moposita Centeno, 2017)

De igual manera destacando otra metodología ágil en su ensayo Mogrovejo Rosas y Chipana Ramírez (2024), nos presentan un modelo Lean Manufacturing adaptado al área de ensamble de equipos eléctricos dentro del sector energético apoyándose en el Ciclo de Deming (PHVA), plantean una mejora continua para identificar cuellos de botella y reprocesos específicos del área de ensamblaje. En la fase de ejecución implementan técnicas de layout sistemático y Just in Time, mientras que en la verificación aplican sistemas de control visual y poka-yoke para prevenir errores, destacando cómo el enfoque ágil y lean puede trasladarse a entornos de producción eléctrica, fortaleciendo la eficiencia operativa, visibilidad de procesos y fiabilidad del sistema productivo. (Mogrovejo Rosas & Chipana Ramírez, 2024)

Asimismo, en su tesis de maestría, Hernández Palacios (2013), destaca la aplicación del modelo de Lean Manufacturing como sistema de trabajo en empresas industriales de manufactura. El autor describe detalladamente cómo se incorporaron herramientas clave del sistema Toyota como para identificar y eliminar desperdicios en la línea de producción. A través de un diagnóstico inicial se detectaron cuellos de botella en áreas como ensamblaje y manejo de materiales, lo que afectaba los tiempos de ciclo y generaba inventarios innecesarios. Durante la implementación, se reorganizaron los espacios de trabajo según la filosofía Lean, se estandarizaron procedimientos operativos y se establecieron rutinas de control visual para facilitar la detección y corrección temprana de errores, al involucrar a los trabajadores en la mejora continua y fortalecer su compromiso. (Hernandez Palacios, 2013)

De la misma manera Celis Arroyo (2025), implementa herramientas de Lean Manufacturing con el propósito de incrementar el OEE (Overall Equipment Effectiveness) en una empresa del sector agroquímico La investigación se centra en la aplicación de técnicas como 5S, estandarización de procesos, y análisis de balance de línea, con el objetivo de identificar y eliminar desperdicios operacionales. A través de un diagnóstico inicial, la autora detecta problemas significativos en la organización del área productiva, afectando el desempeño de los equipos y generando tiempos muertos elevados, esta metodología se propone con el fin de resaltar una mejora del OEE desde niveles bajos hasta una eficiencia superior reforzando la idea de que Lean Manufacturing no solo optimiza procesos, sino que también promueve una cultura de mejora continua y empoderamiento del personal operativo. (Celis Arroyo, 2025)

Por otra parte, me permito destacar la tesis de Castañeda Valencia (2022), en donde se plantea un modelo híbrido que busca optimizar el desempeño de pequeñas y medianas empresas industriales manufactureras. La investigación se centra en la gestión por procesos, tecnologías de automatización (como sensores IoT y sistemas ciber físicos) y la metodología Lean Six Sigma, para establecer un diagnóstico preciso de las áreas críticas, entre ellas reprocesos, tiempos muertos y desperdicios. A partir de esta metodología se busca reducir costos y elevar la calidad del producto final sin grandes inversiones iniciales. (Castañeda Valencia, 2022)

2.2 Marco Teórico

El marco teórico de esta investigación se centra en la adopción de metodologías ágiles como Scrum y Kanban en la gestión de proyectos, especialmente en contextos donde la rapidez de respuesta y la adaptabilidad son clave. Para ser aplicados a la industria tablerista con el fin de promover una dinámica iterativa que permita adaptarse a los cambios con mayor eficiencia. Esto implica una redefinición profunda de los roles dentro del equipo, la forma en que se comunican los avances y cómo se mide el éxito del proyecto. En sectores industriales, donde históricamente ha predominado una gestión más lineal, la implementación de marcos ágiles ha mejorado la capacidad de respuesta ante errores, reducido los tiempos de entrega y fomentado una cultura de mejora continua.

2.2.1 Origen de las metodologías ágiles

Las metodologías ágiles surgieron a finales del siglo XX como una respuesta a los problemas persistentes en la gestión de proyectos de desarrollo de software. Durante décadas, el enfoque tradicional de gestión en cascada (waterfall) dominó la industria, pero su rigidez, excesiva planificación anticipada y baja capacidad de adaptación al cambio generaban proyectos costosos, lentos y frecuentemente fallidos (Highsmith, 2002). Ante esta realidad, un grupo de 17 expertos en desarrollo de software se reunió en 2001 en Snowbird, Utah (EE. UU.) para replantear los principios de trabajo. De este encuentro nació el Manifiesto Ágil, documento fundacional que marcó un antes y un después en la manera de concebir la gestión de proyectos. (Beck, 2001)

Entre los participantes más destacados en la redacción del manifiesto se encontraban Kent Beck creador de eXtreme Programming, Jeff Sutherland y Ken Schwaber co-creadores de Scrum, Martin Fowler experto en arquitectura de software y Robert C. Martin promotor de buenas prácticas de programación. Este grupo acordó cuatro valores fundamentales: “individuos e interacciones sobre procesos y herramientas, software funcionando sobre documentación extensiva, colaboración con el cliente sobre negociación contractual y respuesta ante el cambio sobre seguir un plan”. Además, se definieron doce principios que sirven de guía práctica para

fomentar equipos autoorganizados, entregas frecuentes, simplicidad y mejora continua. (Beck, 2001), (SENTRIO, 2021)

Así mismo Lean Manufacturing tiene sus raíces en el sistema de producción de Toyota (Toyota Production System, TPS), desarrollado en Japón tras la Segunda Guerra Mundial por Taiichi Ohno y Shigeo Shingo. Este enfoque nació como una alternativa a los métodos de producción masiva aplicados en Occidente, centrándose en la eliminación sistemática de los *desperdicios* (muda) en todas las etapas del proceso. Lean promueve principios como la producción justo a tiempo (JIT), la mejora continua (kaizen), la calidad desde el origen (jidoka) y la estandarización de procesos. Con el tiempo, Lean ha sido adaptado no solo a la manufactura, sino también a sectores como la salud, la construcción y los servicios. (Taiichi, 1988)

2.2.2 Metodologías ágiles en gerencia de proyectos

Las metodologías ágiles han demostrado ser herramientas versátiles y efectivas en diversos sectores, especialmente en pequeñas y medianas empresas que enfrentan entornos cambiantes y altamente competitivos. Mondragón Rodas et al. (2020) nos muestra esta adaptabilidad al implementar una metodología estratégica basada en Scrum para una microempresa del sector arquitectura, logrando aumentos significativos en productividad (60 %) y rentabilidad (44 %), incluso en medio de la pandemia, lo cual refleja cómo la agilidad puede sostener el rendimiento organizacional en escenarios de alta incertidumbre.

En contextos industriales donde los flujos de trabajo son altamente estructurados, (Fernández Hernández, 2021) demuestra cómo Scrum puede ajustarse mediante simulaciones comparativas, su estudio valida que estos ajustes permiten una mejor detección temprana de errores y mayor control iterativo, lo que representa una mejora directa en la calidad del producto y la eficiencia operativa en entornos de manufactura.

Complementando estas experiencias Figueroa Arévalo et al. (2023) proponen una guía para la implementación de metodologías ágiles en empresas tradicionales, resaltando que más allá de la técnica, existen barreras culturales y organizacionales que deben ser abordadas estratégicamente. Su propuesta combina la teoría de los marcos ágiles con estrategias de transición para contextos jerárquicos, lo cual es crucial para el éxito de cualquier implementación.

Así mismo Villamar Macias & Sarango Castillo (2022) aplican Scrum en una empresa de logística, demostrando que esta metodología también mejora la rapidez de las entregas, la satisfacción del cliente y el rendimiento general de los equipos de TI. Este caso muestra que las metodologías ágiles no solo son aplicables al desarrollo de software, sino también a operaciones complejas que requieren eficiencia y capacidad de respuesta continua.

Por otro lado, la tesis realizada por Mera Figueroa (2021), quien desarrolló un modelo de implementación Kanban en el área de almacén de materiales de la empresa Eternit. En su trabajo, la autora plantea que, mediante un sistema visual de tarjetas, se puede regular de forma efectiva el flujo de materiales, evitando tanto el sobre almacenamiento como la escasez de insumos en planta. La propuesta incluyó indicadores clave para medir productividad y tiempos de reposición, demostrando que una adecuada implementación de Kanban no solo facilita el control de inventario, sino que también mejora directamente el desempeño operativo de las áreas involucradas. El impacto positivo se evidenció en la disminución de tiempos de espera y en la optimización de la comunicación entre áreas logísticas y productivas.

De forma similar Trujillo Yeladaky (2017) elaboró una propuesta para la aplicación de Kanban en el proceso de producción de la empresa Heritage Home Group en Mérida, Yucatán. En este caso, el autor partió de un diagnóstico de las ineficiencias existentes en el flujo de materiales y propuso un sistema de tarjetas físicas para señalar necesidades de reabastecimiento entre estaciones de trabajo. El estudio concluyó que, al utilizar Kanban, se logró reducir el tiempo de ciclo de producción, eliminar cuellos de botella y generar un entorno más ordenado y predecible en la planta de manufactura. Además, se resalta que la implementación del sistema no requiere grandes inversiones tecnológicas, lo que lo hace viable incluso en pequeñas y medianas empresas manufactureras.

2.3 Marco normativo

La fabricación y ensamblaje de tableros eléctricos está regulada por un conjunto de normativas técnicas y estándares internacionales que buscan garantizar la seguridad eléctrica, la confiabilidad operativa y el cumplimiento con los requisitos legales en los entornos industriales. En este contexto, se destacan normas cuya aplicación es fundamental para asegurar la calidad y conformidad de los productos eléctricos.

