

**Modelo para gestionar proyectos de economía circular en Pymes del sector construcción
en Colombia usando marcos de trabajo Scrum y Kanban**

Eliana Zulay Marulanda López

Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Dirección y Gestión de Proyectos

Director

Hugo Alberto Pava Carvajal

Magíster en Administración

Universidad Santo Tomas, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Maestría en Dirección y Gestión de Proyectos

2025

Contenido

Introducción.....	7
1. Aspectos contextuales	8
1.1 Planteamiento del problema	8
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivo general	14
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
2. Marco referencial	15
2.1 Marco conceptual.....	16
2.1.1 Economía circular	16
2.1.2 Modelo de negocio circular	21
2.1.3 Construcción sostenible	21
2.1.4 Materiales alternativos o sostenibles	22
2.1.5 Beneficios de construcción sostenible	24
2.1.6 Objetivos de Desarrollo sostenible y la construcción sostenible.	26
2.1.7 Impacto de la construcción sostenible	29
2.1.8 Marcos de trabajo ágiles	33
3. Estado del arte.....	52
3.1 Economía Circular y las Pymes.....	52
3.2 Aplicación de marcos de trabajo ágil.....	53
3.3Casos de implementación de economía circular en MYPIMES	55
3.3.1 Consorcio Guanza Paipa Boyacá Colombia	55
3.3.2 Huella Urbana Ambiental SAS	57

3.3.3 Glasst Innovation Company.....	60
3.3.4 CoCircular (España)	62
3.3.5 Thermikhaus (Chile).....	64
3.3.6 Gjenge Makers (Kenia)	68
4. Marco legal	71
4.1Marco Legal Nacional.....	71
4.2 Marco Legal Internacional	73
5. Análisis DOFA de marcos de trabajo Ágil Kanban y SCRUM.....	75
5.1 Análisis DOFA marco de trabajo Kanban	75
5.1.1 Estrategias de implementación y mejora enfocada al marco de trabajo KANBAN para PYMES en Colombia	76
5.2 Análisis DOFA marco de trabajo SCRUM	79
5.2.1 Estrategias de implementación y mejora enfocada al marco de trabajo SCRUM para PYMES en Colombia	79
6. Análisis Comparativo Marco de trabajo Tradicional., Kanban y Scrum	82
7. Modelo: Kanscrum circular	88
7.1 Aplicación de marcos de trabajo ágil en modelo Kanscrum circular	90
7.1.1 Scrum: Planificación Estratégica y Entrega Incremental	90
7.1.2 Kanban: Gestión del Flujo de Trabajo y Optimización de Tareas	90
7.2 Fases Modelo Kanscrum circular	91
7.2.1 Evaluación preliminar y alcance	91
7.2.2 Enfoque circular del proyecto	91

7.2.3 Espacios de Comunicación Abiertos para la Resolución de Problemas y la Toma de Decisiones Ágil.....	92
7.2.4 Elaboración del Product Backlog.....	93
7.2.5 Planificación de Sprint y tablero Kanban	95
7.2.6 Interactividad y Colaboración.....	102
7.2.7 Seguimiento consecutivo de proyectos de economía circular en Pymes del sector construcción.....	108
7.2.8 Indicadores claves de desempeño.	109
7.2.9 Visualización y análisis de datos a través plataformas digitales.....	112
8. Recomendaciones.....	116
9. Resultados.....	117
10. Discusión	123
11. Conclusiones	125
Referencias	129

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Análisis DOFA marco de trabajo Kanban</i>	75
Tabla 2. <i>Análisis DOFA marco de trabajo SCRUM</i>	79
Tabla 3. <i>Análisis Comparativo Marco de trabajo Tradicional., Kanban y Scrum</i>	83
Tabla 4 <i>Indicadores claves de desempeño para sprint</i>	97
Tabla 5. <i>Modelo tarjeta Kanban para Sprint</i>	101
Tabla 6. <i>Estructura reunión Daily Scrum</i>	103
Tabla 7. <i>Estructura reunión Revisión del flujo</i>	104
Tabla 8. <i>Estructura reunión Sprint Review</i>	105
Tabla 9. <i>Estructura reunión Sprint Retrospective</i>	107
Tabla 10. <i>Indicadores de desempeño ambientales</i>	109
Tabla 11. <i>Indicadores de desempeño Operativos</i>	110
Tabla 12. <i>Indicadores de desempeño económicos</i>	110
Tabla 13. <i>Indicadores de desempeño sociales</i>	111
Tabla 14 <i>Análisis del modelo Kanscrum circular en base a criterios comparativos de la investigación.</i>	120