La IEC 61439 es la norma internacional que establece los requisitos para los ensamblajes de baja tensión (ensamblajes de aparamenta y conjuntos de control). Esta norma reemplaza a la antigua IEC 60439 y tiene como propósito principal asegurar que los tableros eléctricos sean diseñados y construidos de manera segura, cumpliendo con condiciones de temperatura, cortocircuito, aislamiento y compatibilidad electromagnética. La norma introduce conceptos como el "verificado por diseño" y el "verificado por ensayo", que permiten validar las características eléctricas y mecánicas del tablero. (IEC, 2020)

Por su parte, la NTC 2050 (Segunda Actualización), adoptada en Colombia, constituye el equivalente nacional del Código Eléctrico Nacional (NEC), y proporciona lineamientos generales sobre instalaciones eléctricas seguras en edificaciones. Esta norma incluye disposiciones relacionadas con la correcta selección y uso de materiales, métodos de instalación, protecciones contra sobrecorrientes, conexión a tierra y condiciones ambientales. En el marco de la fabricación de tableros, su cumplimiento asegura la compatibilidad con los sistemas de distribución eléctrica nacionales. (NTC 2050, 2020)

El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE 2024), de carácter obligatorio en Colombia, integra disposiciones específicas en cuanto a la conformidad de productos eléctricos, protección de la vida humana, eficiencia energética y compatibilidad ambiental. En su actualización 2024, el RETIE fortalece los requisitos técnicos aplicables a tableros eléctricos ensamblados localmente, incluyendo pruebas de tipo, certificaciones, protecciones diferenciales, grado de protección IP y etiquetado. Su cumplimiento es indispensable para garantizar la comercialización legal y segura de estos equipos en el país. (RETIE, 2024)

La norma UL 891, de origen estadounidense, regula los tableros eléctricos de distribución metálicos de baja tensión. Esta norma es particularmente relevante para productos fabricados para mercados internacionales o bajo especificaciones de clientes multinacionales. UL 891 especifica los ensayos eléctricos, mecánicos y ambientales que deben cumplir los tableros para ser considerados seguros, incluyendo pruebas de arco eléctrico, ciclos térmicos y resistencia estructural. (UL 891, 2022)

Finalmente, la IEC 60529 define el sistema de clasificación IP (Ingress Protection), que califica el grado de protección que ofrece un envolvente contra el ingreso de cuerpos sólidos y agua. Esta norma es especialmente importante para determinar el uso de tableros en ambientes industriales con humedad, polvo, exposición a chorros de agua o riesgo de contacto accidental.

La selección correcta del grado IP garantiza la durabilidad y el rendimiento seguro del tablero.
(IEC 60529, 2013)

En conjunto, estas normas constituyen el marco normativo esencial que guía la ingeniería, diseño, fabricación e instalación de tableros eléctricos en el ámbito industrial, siendo la base para garantizar la seguridad eléctrica, la calidad del producto y el cumplimiento regulatorio tanto a nivel nacional como internacional.

3 METODOLOGÍA

3.1 Enfoque y alcance de la investigación

Este proyecto de investigación se realiza partiendo de un enfoque cualitativo, dado que busca comprender las causas operacionales y formativas que originan los reprocesos en la fabricación y ensamble de tableros eléctricos en empresas tableristas. El alcance temático de esta investigación se centra en el análisis de las dinámicas internas de los procesos productivos, el conocimiento técnico y normativo principalmente las normas IEC y RETIE por parte del personal operativo, así como la identificación de las barreras organizacionales que afectan la eficiencia, calidad y cumplimiento técnico en la producción.

Desde un punto de vista espacial, la investigación se centra en pequeñas y medianas empresas tableristas de Colombia, del sector eléctrico industrial. En cuanto al alcance temporal, este estudio se desarrollará durante el año 2025, abordando tanto el diagnóstico actual de los procesos productivos como la formulación de una propuesta metodológica ágil que pueda contribuir a la mejora continua en el sector.

Para ello, se realizará un análisis documental exhaustivo centrado en experiencias previas en la implementación de metodologías ágiles en contextos industriales, como es el caso de sectores manufactura, logística, ensamble y automatización, con el objetivo de identificar herramientas adaptables al sector eléctrico, específicamente en empresas dedicadas a la fabricación de tableros eléctricos, lo que permitirá fundamentar una propuesta metodológica coherente con sus necesidades y orientada a promover la mejora continua de sus procesos productivos.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Definición de la población

La población objeto de esta investigación está constituida por 20 documentos técnicos, monografías, tesis de grado y proyectos académicos desarrollados en torno a la aplicación de metodologías ágiles en sectores industriales. Esta población incluye estudios de caso,

propuestas metodológicas y análisis teóricos que se enfocan en la implementación de marcos ágiles como Scrum, Kanban, Lean Manufacturing y otras variantes en contextos como manufactura, ensamble, logística y producción eléctrica. Esta población documental proporciona la base empírica y conceptual para fundamentar la propuesta metodológica planteada en este estudio.

3.2.2 Cálculo y selección de la muestra

La muestra seleccionada para esta investigación es de tipo no probabilística por conveniencia, ya que se eligen aquellos documentos entre monografías y tesis académicas que se encuentran disponibles en repositorios institucionales confiables y que abordan la aplicación de metodologías ágiles en contextos industriales. El tamaño de la muestra es finito y fue delimitado en 4 documentos con relevancia temática, pertinencia metodológica y aplicabilidad al sector de fabricación y ensamble de tableros eléctricos. Adicionalmente, se estableció como criterio de inclusión que los documentos seleccionados correspondan a los últimos cinco años, con el fin de asegurar la actualidad y vigencia de la información analizada.

3.2.3 Recolección de datos

Dado que el proceso de recolección de datos se orientó bajo un enfoque cualitativo de carácter documental, centrado en la identificación, selección y análisis de fuentes académicas y técnicas relacionadas con la aplicación de metodologías ágiles en entornos industriales. La intención fue establecer patrones, buenas prácticas y resultados medibles que puedan servir de referencia para su futura implementación en el sector tablerista, particularmente en procesos de ensamblaje, control de calidad y gestión de proyectos eléctricos.

3.3 Instrumento(s)

Dado que la presente investigación se enmarca dentro de un enfoque cualitativo, el método seleccionado para la recolección de datos será el análisis documental. Lo que resulta adecuado para estudios que buscan interpretar fenómenos desde la revisión crítica de información existente, especialmente donde la experiencia previa y la sistematización de casos constituyen una fuente de conocimiento. En este caso, se realizará un examen de fuentes

secundarias como monografías, tesis de especialización y maestría, artículos académicos, informes técnicos y documentos institucionales que aborden la aplicación de metodologías ágiles en diferentes sectores industriales. El análisis se centrará en experiencias documentadas de implementación de marcos como Scrum, Kanban, Lean Development o eXtreme Programming (XP) en contextos como manufactura, ensamblaje, logística y automatización.

El objetivo principal será identificar principios, herramientas, estrategias y resultados obtenidos en dichos entornos, de manera que esta información pueda adaptarse al caso específico de empresas tableristas dedicadas a la fabricación y ensamble de tableros eléctricos. Priorizando aquellos documentos que presenten un enfoque práctico, con datos observables sobre impactos en eficiencia, calidad y gestión de procesos.

3.4 Descripción de procedimientos

El desarrollo de esta investigación seguirá procedimientos organizados en tres fases recolección, análisis e interpretación de la información. En la fase inicial, se realizará la identificación y selección de documentos pertinentes, basados por los criterios previamente establecidos en la delimitación de la muestra: documentos académicos publicados entre 2020 y 2025, disponibles en repositorios universitarios y bases de datos confiables, que aborden la aplicación de metodologías ágiles en sectores industriales. Este proceso incluirá el uso de palabras clave como Scrum, Kanban, Lean Manufacturing, metodologías ágiles industriales, entre otros.

Una vez recopilados los documentos, en la segunda fase se llevará a cabo el análisis documental, seguida por la extracción de información relevante relacionada con los principios ágiles aplicados, contextos industriales en los que fueron implementados, herramientas utilizadas y beneficios para estructurar la información, se empleará una matriz de análisis cualitativo que permita organizar los datos de manera sistemática, facilitando su comparación e interpretación.

En la fase final se categorizarán los elementos comunes entre las distintas experiencias documentadas, identificando patrones, buenas prácticas y factores clave de éxito en la implementación de metodologías ágiles. Esta interpretación permitirá fundamentar teóricamente la propuesta metodológica planteada en la investigación, ajustándola a las características específicas de las empresas tableristas del sector eléctrico en Colombia.

3.5 Matriz de análisis

Para la presente investigación se diseñó una matriz de análisis cualitativo como instrumento principal de recolección, organización y sistematización de la información. Esta herramienta metodológica permite analizar de forma estructurada y comparativa los hallazgos obtenidos de los documentos académicos seleccionados monografías, tesis, artículos científicos y reportes técnicos relacionados con la aplicación de metodologías ágiles en sectores industriales, publicados entre los años 2020 y 2025.

El diseño de la matriz tiene como propósito facilitar la identificación, clasificación y análisis temático de la información más relevante para el estudio, permitiendo establecer conexiones entre los diferentes enfoques, contextos industriales y resultados obtenidos en la implementación de marcos ágiles como Scrum, Kanban, Lean Manufacturing, eXtreme Programming (XP), entre otros. De esta manera, el instrumento no solo recopila datos, sino que también permite detectar tendencias, similitudes, diferencias y buenas prácticas documentadas en diversas investigaciones previas.

Asimismo, la matriz constituye una herramienta de apoyo esencial para el proceso de interpretación cualitativa, al proporcionar un marco estructurado que facilita la codificación de la información y el análisis cruzado entre categorías como: sector industrial, tipo de metodología aplicada, modelo de adaptación, objetivos perseguidos y resultados obtenidos, garantizando la coherencia entre la evidencia documental y el desarrollo de la propuesta metodológica planteada en la investigación.

En términos operativos, el uso de la matriz permitirá mantener un registro claro, trazable y verificable de las fuentes analizadas, fortaleciendo la transparencia y la validez del proceso investigativo. Además, al centrarse en documentos recientes, asegura que la información utilizada refleje las tendencias actuales y los avances contemporáneos en la aplicación de metodologías ágiles dentro de entornos industriales, lo que aporta pertinencia y actualidad al estudio.

La matriz se encuentra conformada por seis campos principales que sirven como guía para la clasificación, contraste y análisis detallado de los datos obtenidos de cada fuente documental.

- **Ítem:** Identifica el número de registro del documento analizado.
- **Referencia bibliográfica:** Contiene la cita completa en formato APA, permitiendo la trazabilidad académica.
- **Sector industrial:** Describe el contexto o industria donde se aplicó la metodología ágil (por ejemplo, manufactura, logística, automotriz, eléctrica, entre otros).
- **Objetivo:** Resume el propósito central del estudio o proyecto.
- **Metodología aplicada:** Indica el marco ágil implementado (Scrum, Kanban, Lean, XP, etc.) o su combinación con otras metodologías de gestión.
- **Modelo de adaptación:** Explica cómo se ajustó la metodología al entorno específico, señalando prácticas, herramientas o fases modificadas según las necesidades del contexto industrial.

Para una visualización ampliada y detallada de la matriz empleada como instrumento de recolección y análisis cualitativo, se invita al lector a dirigirse al *Anexo 1*, en el cual se expone íntegramente su diseño, categorías y criterios de organización.

3.6 Aplicación de la matriz de análisis

Cada documento seleccionado será sometido a una lectura crítica y reflexiva, con el propósito de identificar la información más relevante que contribuya al cumplimiento de los objetivos de esta investigación. En esta fase se analizarán detalladamente los enfoques metodológicos, los resultados obtenidos y las conclusiones planteadas por los autores, poniendo especial énfasis en comprender cómo las metodologías ágiles como: Scrum, Kanban y Lean Manufacturing han sido implementadas y adaptadas en distintos contextos industriales. La información extraída se registrará de manera organizada en la matriz de análisis cualitativo, asegurando la trazabilidad de los datos, la rigurosidad del proceso y la coherencia entre las fuentes seleccionadas.

Posteriormente, se realizará un proceso de categorización temática para clasificar los hallazgos de acuerdo con variables clave como: tipo de industria, metodología ágil utilizada, nivel de adaptación, herramientas implementadas, resultados alcanzados y dificultades enfrentadas.

Esta fase permitirá identificar patrones de comportamiento, coincidencias, divergencias y buenas prácticas entre las diferentes experiencias documentadas, con el fin de analizar su pertinencia y aplicabilidad al contexto de las empresas dedicadas a la fabricación y ensamble de tableros eléctricos.

A partir de este análisis comparativo se desarrollará una propuesta metodológica contextualizada, fundamentada en la evidencia documental recopilada, que responda a las necesidades reales del sector tablerista. Esta propuesta buscará orientar la implementación de metodologías ágiles para optimizar los procesos productivos, reducir los reprocesos y fortalecer la eficiencia operativa. Finalmente, los resultados del análisis documental serán interpretados desde una perspectiva crítica, permitiendo establecer vínculos entre las experiencias académicas previas y las condiciones específicas del entorno industrial colombiano, garantizando que las conclusiones y recomendaciones formuladas sean aplicables, pertinentes y alineadas con las exigencias técnicas del sector eléctrico.

3.6.1 Origen, preparación y organización de los datos

Los documentos se recopilaron en formato digital (.PDF y .DOCX) y se organizaron en una carpeta estructurada por tipo de fuente: académicas, normativas y técnicas. Posteriormente, cada documento fue revisado y sometido a un proceso de limpieza y preparación, que incluyó:

- Verificación de la autenticidad y procedencia del documento.
- Conversión a texto editable para facilitar la lectura y el análisis.
- Subrayado y extracción de fragmentos relevantes.
- Registro de metadatos (autor, año, tipo de documento, metodología empleada y hallazgos clave).

Durante la lectura, se identificarán temas recurrentes y categorías iniciales que servirán como base para la codificación posterior, entre ellas se destacan:

- Gestión del cambio y resistencia organizacional.
- Comunicación y trabajo colaborativo.
- Planificación y control en entornos industriales.
- Calidad, trazabilidad y cumplimiento normativo.

- Alineación entre metodologías ágiles y procesos técnicos eléctricos.

Estas categorías emergentes representan los principales ejes de análisis que permitirán adaptar los principios ágiles a la realidad operativa del sector tablerista.

3.7 Consideraciones éticas

El desarrollo de este proyecto reconoce la importancia de actuar con responsabilidad y respeto hacia la producción intelectual de otros autores. Aunque la investigación se basa exclusivamente en el análisis documental y no involucra la participación directa de personas, se asumió un compromiso ético con el uso cuidadoso, honesto y transparente de toda la información consultada. Cada documento académico monografías, tesis, artículos o reportes técnicos fue revisado con el propósito de comprender y valorar el trabajo de investigación realizado previamente, citando correctamente a sus autores y respetando sus aportes sin alterarlos ni interpretarlos de manera inapropiada.

Asimismo, se procuró utilizar únicamente fuentes de acceso público o institucional, evitando cualquier material cuya distribución no fuese legítima. Durante el análisis, se buscó mantener una mirada imparcial y respetuosa, reconociendo que detrás de cada estudio hay experiencias, contextos y realidades que deben ser tratadas con rigor y sensibilidad académica.

En esa misma línea, las conclusiones que se presentan en esta monografía reflejan con fidelidad la evidencia encontrada, evitando generalizaciones injustificadas o afirmaciones carentes de sustento. Este compromiso ético responde no solo a lineamientos académicos, sino también a la convicción personal de que la investigación debe construirse desde la integridad, el respeto y la responsabilidad con el conocimiento.

4 ANALISIS DE DATOS

El análisis de datos realizado en esta investigación se fundamenta en un enfoque cualitativo y se desarrolla mediante un ejercicio sistemático de revisión y categorización de información proveniente de cuatro documentos académicos (tesis, monografías y artículos) publicados entre 2020 y 2025, seleccionados por conveniencia. Estos documentos abordan la aplicación de metodologías ágiles en diversos contextos industriales y productivos, lo que permite identificar patrones comunes, estrategias de implementación, resultados operativos y modelos de adaptación que pueden ser transferidos o ajustados al entorno de las empresas tableristas. La revisión documental no solo permite reconocer cómo se han aplicado estas metodologías en diferentes sectores, sino también comprender los factores humanos, organizacionales y técnicos que influyen en su efectividad.

Este proceso analítico se orienta a generar una comprensión profunda sobre cómo Scrum, Kanban, Lean Manufacturing y otros enfoques ágiles han sido implementados y validados en la industria, identificando sus aportes a la eficiencia operacional, la reducción de errores, la mejora continua y la coordinación entre equipos. A través del análisis comparativo de los hallazgos documentales, se busca construir insumos sólidos y fundamentados que sirvan como base para la formulación de una propuesta metodológica ajustada a las necesidades específicas del sector tablerista, particularmente en relación con la fabricación y ensamble de tableros eléctricos. De esta manera, el análisis de datos constituye un puente entre la evidencia académica existente y el desarrollo de una solución metodológica pertinente y aplicable al contexto empresarial estudiado.

4.1 Procedimiento de análisis

El proceso analítico se desarrolló en tres fases metodológicas que permitieron organizar, codificar e interpretar la información documental de manera rigurosa y coherente con el enfoque cualitativo del estudio.

Fase 1: Lectura crítica de los documentos recopilados

En esta primera etapa se realizó una lectura exhaustiva, profunda y reflexiva de cada uno de los documentos recopilados. Esta revisión tuvo como propósito identificar elementos

esenciales que permitieran comprender la manera en que las metodologías ágiles han sido implementadas en distintos entornos industriales. Para ello, se analizaron cuidadosamente cinco componentes clave:

- Sector industrial analizado, con el fin de identificar similitudes o diferencias respecto al entorno tablerista.
- Objetivo principal del estudio, lo que permitió entender el propósito de cada investigación y su alcance operativo.
- Metodología ágil implementada, distinguiendo entre enfoques como Scrum, Kanban, Lean Manufacturing u otros.
- Proceso de adaptación del enfoque ágil, evaluando cómo se ajustaron las metodologías a cada contexto.
- Resultados o impactos obtenidos, tales como mejoras en eficiencia, reducción de errores, optimización del flujo de trabajo o fortalecimiento de la gestión interna.

Toda esta información ha sido registrada de manera organizada y sistemática en la siguiente matriz de análisis cualitativo diseñada como instrumento central de recolección de datos.

Tabla 1: Análisis de datos

Ítem	Referencia bibliográfica	Sector industrial	Objetivo	Metodología aplicada	Modelo de adaptación
1	Armendáriz Hidalgo, K. A. (2022). La metodología SCRUM en el Sistema de Gestión de Calidad en una empresa de xi manufactura de grifería.	Manufactura de grifería	Aplicación de la metodología Scrum a la gestión de calidad en una empresa de grifería	Scrum	Adaptaciones en herramientas/artefactos: El Product Backlog se gestiona con base en los requisitos de la norma ISO 9001:2015, priorizando las no conformidades de calidad o las oportunidades de mejora continua.
2	Abellás Rodríguez, L. (2024). Análisis del alcance de las herramientas ágiles en la industria 4.0. (paradigmas 7-12).	Industria 4.0 (Manufactura y Gestión de la Cadena de Suministro)	Evaluar la aplicabilidad de los métodos ágiles en el contexto de la Industria 4.0 y proponer un plan de	Metodologías Ágiles (General), con enfoque en la Integración de Tecnologías 4.0.	Adaptaciones culturales u organizacionales: Se enfoca en superar barreras como la resistencia al cambio y la falta de modelos tipo para la

			implementación		integración de tecnologías avanzadas (robótica, IA, Big Data).
3	Martín Fernández, I. G. (2024). Análisis del alcance de las herramientas agile en la industria 4.0 (paradigmas 1-6).	Industria 4.0 (Manufactura y Gestión de la Cadena de Suministro)	Evaluar la aplicabilidad de los métodos ágiles en la Industria 4.0 y proporcionar estrategias para superar los desafíos específicos de la industria	Metodologías Ágiles (General) y análisis de su convergencia con los Paradigmas 1-6 de la I4.0.	Adaptaciones culturales u organizacionales: Compromiso de la alta dirección, formación y capacitación de todo el personal, creación de equipos de trabajo ágiles multidisciplinares y autónomos, fomento de una cultura de innovación y adaptación
4	Uribe Garcia, L. C. (2017). Propuesta de mejora para la disminución de reprocesos en la empresa de confesiones sanmasser de la ciudad de Itagüí Antioquia.	Confecciones (Textil/Moda)	Proponer una mejora para la disminución de reprocesos en la empresa de confecciones SANMASSER	5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)	Adaptaciones al flujo productivo/herramientas: Aplicación de las 5S para mejorar la organización del puesto de trabajo y la eficiencia en la ubicación
5	Betancur Toro, M. H. et al. (2021). <i>Fallos en gerencia de proyectos: cinco casos de estudio en Colombia</i> .	Multisectorial: TI/Arquitectura Empresarial, Infraestructura Pública, Construcción Inmobiliaria, BPO/IA.	Analizar y consensuar las causas más frecuentes de fallos en proyectos colombianos para sistematizar lecciones aprendidas y mejorar la gestión del riesgo.	Estudio de Casos (cinco casos de fracaso) enfocado en la Gerencia de Proyectos (PMI, PM4R) y Gestión de Riesgos.	Adaptaciones de Metodología (Recomendación): Se recomienda tipificar los proyectos y construir estándares específicos según la tipología (TI, Infraestructura) para mejorar la ejecución.
6	Cárdenas Martínez, D. E. & Quintana Pulido, F. E. (2020). Análisis de la aplicabilidad de las metodologías ágiles para la gerencia de proyectos en la industria plástica de Cundinamarca.	Industria Plástica (Cundinamarca, Colombia).	Analizar la aplicabilidad de las metodologías ágiles, específicamente SCRUM y Kanban, en la gestión de proyectos de la industria plástica.	SCRUM y Kanban (Análisis de aplicabilidad mediante encuestas).	Adaptaciones al flujo productivo/herramientas: Se valida la aplicabilidad de las herramientas ágiles (como tableros Kanban y el Product Backlog) para visualizar y priorizar tareas dentro de un entorno de producción de plásticos

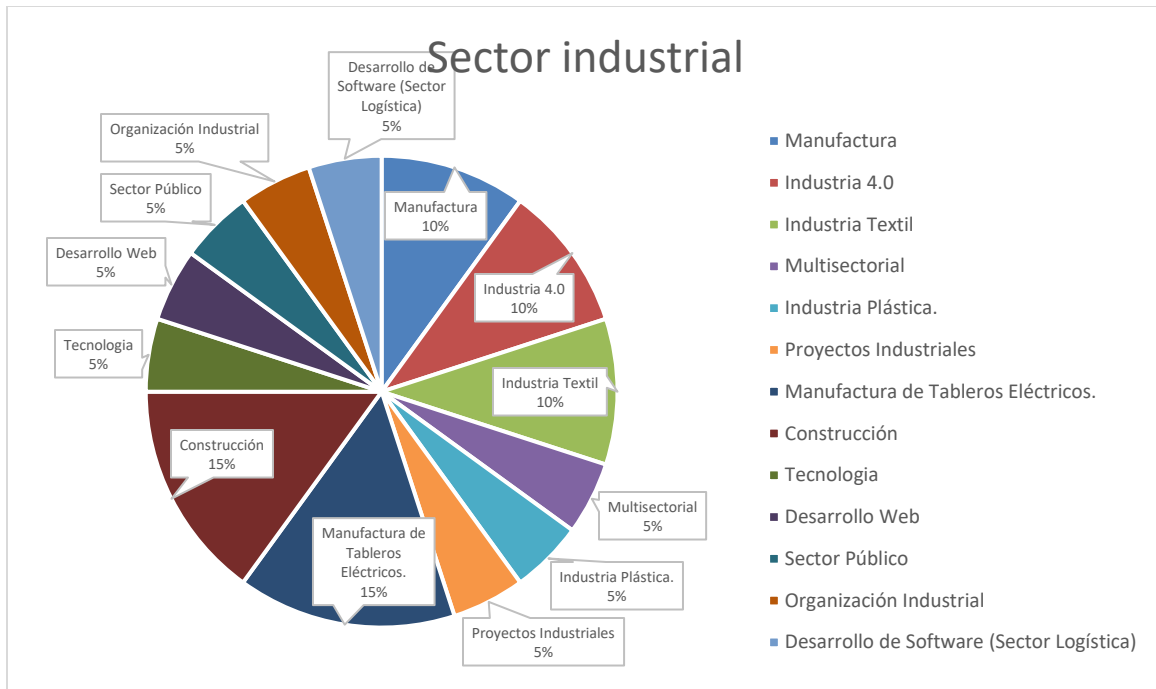
7	Fernández Hernández, T. (2021). Estudio de metodologías ágiles en la gestión de proyectos industriales	Proyectos Industriales (General)	Demostrar que el marco de trabajo SCRUM se puede aplicar a la gestión de proyectos industriales y simular su aplicación en un caso práctico real.	SCRUM (Aplicación simulada a un caso industrial)	Adaptaciones en eventos o ceremonias: Se detalla la necesidad de adaptar la duración de los Sprints y la frecuencia de las ceremonias para ajustarse a los hitos de fabricación y los plazos de entrega de la ingeniería.
8	Mancipe Bernal, C. A. & Ortiz Velasquez, J. E. (2019). Modernización del proceso de diseño y fabricación de tableros eléctricos de baja tensión para sistemas de bombeo estándar en la empresa VARIADORES	Manufactura de Tableros Eléctricos.	Modernizar el proceso de diseño y fabricación de tableros eléctricos de baja tensión estándar.	Gestión de Proyectos tradicional (enfoque en estandarización de diseño y procesos).	Adaptaciones en el flujo productivo: Estandarización de componentes (BOM), optimización de los procesos de ensamble y cableado para reducir el tiempo de ciclo y los costos de fabricación.
9	Moreno Castellanos, S. et al. (2019). Propuesta para la reducción de defectos de calidad en la fabricación del producto tableros eléctricos de mp electricos de Colombia	Manufactura de Tableros Eléctricos.	Proponer una metodología para la reducción de defectos de calidad en la fabricación de tableros eléctricos.	Ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) y Análisis de Causa Raíz (Ishikawa, Pareto).	Implementación de acciones de mejora basadas en el análisis de fallas y la aplicación del ciclo PHVA.
10	Palacios Chavarriaga, H. A. (2018). Diagnóstico de las fallas de proceso, reproceso y baja calidad en los productos de manufactura por mecanizado debido a la alta rotación de personal	Manufactura por Mecanizado (Metales).	Realizar un diagnóstico de las fallas de proceso, reproceso y baja calidad de productos, vinculadas a la alta rotación de personal.	Diagnóstico Organizacional y Análisis de Causa Raíz (enfoque en la gestión de personas).	Adaptaciones al flujo productivo/herramientas: Estandarización de las fichas de proceso de mecanizado y las tolerancias críticas para asegurar que el conocimiento se retenga en el sistema y no solo en el operario.
11	Ortiz Panchano, L. F. & Pinzón Pérez, J. A. (2021). Plan de mejora para disminuir los reprocesos en una empresa de maquila de ropa deportiva de la ciudad de tuluá, mediante la aplicación de la filosofía lean manufacturing.	Maquila de Ropa Deportiva (Textil/Confecciones).	Diseñar un plan de mejora para disminuir los reprocesos en el área de producción, utilizando la filosofía Lean Manufacturing.	Lean Manufacturing (Herramientas como VSM, 5S, poka-yoke y estandarización).	Adaptaciones en herramientas: Aplicación de Poka-Yoke (dispositivos anti-error) y la metodología 5S en el área de corte y ensamble para asegurar la calidad desde el origen.

	Unidad central del Valle del Cauca.				
12	Hincapié Atehortúa, E. A. (2022). La iteración como herramienta de gestión y planificación en el diseño de ejecución en proyectos de construcción.	Proyectos de Construcción	Estudiar la iteración como herramienta de gestión y planificación en el diseño de ejecución de proyectos de construcción.	Metodologías ágiles en general	Adaptación en la gestión y planificación de diseño de ejecución, utilizando la iteración como componente clave para la simulación de construcción y la reducción de incertidumbres.
13	Vergel López, D. E. et al. (2023). Formulación de una guía de la metodología ágil scrum para las empresas medianas y pequeñas de Colombia.	PyMEs (Medianas y Pequeñas) de Colombia (enfocadas en Gestión Tecnológica / Sistemas)	Formular una guía de implementación de la metodología ágil SCRUM adaptada a las necesidades de las PyMEs colombianas	SCRUM	Creación de una Guía de Implementación flexible para PyMEs colombianas, buscando un marco de trabajo que se adapte a sus capacidades y desarrollo de proyectos.
14	Romero Parra, M. E. (2024). Propuesta desde la gestión de proyectos para la implementación de la metodología ágil scrum para el desarrollo web.	Desarrollo Web	Proponer la implementación de la metodología ágil SCRUM para optimizar la ejecución de proyectos de desarrollo web y gestionar riesgos por cambios en requisitos.	SCRUM	Adaptaciones al flujo de trabajo: Integración de SCRUM para permitir la entrega incremental de valor, lo que facilita la revisión y ajuste del producto web en desarrollo.
15	Mera Figueroa, E. A. (2021). Propuesta de implementación del modelo kanban en el área de almacén de materiales para mejorar la productividad en la empresa eternit.	Manufactura de Materiales de Construcción (Eternit).	Proponer la implementación del modelo Kanban en el área de almacén para mejorar la productividad	Kanban (Modelo de gestión de flujo visual y control de inventario)	Adaptación del sistema Kanban de tarjetas y un tablero visual para el control de inventarios, buscando la reducción de faltantes y el incremento del flujo de trabajo en el almacén.
16	Mogrovejo rosas, j. A. & chipana ramírez, w. J. (2024). Propuesta de modelo de gestión para mejorar la productividad del área de ensamble	Sector Energía (Fabricación de equipos eléctricos y ensamblaje).	Proponer un modelo de gestión para mejorar la productividad del área de ensamble	Lean Manufacturing (Herramientas como VSM, Estandarización, 5S, SMED)	Adaptación del rediseño de la línea de ensamble de equipos eléctricos y la implementación de herramientas Lean como el Mapa

	mediante lean manufacturing en empresas del sector energía.		mediante Lean Manufacturing.		de Flujo de Valor (VSM) para eliminar cuellos de botella y reducir el tiempo de ciclo.
17	Villegas Wagner, L. N. et al. (2022). Implementación de metodologías ágiles para la gestión de proyectos de la Secretaría de Asuntos Internacionales de la Gobernación de Cundinamarca.	Sector Público	Diseñar un modelo para implementar metodologías ágiles en la gestión de proyectos de una entidad pública	Metodologías Ágiles (SCRUM y Kanban)	Adaptaciones culturales u organizacionales: Enfoque en la gestión del cambio y la capacitación del personal en la nueva cultura ágil.
18	Vazquez Lopez, N. (2021). Implementación de Metodologías Ágiles para gestión de proyectos de Organización Industrial.	Organización Industrial	Analizar la viabilidad e impacto de implementar metodologías ágiles en proyectos de Organización Industrial.	Metodologías Ágiles (SCRUM)	Adaptaciones al flujo productivo/proyectos: Uso del Product Backlog para priorizar los objetivos de mejora (ej. reducción de costes o aumento de la productividad) y el Sprint Backlog para las tareas de diseño e implementación de las mejoras.
19	Villamar Macías, M. Z. & Sarango Castillo, F. V. (2022). Implementación de metodología ágil scrum para el proceso de desarrollo de software en una empresa de logística.	Desarrollo de Software (Sector Logística)	Implementar la metodología ágil SCRUM para el desarrollo de software y optimizar el proceso de gestión de proyectos.	SCRUM	Adaptaciones al flujo de trabajo: Definición de un Product Backlog específico para el proyecto y uso de Sprints de corta duración para la gestión de riesgos y cambios.
20	Ayala Suarez, L. et al. (2023). Impactos de la implementación de metodologías ágiles en empresas del sector de construcción de Bogotá.	Sector Construcción	Analizar los impactos de la implementación de metodologías ágiles en microempresas del sector de construcción.	Metodologías Ágiles (General)	Adaptación de la implementación de metodologías ágiles (planeación flexible y entrega constante de valor) como solución a la falta de planificación adecuada y a las limitaciones de las metodologías predictivas en la construcción.

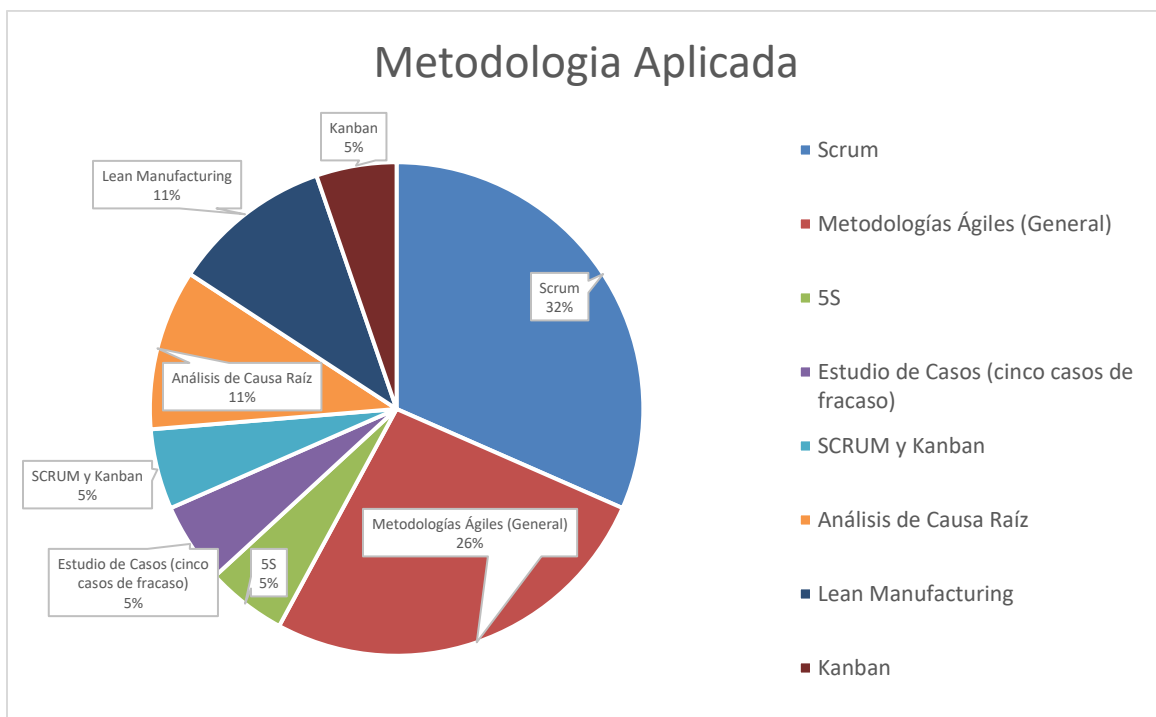
Elaboración propia basado en tesis y proyectos de grado existentes

Figura 1 Sectores industriales analizados



Fuente: Elaboración propia con instrumento aplicado

Figura 2 Metodologías ágiles analizadas



Fuente: Elaboración propia con instrumento aplicado

Fase 2: Codificación y categorización temática

Posteriormente, se procedió a la codificación temática, en la cual se identificaron y seleccionaron los documentos más relevantes. Este proceso permitió estructurar la información de acuerdo con temas comunes y variables clave, entre ellas:

Aplicabilidad de metodologías ágiles en entornos productivos

Factores de éxito y barreras de implementación

Ajustes metodológicos según el tipo de industria

Resultados operativos y organizacionales reportados

Esta etapa facilitó la comparación entre los casos revisados y permitió identificar patrones de comportamiento, estrategias comunes y diferencias relevantes según el tipo de sector industrial. La categorización también ayudó a visualizar tendencias y elementos replicables en el sector tablerista.

Tabla 2: Selección final de tesis

Ítem	Referencia bibliográfica	Sector industrial	Objetivo	Metodología aplicada	Modelo de adaptación
1	Armendáriz Hidalgo, K. A. (2022). La metodología SCRUM en el Sistema de Gestión de Calidad en una empresa de manufactura de grifería.	Manufactura de grifería	Aplicación de la metodología Scrum a la gestión de calidad en una empresa de grifería	Scrum	Adaptaciones en herramientas/artefactos: El Product Backlog se gestiona con base en los requisitos de la norma ISO 9001:2015, priorizando las no conformidades de calidad o las oportunidades de mejora continua.
2	Cárdenas Martínez, D. E. & Quintana Pulido, F. E. (2020). Análisis de la aplicabilidad de las metodologías ágiles para la gerencia de proyectos en la industria plástica	Industria Plástica (Cundinamarca, Colombia).	Analizar la aplicabilidad de las metodologías ágiles, específicamente SCRUM y Kanban, en la gestión de proyectos de la industria plástica.	SCRUM y Kanban de aplicabilidad mediante encuestas).	Adaptaciones al flujo productivo/herramientas: Se valida la aplicabilidad de las herramientas ágiles (como tableros Kanban y el Product Backlog) para visualizar y priorizar tareas dentro de un entorno de producción de plásticos

	de Cundinamarca.				
3	Moreno Castellanos, S. et al. (2019). Propuesta para la reducción de defectos de calidad en la fabricación del producto tableros eléctricos de mp electricis de Colombia	Manufactura de Tableros Eléctricos.	Proponer una metodología para la reducción de defectos de calidad en la fabricación de tableros eléctricos.	Ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) y Análisis de Causa Raíz (Ishikawa, Pareto).	Implementación de acciones de mejora basadas en el análisis de fallas y la aplicación del ciclo PHVA.
4	Mogrovejo rosas, j. A. & chipana ramírez, w. J. (2024). Propuesta de modelo de gestión para mejorar la productividad del área de ensamble mediante lean manufacturing en empresas del sector energía.	Sector Energía (Fabricación de equipos eléctricos y ensamble).	Proponer un modelo de gestión para mejorar la productividad del área de ensamble mediante Lean Manufacturing.	Lean Manufacturing (Herramientas como VSM, Estandarización, 5S, SMED)	Adaptación del rediseño de la línea de ensamble de equipos eléctricos y la implementación de herramientas Lean como el Mapa de Flujo de Valor (VSM) para eliminar cuellos de botella y reducir el tiempo de ciclo.

Elaboración propia basado destacando las tesis enfocadas a metodologías ágiles industriales

La selección se basa en la necesidad de combinar la adaptación de metodologías ágiles (SCRUM/Kanban) a un contexto de manufactura (que es diferente al de software) con la aplicación de metodologías de mejora de procesos (Lean/PHVA) en el sector específico de la fabricación de tableros eléctricos.

Ítem 1: SCRUM en Manufactura y Calidad (Armendáriz Hidalgo, 2022) La metodología SCRUM en el sistema de gestión de calidad en una empresa de manufactura de grifería.

La principal barrera para aplicar SCRUM en manufactura es que se le ve como un marco exclusivo para software. Este trabajo de Máster es vital porque supera esta barrera al mapear los artefactos y eventos de SCRUM a los procesos de fabricación y el SGC (Sistema de Gestión de Calidad).

Aplicación al sector Tablerista:

La experiencia documentada por (Armendáriz Hidalgo, 2022) evidencia cómo SCRUM puede ser adaptado exitosamente a entornos de manufactura regulados y con procesos productivos estructurados. En el caso de las empresas dedicadas a la fabricación y ensamble de tableros eléctricos, los procesos de fundición, mecanizado y ensamblaje de grifería pueden homologarse conceptualmente con actividades como el corte y doblado de lámina metálica, el punzonado de gabinetes, la fabricación de barras de cobre (busbars), así como el montaje de dispositivos eléctricos y el cableado interno del tablero. Cada una de estas etapas constituye un conjunto de tareas secuenciales susceptibles de ser organizadas y gestionadas mediante ciclos cortos de trabajo tipo Sprint.

Desde esta perspectiva, SCRUM permite estructurar la mejora continua de los procesos tableristas a través de iteraciones planificadas, en las cuales se definen objetivos claros de calidad, cumplimiento normativo y reducción de reprocesos. Por ejemplo, un Sprint puede enfocarse específicamente en mejorar la correcta interpretación de planos eléctricos, la estandarización del cableado o la verificación del cumplimiento de la norma IEC 61439 en una etapa puntual del ensamble facilitando la detección temprana de errores técnicos, evitando que las fallas se propaguen a etapas posteriores del proceso productivo.

Asimismo, la integración de SCRUM con el Sistema de Gestión de Calidad, tal como se plantea en el estudio, ofrece un valor estratégico para las empresas tableristas que operan bajo normas como ISO 9001:2015, RETIE e IEC. Al incorporar eventos como las reuniones de revisión y retrospectiva, la organización puede evaluar de forma periódica no solo el desempeño operativo, sino también el cumplimiento de requisitos técnicos y normativos, fortaleciendo los mecanismos de control interno, con esta práctica se contribuye a que las acciones correctivas y preventivas no se gestionen de manera reactiva, sino como parte de un proceso sistemático de aprendizaje organizacional.

En términos de eficiencia operacional, la aplicación de SCRUM en el sector tablerista favorece una mayor coordinación entre las áreas de diseño, producción y control de calidad, reduciendo los tiempos muertos asociados a reprocesos, correcciones de cableado o ajustes de última hora, además al asignar responsabilidades claras y fomentar el trabajo colaborativo, se fortalece la apropiación del conocimiento técnico por parte del personal operativo, aspecto crítico en entornos donde la rotación de personal y la falta de capacitación formal suelen ser factores

recurrentes permitiendo a este enfoque demostrar que SCRUM puede constituirse en un marco viable para mejorar la organización del trabajo, la trazabilidad de las actividades y la reducción de costos para las empresas tableristas.

Ítem 2: Modelo Híbrido SCRUM/Kanban (Cárdenas Martínez & Quintana Pulido, 2020)
ANÁLISIS DE LA APLICABILIDAD DE LAS METODOLOGÍAS ÁGILES PARA LA GERENCIA DE PROYECTOS EN LA INDUSTRIA PLÁSTICA...

El sector tablerista opera en un entorno dual: Proyectos de Ingeniería (diseño de tableros a la medida, nuevos productos) y Flujo de Producción Repetitiva (ensamble de componentes estandarizados o proyectos de gran volumen). Un modelo puramente SCRUM o puramente Lean no optimiza ambos.

Aplicación al sector Tablerista:

El modelo híbrido SCRUM/Kanban analizado por (Cárdenas Martínez & Quintana Pulido, 2020) presenta una alta pertinencia para el sector tablerista, debido a que este tipo de empresas opera simultáneamente bajo dos lógicas organizacionales claramente diferenciadas. Por un lado, se desarrollan proyectos de ingeniería eléctrica que implican diseño a la medida, interpretación de especificaciones técnicas del cliente, selección de componentes y elaboración de planos eléctricos; y por otro, se ejecutan procesos de producción repetitiva relacionados con el ensamble físico de tableros, montaje de equipos, cableado y pruebas funcionales, esta dualidad hace que la aplicación de una única metodología ágil resulte limitada.

En la fase de diseño e ingeniería, la aplicación de SCRUM permite gestionar de manera efectiva la alta variabilidad y la incertidumbre propias de los proyectos personalizados. A través de Sprints cortos, el equipo de ingeniería puede desarrollar entregables parciales como diagramas unifilares, diseños mecánicos, listas de materiales (BOM) y esquemas de control, los cuales pueden ser revisados periódicamente con el cliente o con el área comercial. Este enfoque iterativo facilita la detección temprana de inconsistencias técnicas, cambios de alcance o incumplimientos normativos, reduciendo la probabilidad de reprocesos durante la etapa de fabricación y ensamble.

Una vez aprobada la ingeniería, el uso de Kanban se presenta como una herramienta adecuada para gestionar el flujo productivo dentro del taller. La fabricación de gabinetes, el montaje de componentes, el cableado interno y las pruebas finales pueden organizarse mediante tableros visuales que permitan controlar el trabajo en proceso (WIP), identificar cuellos de botella y equilibrar las cargas de trabajo entre estaciones. Este control visual resulta especialmente útil para prevenir acumulaciones innecesarias de tableros en proceso, minimizar tiempos muertos y asegurar que la producción responda a una lógica de demanda real.

La combinación de SCRUM y Kanban garantiza un equilibrio entre agilidad y estabilidad, donde la oficina de ingeniería mantiene flexibilidad para gestionar cambios técnicos y normativos, mientras que la planta de producción opera bajo un esquema controlado y predecible. Para las empresas tableristas, este modelo híbrido contribuye a mejorar la articulación entre áreas, reducir reprocesos derivados de errores de diseño, fortalecer la trazabilidad del proceso productivo y mejorar los tiempos de entrega. En consecuencia, el análisis de este estudio refuerza la idea de que los modelos híbridos constituyen una alternativa metodológica viable y coherente para atender las particularidades técnicas, operativas y organizacionales del sector tablerista.

Ítem 3: Reducción de Defectos en Tableros Eléctricos (Moreno Castellanos, Páez Caballero, Pereira Villegas, & Pinto Rojas, 2019) PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE DEFECTOS DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DEL PRODUCTO TABLEROS ELÉCTRICOS...

Esta es la referencia más relevante a nivel sectorial, ya que trata sobre tableros eléctricos en una empresa de Colombia. El foco en la reducción de defectos es la métrica de eficiencia más crítica en manufactura.

Aplicación al sector Tablerista:

El estudio desarrollado por (Moreno Castellanos, Páez Caballero, Pereira Villegas, & Pinto Rojas, 2019) está centrado directamente en la fabricación de tableros eléctricos dentro del contexto industrial colombiano. Su enfoque en la reducción de defectos de calidad se alinea de manera directa con una de las principales problemáticas identificadas en el sector tablerista: los reprocesos derivados de errores de cableado, fallas en el montaje de componentes, desviaciones

en el corte y perforación de gabinetes, así como incumplimientos normativos detectados en etapas avanzadas del proceso productivo.

Desde una perspectiva Lean y ágil, estos defectos representan una forma crítica de desperdicio, ya que generan reprocesos, consumo adicional de materiales, incremento en los tiempos de entrega y afectación de la confiabilidad del producto final. El valor del estudio radica en la identificación detallada de las causas raíz que originan estos defectos, entre las cuales se destacan la ausencia de procedimientos estandarizados, la variabilidad en los métodos de trabajo, la insuficiente capacitación técnica del personal operativo y la falta de mecanismos de control visual durante el ensamble y cableado de los tableros.

Aunque el estudio se apoya principalmente en enfoques tradicionales como el ciclo PHVA y herramientas de análisis de causa raíz, sus hallazgos constituyen un insumo fundamental para la aplicación de metodologías ágiles en el sector tablerista. La información diagnóstica obtenida puede ser integrada de manera efectiva dentro de marcos ágiles como SCRUM o Kanban, convirtiendo las causas identificadas en elementos gestionables dentro de un Product Backlog o un tablero Kanban de mejora continua. Por ejemplo, una causa raíz como la “falta de estandarización en el cableado” puede traducirse en historias de mejora orientadas al diseño de guías visuales, rutinas de inspección o capacitación técnica específica, priorizadas y ejecutadas en Sprints de mejora o mediante flujos controlados de trabajo.

De esta manera, el estudio no solo contribuye a la comprensión profunda de las fallas técnicas propias del sector tablerista, sino que también establece un puente metodológico entre el diagnóstico tradicional de calidad y la gestión ágil de mejoras. Esta integración permite transformar los resultados del análisis de defectos en acciones sistemáticas, visibles y medibles, fortaleciendo la eficiencia operativa, reduciendo reprocesos y promoviendo una cultura de mejora continua basada en datos y retroalimentación constante dentro de las empresas fabricantes de tableros eléctricos.

Ítem 4: Lean Manufacturing para Productividad en Ensamble (Mogrovejo Rosas & Chipana Ramírez, 2024) PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE ENSAMBLE MEDIANTE LEAN MANUFACTURING EN EMPRESAS DEL SECTOR ENERGÍA.

El ensamblaje y cableado son, por lo general, las etapas más intensivas en mano de obra y las que generan más cuellos de botella y variabilidad en la fabricación de tableros eléctricos. Este estudio de Lean Manufacturing ofrece soluciones de ingeniería industrial directas.

Aplicación al sector Tablerista:

La propuesta desarrollada por (Mogrovejo Rosas & Chipana Ramírez, 2024) destaca las actividades de ensamble y cableado de tableros eléctricos ya concentran una elevada carga de trabajo manual, alta variabilidad operativa y una significativa incidencia de reprocesos. En este contexto, la aplicación de Lean Manufacturing permite abordar de manera estructurada las ineficiencias propias de estas etapas críticas del proceso productivo.

El uso del Value Stream Mapping (VSM) constituye una herramienta clave para las empresas tableristas, ya que posibilita visualizar de forma integral el flujo de valor desde la recepción de materiales hasta el producto terminado. A través de este análisis, es posible identificar tiempos muertos asociados a esperas por materiales, desplazamientos innecesarios del personal, reprocesos por errores de cableado y acumulación de inventario en proceso, todos ellos factores recurrentes en talleres de fabricación de tableros eléctricos. Esta visibilidad facilita la toma de decisiones técnicas orientadas a la eliminación sistemática de desperdicios y a la optimización del flujo productivo.

Asimismo, las acciones tangibles propuestas, como el rediseño del layout del área de ensamble, la estandarización de operaciones y la implementación de la metodología 5S, tienen un impacto directo en la reducción del tiempo de ciclo y en la mejora de la ergonomía y seguridad del trabajo. En el sector tablerista, estas mejoras contribuyen a minimizar errores por fatiga, confusión en el cableado o interpretación incorrecta de planos, fortaleciendo la calidad del producto final y el cumplimiento de normativas técnicas como la IEC 61439 y el RETIE.

Desde una perspectiva de integración metodológica, Lean Manufacturing sienta las bases para un flujo de producción estable y predecible, condición necesaria para la aplicación efectiva de herramientas ágiles como Kanban. En este sentido, Kanban puede emplearse como mecanismo visual de control para gestionar el flujo optimizado por Lean, regulando el trabajo en proceso (WIP) y facilitando el seguimiento diario de órdenes de fabricación. La sinergia entre Lean y Kanban permite a las empresas tableristas no solo incrementar su productividad, sino

también mejorar la trazabilidad de los procesos, el control operativo y la capacidad de respuesta frente a cambios en la demanda.

En conjunto, este antecedente demuestra que la adopción de Lean Manufacturing en el área de ensamble de tableros eléctricos constituye un pilar fundamental para la mejora de la eficiencia operativa.

4.2 Hallazgos encontrados

El análisis de los documentos académicos revisados ha permitido identificar patrones comunes y tendencias consistentes en la aplicación de metodologías ágiles dentro de distintos sectores industriales, los cuales resultan altamente relevantes para el sector tablerista. De manera general, los estudios coinciden en que la adopción de enfoques ágiles responde a la necesidad de mejorar el control de los procesos productivos, reducir reprocesos, fortalecer la coordinación entre áreas y aumentar la capacidad de respuesta frente a cambios técnicos, normativos y operativos.

Uno de los patrones más recurrentes es la transición de metodologías ágiles desde entornos de software hacia contextos industriales, evidenciando que su aplicabilidad no depende del sector en sí, sino de la forma en que los principios ágiles son adaptados a procesos productivos estructurados. En este sentido, los estudios analizados demuestran que la agilidad se materializa principalmente a través de prácticas de gestión visual, iteración corta, estandarización operativa y retroalimentación continua, más que por la adopción rígida de un marco metodológico específico.

En cuanto a las metodologías con mayor presencia, Scrum, Kanban y Lean Manufacturing se consolidan como los enfoques más utilizados en entornos industriales. Scrum se emplea principalmente en fases de planificación, diseño y gestión de proyectos con alto componente técnico, mientras que Kanban se orienta a la gestión del flujo de trabajo en procesos productivos y de ensamble. Por su parte, Lean Manufacturing actúa como un marco transversal que aporta herramientas para la eliminación de desperdicios, la estandarización de tareas y la optimización del rendimiento operativo.

Respecto al modelo de adaptación, los estudios coinciden en que el enfoque más común es de tipo híbrido y contextualizado, en el cual los principios ágiles son ajustados a la cultura organizacional, al nivel de madurez de los procesos y a las capacidades del talento humano. Ninguna investigación propone implementaciones rígidas; por el contrario, se prioriza la adaptación progresiva mediante pilotos, ajustes operativos y procesos de mejora continua, lo cual resulta especialmente pertinente para pequeñas y medianas empresas industriales.

Finalmente, los problemas industriales más recurrentes identificados en los documentos analizados incluyen la falta de estandarización de procesos, la deficiente comunicación entre áreas, la ausencia de control visual del trabajo, la limitada capacitación técnica del personal y la detección tardía de errores en etapas críticas del proceso productivo. Estas problemáticas guardan una relación directa con las dificultades evidenciadas en el sector tablerista, lo que refuerza la importancia de la aplicabilidad de utilizar metodologías ágiles orientadas a la mejora de los procesos de fabricación y ensamble de tableros eléctricos.

5 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente capítulo tiene como propósito la revisión sistemática de estudios académicos relacionados con la aplicación de metodologías ágiles en entornos industriales, se busca evidenciar cómo los hallazgos obtenidos permiten dar respuesta a la pregunta de investigación y sustentar la pertinencia de una propuesta metodológica orientada al sector tablerista.

El análisis de resultados se estructura en función de cada uno de los objetivos, en cada apartado se examina el cumplimiento del objetivo correspondiente, articulando los aportes teóricos, en relación con los reprocesos, errores técnicos y deficiencias organizacionales presentes en la fabricación y ensamble de tableros eléctricos.

Asimismo, este capítulo integra una discusión analítica que conecta los resultados obtenidos con los fundamentos conceptuales de las metodologías ágiles, resaltando su aplicabilidad, limitaciones y posibilidades de adaptación en contextos industriales. De esta manera, el análisis incorpora una reflexión crítica orientada a fortalecer el aporte académico de

la investigación y a generar insumos relevantes para la gestión de proyectos en empresas tableristas.

Finalmente, el capítulo concluye con una reflexión integradora sobre los principales hallazgos derivados del cumplimiento de los objetivos, destacando su contribución al conocimiento en el campo de la gestión de proyectos industriales y su potencial como base para futuras investigaciones o aplicaciones prácticas en el sector eléctrico.

5.1 Análisis de los conceptos, herramientas y enfoques de metodologías ágiles aplicables a entornos industriales

La orientación de los conceptos, herramientas y enfoques de las metodologías ágiles aplicadas en contextos industriales, a partir de una revisión documental sistemática de investigaciones recientes, el análisis de los documentos seleccionados ha permitido constatar que las metodologías ágiles han trascendido su origen en el desarrollo de software y han sido progresivamente adaptadas a sectores industriales caracterizados por procesos productivos estructurados, altos requerimientos técnicos y estrictos estándares de calidad. Esta evolución responde a la necesidad de las organizaciones industriales de adoptar enfoques de gestión más flexibles, capaces de responder a variaciones en la demanda, restricciones operativas y exigencias normativas cada vez más rigurosas.

Los estudios revisados evidencian que metodologías como Scrum, Kanban y Lean Manufacturing comparten una base filosófica común centrada en la mejora continua, la orientación al valor, la reducción de desperdicios y la retroalimentación constante. No obstante, cada enfoque presenta particularidades que determinan su aplicabilidad en función del tipo de proceso productivo. Scrum destaca por su estructura iterativa y su énfasis en la planificación colaborativa, siendo especialmente útil en entornos donde existen proyectos con entregables definidos y necesidad de coordinación entre diferentes áreas técnicas. Kanban por su parte, se posiciona como una herramienta altamente flexible para la gestión visual del trabajo, facilitando el control del flujo productivo, la priorización de tareas y la identificación temprana de cuellos de botella en líneas de ensamble. Lean Manufacturing aporta un conjunto de principios y herramientas orientadas a la eliminación sistemática de actividades que no agregan valor, la

estandarización de procesos y la mejora de la eficiencia operativa, aspectos críticos en procesos industriales repetitivos y de alto volumen.

El análisis permitió identificar herramientas ágiles para ser aplicados en los distintos sectores industriales estudiados, tales como tableros visuales, límites de trabajo en proceso (WIP), estandarización de tareas, reuniones cortas de seguimiento y mecanismos de control visual. Estas herramientas al ser aplicadas en diversos ámbitos industriales han demostrado ser efectivas para mejorar la coordinación entre áreas, fortalecer el control operativo y facilitar la detección temprana de errores durante la ejecución de los procesos productivos. Desde una perspectiva técnica, su simplicidad, bajo costo de implementación y facilidad de adaptación las convierte en alternativas viables para pequeñas y medianas empresas industriales, donde los recursos suelen ser limitados y la estructura organizacional es más compacta.

En relación con el sector tablerista, cabe resaltar que las metodologías ágiles ofrecen un marco adecuado para abordar problemáticas asociadas a reprocesos, errores de interpretación de planos, incumplimiento normativo y deficiencias en la supervisión técnica. Los principios ágiles permiten fortalecer la trazabilidad de las actividades, mejorar la comunicación entre áreas operativas y técnicas, y promover una mayor apropiación del conocimiento normativo por parte del personal involucrado en la fabricación y ensamble de tableros eléctricos al establecer una base teórica y práctica sólida que permita comprender de manera clara qué enfoques ágiles y herramientas pueden ser considerados como insumos fundamentales para ser aplicados a la etapa productiva del sector tablerista.

5.2 Evaluación de la viabilidad de las metodologías ágiles en procesos de fabricación y ensamble de tableros eléctricos

La investigación se orientó a evaluar la viabilidad de aplicar metodologías ágiles en los procesos de fabricación y ensamble de tableros eléctricos, considerando factores organizacionales, humanos y técnicos. A partir del análisis documental realizado, se evidencia que la viabilidad de estos enfoques no está determinada exclusivamente por el tipo de industria, sino por la capacidad de las organizaciones para adaptar los principios ágiles a su contexto operativo, estructura organizacional y nivel de madurez en la gestión de procesos.

Los documentos analizados coinciden en que uno de los principales desafíos para la adopción de metodologías ágiles en entornos industriales es la resistencia al cambio, especialmente en organizaciones con estructuras jerárquicas tradicionales y procesos altamente estandarizados. Este aspecto resulta particularmente relevante para las empresas tableristas, donde la producción suele estar guiada por prácticas empíricas, experiencia acumulada del personal operativo y controles centrados en la inspección final. No obstante, en el estado del arte revisado se demuestra que la implementación gradual de prácticas ágiles, apoyada con capacitación técnica y herramientas visuales, facilita la transición hacia modelos de gestión más colaborativos y controlados.

Desde el punto de vista organizacional, los estudios evidencian que las metodologías ágiles son viables en pequeñas y medianas empresas industriales cuando se ajustan a sus estructuras existentes. En varios casos documentados, se observa que los roles ágiles no se implementan de manera literal, sino que se integran a cargos ya establecidos, como supervisores de producción, jefes de proyecto o responsables técnicos. Esta flexibilidad resulta especialmente pertinente para las empresas tableristas, donde los equipos suelen ser reducidos, multifuncionales y con una fuerte dependencia del conocimiento técnico especializado.

En relación con el factor humano, el análisis revela que la adopción de metodologías ágiles contribuye significativamente a mejorar la comunicación interna, la apropiación del conocimiento técnico y la comprensión de la normativa aplicable. Las prácticas ágiles fomentan la participación activa del personal operativo en la identificación de problemas y en la propuesta de mejoras, lo que resulta clave para reducir errores recurrentes en actividades críticas como el cableado, la instalación de equipos electromecánicos y el cumplimiento de normas técnicas como la IEC 61439 y el RETIE. Asimismo, la literatura resalta que el uso de herramientas visuales y reuniones cortas de seguimiento fortalece el control operativo sin generar cargas administrativas excesivas.

Desde una perspectiva técnica, los estudios revisados demuestran que las metodologías ágiles pueden integrarse a procesos productivos industriales sin afectar la trazabilidad ni el control de calidad, siempre que se definan claramente los puntos de verificación y los criterios técnicos, siempre que se adopten mediante un diseño metodológico adaptado a las condiciones reales de las empresas tableristas.

5.3 Diseño de una propuesta metodológica basada en principios ágiles para empresas tableristas

El diseño de la propuesta metodológica basada en principios ágiles, considerando las condiciones y necesidades específicas de las empresas tableristas dedicadas a la fabricación y ensamble de tableros eléctricos fundamentada en la integración de los resultados obtenidos en los objetivos anteriores, los cuales permitieron identificar enfoques ágiles pertinentes, herramientas aplicables y modelos de adaptación exitosos en contextos industriales similares.

El análisis de los documentos seleccionados ha permitido concluir que no resulta viable aplicar de manera directa una única metodología ágil en el entorno tablerista sin realizar ajustes. En su lugar, se identificó la pertinencia de un enfoque híbrido que articule elementos de Scrum, Kanban y Lean Manufacturing, aprovechando las fortalezas de cada uno según las características del proceso productivo. Scrum aporta una estructura clara para la planificación, priorización y seguimiento de actividades; Kanban facilita el control visual del flujo de trabajo y la gestión de tareas en proceso; y Lean Manufacturing refuerza la eliminación de desperdicios, la estandarización de actividades críticas y la mejora continua.

La propuesta está centrada en la organización del proceso productivo en etapas claramente definidas, desde la interpretación de planos y preparación de materiales hasta el ensamble, verificación y cierre del proyecto. Asimismo, incorpora herramientas visuales como tableros de control, listas de verificación normativas y límites de trabajo en proceso, que permiten mejorar la trazabilidad de las actividades y facilitar la detección temprana de errores. Este enfoque resulta especialmente relevante para reducir reprocesos asociados a fallas de cableado, mala instalación de equipos y omisiones en el cumplimiento de la normativa técnica.

Otro elemento clave de la propuesta es la integración del cumplimiento normativo como parte del flujo de trabajo y no únicamente como una etapa final de inspección. De acuerdo con los hallazgos documentales, la incorporación temprana de criterios normativos en la planificación y ejecución de las actividades contribuye a mejorar la calidad del producto y a reducir costos asociados a correcciones posteriores. Asimismo, la propuesta reconoce la importancia de la capacitación técnica continua y del seguimiento operativo como componentes fundamentales para la sostenibilidad del modelo alineado con los principios de las metodologías ágiles y adaptado a la realidad operativa del sector tablerista.

La propuesta no plantea una implementación inmediata dentro de una empresa específica, sino que se concibe como un marco de referencia metodológico fundamentado en el análisis documental y en la revisión de experiencias previas en distintos sectores industriales. Este enfoque permite que la propuesta pueda ser utilizada como punto de partida para futuras aplicaciones prácticas, ajustándose a las particularidades organizacionales, técnicas y normativas de cada empresa tablerista.

Asimismo, el diseño propuesto ofrece una base sólida para el desarrollo de estudios empíricos posteriores, orientados a validar su efectividad en escenarios reales de producción, medir su impacto en la reducción de reprocesos y evaluar su contribución a la mejora de la gestión de proyectos industriales. De esta manera, la propuesta fortalece el aporte académico de la monografía al articular teoría y práctica, y abre nuevas líneas de investigación aplicadas al sector eléctrico industrial.

5.4 Implicaciones de los hallazgos para la gestión de proyectos industriales

Los resultados obtenidos a lo largo del análisis evidencian que las metodologías ágiles representan una alternativa sólida y pertinente para abordar problemáticas estructurales en los procesos productivos industriales, particularmente en sectores donde los reprocesos, la falta de control y las deficiencias en la comunicación técnica afectan la calidad y la eficiencia. El estudio demuestra que la agilidad no debe entenderse únicamente como rapidez, sino como una forma de gestión que promueve la adaptación, el aprendizaje continuo y la mejora sistemática de los procesos.

Asimismo, la investigación pone de manifiesto que el éxito de las metodologías ágiles en la industria depende en gran medida de su capacidad de adaptación al contexto organizacional y humano. Los hallazgos refuerzan la idea de que la adopción de estos enfoques requiere un cambio cultural progresivo, donde el conocimiento técnico, la supervisión constante y la colaboración entre áreas se convierten en pilares fundamentales del desempeño productivo. En este sentido, las empresas tableristas cuentan con condiciones favorables para incorporar estos principios, siempre que se realice un diseño metodológico acorde a su realidad operativa.

Finalmente, el cumplimiento de los objetivos de la monografía evidencia que el análisis documental constituye una herramienta valiosa para fundamentar propuestas metodológicas en contextos industriales. Al integrar experiencias previas, modelos de adaptación y resultados

observados en diferentes sectores, se logra construir una propuesta con respaldo académico y aplicabilidad práctica. Este estudio no solo aporta al campo de la gestión de proyectos, sino que también abre la puerta a futuras investigaciones orientadas a validar empíricamente la aplicación de metodologías ágiles en el sector tablerista colombiano.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La presente investigación tiene como objetivo analizar la aplicabilidad de las metodologías ágiles en contextos industriales, específicamente en empresas tableristas dedicadas a la fabricación y ensamble de tableros eléctricos, con el propósito de fundamentar una propuesta metodológica ajustada a las características técnicas, organizacionales y normativas del sector. A través de un enfoque cualitativo y un análisis documental sistemático, se buscó comprender cómo diferentes enfoques ágiles han sido adaptados en otros sectores industriales y qué elementos pueden ser transferidos de manera pertinente para contribuir a la mejora de los procesos productivos en este tipo de empresas. Las conclusiones que se presentan a continuación se estructuran en función del cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos y, finalmente, dan respuesta a la pregunta de investigación que orientó el desarrollo del estudio.

El primer objetivo ha evidenciado que las metodologías ágiles han trascendido su origen en el desarrollo de software y han sido adaptadas progresivamente a entornos industriales con procesos productivos estructurados y altos requerimientos técnicos. Los hallazgos muestran que enfoques como Scrum, Kanban y Lean Manufacturing comparten principios orientados a la mejora continua, la gestión visual del trabajo y la reducción de desperdicios, aunque presentan diferencias que condicionan su aplicabilidad según el tipo de proceso productivo particularmente, Kanban y Lean Manufacturing resultan más afines a procesos industriales repetitivos y de ensamble, mientras que Scrum se adapta mejor a proyectos con etapas y entregables definidos. En conjunto, este análisis permitió consolidar una base conceptual clara sobre las metodologías y herramientas ágiles más pertinentes para su adaptación al sector tablerista, sirviendo como fundamento teórico para la propuesta metodológica del estudio.

El segundo objetivo ha permitido establecer que la viabilidad de aplicar metodologías ágiles en la fabricación y ensamble de tableros eléctricos depende principalmente de su adecuada

adaptación a la estructura organizacional, al nivel de madurez de los procesos y a las competencias del talento humano. La problemática constante en estas empresas como la falta de estandarización, la comunicación fragmentada y la ausencia de seguimiento operativo influyen directamente en los reprocesos y errores técnicos, y que las prácticas ágiles orientadas a la gestión visual, la definición clara de responsabilidades, la priorización de tareas y la retroalimentación periódica resultan viables para mejorar la coordinación y el control del trabajo. Asimismo, se concluye que la adopción efectiva de estas metodologías requiere procesos graduales de sensibilización y capacitación, especialmente en aspectos técnicos y normativos, lo que condiciona su implementación en el sector tablerista.

El tercer objetivo a partir de la integración de los hallazgos conceptuales y empíricos es posible aplicar una propuesta metodológica basada en principios ágiles, adaptada a las necesidades reales de las empresas tableristas. La propuesta responde a las particularidades técnicas, normativas y operativas del sector, especialmente a las condiciones propias de pequeñas y medianas empresas dedicadas a la fabricación y ensamble de tableros eléctricos. Los resultados del análisis evidencian que un enfoque híbrido, que articule principios de Scrum para la planificación y el seguimiento de proyectos, Kanban para la gestión visual y el control del flujo de trabajo, y Lean Manufacturing para la reducción de desperdicios y reprocesos, constituye una alternativa coherente y viable. Asimismo, se concluye que esta propuesta no debe entenderse como un modelo rígido de implementación inmediata, sino como un marco de referencia flexible y gradual, susceptible de ser ajustado progresivamente por las organizaciones, lo que favorece su aplicabilidad práctica y sienta las bases para futuras implementaciones orientadas a la mejora continua de los procesos productivos.

Referencias

- Abellás Rodríguez, L. (2024). *ANÁLISIS DEL ALCANCE DE LAS HERRAMIENTAS AGILES EN LA INDUSTRIA 4.0 (PARADIGMAS 7-12)*. UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS, Madrid.
- Armendáriz Hidalgo, K. A. (2022). *La metodología SCRUM en el sistema de gestión de calidad en una empresa de manufactura de grifería*. Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Beck, K. (2001). *Extreme Programming Explained*. Boston: Addison-Wesley.
- Betancur Toro, M. H., Vélez Caballero, O. d., Rincón Rodríguez, J. J., Gómez Rueda, M. S., & Rincón Martínez, W. (2021). *Fallos en gerencia de proyectos: cinco casos de estudio en Colombia*. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín.
- Campuzano Zapata, L. F. (2010). *DISEÑO DE UNA METODOLOGIA DE OPTIMIZACION PARA LA IMPLEMENTACION DE LA TÉCNICA KANBAN, UN CASO APLICADO A LA INDUSTRIA DE FABRICACION DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, MEDELLIN.
- Cárdenas Martínez, D. E., & Quintana Pulido, F. E. (2020). *ANÁLISIS DE LA APLICABILIDAD DE LAS METODOLOGÍAS ÁGILES PARA LA GERENCIA DE PROYECTOS EN LA INDUSTRIA PLÁSTICA DE CUNDINAMARCA*. ESCUELA COLOMBIANA DE INGENEIRIA JUIO GARAVITO, Bogotá D.C.
- Castañeda Valencia, O. M. (2022). *Diseño de una metodología para la integración de la gestión por procesos, la tecnología de la Industria 4.0 y los principios Lean Six Sigma en las PYMEs manufactureras*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Celis Arroyo, D. E. (2025). *IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA INCREMENTAR EL OEE EN UNA EMPRESA DE PRODUCCIÓN DE AGROQUÍMICOS*. Universidad San Ignacio De Loyola, Lima.
- Fernandez Flórez, A. F., & Pacheco Martinez, J. A. (2014). *GUIA DE PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DE UNA LINEA DE CONJUNTOS TOTALMENTE ARMADOS DE ACUERDO CON LA NORMA IEC 61439-1/2 PARA LA EMPRESA K&V INGENIERIA LTDA*. Universidad de la costa CUC, Barranquilla.

- Fernández Hernández, T. (2021). *Estudio de metodologías ágiles en la gestión de proyectos industriales*. Universidad de Valladolid, Valladolid.
- Figueroa Arevalo, O. J., Camargo Camargo, J. S., Gomez Hernandez, C. C., & Alberto, C. G. (2023). *GUÍA DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SCRUM EN PROYECTOS TECNOLÓGICOS PARA EMPRESAS TRADICIONALES*. Universidad EAN, Bogotá D.C.
- Gutiérrez Guauta, D. V., & Ruiz Duque, N. (2012). *REESTRUCTURACIÓN DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE TABLEROS DE CONTROL Y POTENCIA EN AUTÓMEX S.A.S*. Universidad Libre, Bogotá.
- Hernandez Palacios, P. R. (2013). *"LEAN MANUFACTURING COMO ESTRATEGIA COMPETITIVA". EXPERIENCIAS EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS EN LOS MUNICIPIOS DE CUATUTLAN IZCALLI, NAUCALPAN DE JUAREZ Y TLALNEPALTADÉ BAZ*. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Hernández, R., Sampieri, & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill Interamericana.
- IEC. (Mayo de 2020). *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies*. (I. E. Commission, Ed.) Obtenido de <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/21953/f3660106d5b948f38f3dc2a8562ef036/IEC-61439-1-2020.pdf>
- IEC 60529. (2013). Degrees of protection provided by enclosures (IP Code). *International Electrotechnical Commission*.
- Lozano Argel, S. I. (2013). *CASO DE ESTUDIO SOBRE APROPIACIÓN DE SCRUM EN EMPRESAS QUE HAN ADOPTADO CMMI*. Universidad EAFIT, Medellín.
- Mera Figueroa, E. A. (2021). *PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO KANBAN EN EL ÁREA DE ALMACÉN DE MATERIALES PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA ETERNIT*. Universidad Privada del Norte, Lima.
- Mogrovejo Rosas, J. A., & Chipana Ramírez, W. J. (2024). *PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE ENSAMBLE*

MEDIANTE LEAN MANUFACTURING EN EMPRESAS DEL SECTOR ENERGÍA.
Universidad de Lima, Lima.

Mondragón Rodas, D. E., Chirinos Huyhua, F. V., Perales Vallejos, M. A., & Hidalgo León, R. M. (2020). *Implementación de un Marco de Gestión Estratégico Basado en Scrum para un MYPE de Arquitectura.* Universidad Católica del Perú, Surco.

Moposita Centeno, C. A. (2017). *SISTEMA DE PRODUCCION KANBAN EN LA EMPRESA DE CALZADO PRODUCALZA.* UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ambato.

Moreno Castellanos, S., Páez Caballero, J. C., Pereira Villegas, I. A., & Pinto Rojas, M. A. (2019). *PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE DEFECTOS DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DEL PRODUCTO TABLEROS ELÉCTRICOS DE MP ELECTRICS DE COLOMBIA.* Universidad Del Bosque, Bogotá.

NTC 2050. (2020). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación NTC 2050. Bogotá: ICONTEC.

Ortiz Panchano, L. F., & Pinzón Pérez, J. A. (2021). *PLAN DE MEJORA PARA DISMINUIR LOS REPROCESOS EN UNA EMPRESA DE MAQUILA DE ROPA DEPORTIVA DE LA CIUDAD DE TULUÁ, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING.* Unidad Central Del Valle Del Cauca, Tulua.

RETIE. (2024). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas Ministerio de Minas y Energía de Colombia.

Rodríguez González, P., & Garbajosa Sopena, J. (2008). *ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS ÁGILES PARA LA EVOLUCIÓN DE PRODUCTOS SOFTWARE.* Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

SENTRIO. (13 de Octubre de 2021). *Metodologías Agile: los 4 valores y 12 principios del 'Manifiesto Ágil'.* Recuperado el 8 de Junio de 2025, de <https://sentr.io/blog/valores-principios-agile-manifiesto-agil/>

Taiichi, O. (1988). *Toyota Production System*. New York: Productivity Press.

Trujillo Yeladaky, H. D. (2017). *Propuesta para la aplicacion de la metodologia kanban en el proceso de produccion de la empresa Heritage Home Group de Mérida, Yucatán.* Universidad Nacional Autonoma de México, Coatzacoalcos.

UL 891. (2022). Standard for Dead-Front Switchboards. UL Standards. *Underwriters Laboratories (UL)*.

Vázquez López, N. (2021). *Implementación de Metodologías Ágiles para gestión de proyectos de Organización Industrial*. Universidad de Sevilla, Sevilla.

Villamar Macias, M. Z., & Sarango Castillo, F. V. (2022). *IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA ÁGIL SCRUM PARA EL PROCESO DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN UNA EMPRESA DE LOGÍSTICA*. Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Guayaquil.

Anexos

Ítem	Referencia bibliográfica	Sector industrial	Objetivo	Metodología aplicada	Modelo de adaptación

Anexo 1