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Niveles de implementación de la Economía Circular</i>	18
Figura 2. <i>Economía lineal Vs Economía Circular</i>	18
Figura 3. <i>Consideraciones mínimas de la construcción sostenible en un proyecto.</i>	22
Figura 4. <i>Análisis de ciclo de Vida de materiales sostenibles</i>	23
Figura 5. <i>Beneficios ambientales a partir del uso de materiales alternativos</i>	26
Figura 6 <i>ODS y el papel clave del sector de la construcción</i>	27
Figura 7. <i>Evolución de la actividad edificatoria de vivienda en el país y los proyectos registrados en algún sello en construcción</i>	30
Figura 8. <i>Evolución y expectativa de implementación de estrategias de urbanismo sostenible</i> ..	31
Figura 9. <i>Estrategias de valor social implementadas en los proyectos</i>	33
Figura 10. <i>Ciclo de vida marco de trabajo Scrum</i>	40
Figura 11. <i>Ejemplo de mapa de flujo de trabajo Kanban</i>	45
Figura 12. <i>Contenido de una tarjeta Kanban</i>	47
Figura 13 <i>Tarjeta product Backlog</i>	93
Figura 14 <i>Tablero Kanban del product Backlog</i>	94
Figura 15 <i>Tablero Kanban para Sprint</i>	101

Introducción

En Colombia, las pequeñas y medianas empresas (Pymes) representan un pilar fundamental de la economía, pero enfrentan desafíos significativos en términos de sostenibilidad y competitividad. En este contexto, la economía circular se presenta como una estrategia clave para transformar las prácticas empresariales y promover un desarrollo más sostenible; la construcción en Colombia, tradicionalmente lineal, genera altos niveles de residuos y consume recursos de manera ineficiente. Adoptar un modelo circular permitirá a las Pymes no solo reducir su impacto ambiental, sino también generar nuevas oportunidades de negocio.

La economía circular se ha consolidado como una respuesta a los desafíos ambientales y de sostenibilidad que enfrenta el mundo contemporáneo; no solo facilita la sostenibilidad, sino que también permite la innovación, la reducción de costos y la participación de las partes interesadas. Esto tiene muchas ventajas para los directores de proyectos, permitiendo ejecutar proyectos que se enfoquen en eficiencia de recursos, mitigación de riesgos, innovación y ventajas competitivas y la satisfacción del cliente; es por esto que es fundamental que los gerentes de proyectos comprendan la complejidad de la economía circular para preparar sus proyectos hacia el futuro y mejorar tanto la sostenibilidad como la rentabilidad. (Nieto Rodriguez, 2023)

El marco de trabajo ágil Kanban permite identificar las necesidades de producción de las empresas y planificar los procesos de recuperación de materiales debido a que se enfoca en mantener el control de los inventarios y facilitar el flujo de materiales, así mismos proyectos bajo el marco de trabajo Kanban enfocado en economía circular puede ser benéficos para organizaciones de cualquier sector. Hay varias formas de complementar los dos conceptos debido a que permite optimizar el flujo de materiales, visualizar procesos sostenibles, aprovechando los

beneficios de ambos enfoques para mejorar procesos internos y externos de las organizaciones. (Valencia Reyes & Marulanda Echeverry, 2022)

Este proyecto tiene como objetivo Desarrollar un modelo de gestión de proyectos relacionado con economía circular en pequeñas y medianas empresas (PYMES) para Colombia, que integre marcos de trabajo ágiles como Scrum y Kanban realizando una comparación que nos permita identificar ventajas y desventajas de cada marco para determinar aquel que se adapte eficazmente a las necesidades de las empresas.

1. Aspectos contextuales

1.1 Planteamiento del problema

La economía circular es un sistema económico que representa un cambio paradigmático en la forma en que la sociedad humana se relaciona con la naturaleza. Su objetivo es evitar el agotamiento de recursos, cerrar las conexiones energéticas y materiales y promover el desarrollo sostenible a través de su implementación en varios niveles.

Puede manifestarse en diferentes niveles: a nivel micro, en la actividad productiva de las empresas y los patrones de consumo de la sociedad; a nivel meso, a través de la integración y colaboración de distintos agentes económicos en el intercambio de recursos y el desarrollo de actividades; y a nivel macro, en la colaboración de ciudades, regiones y gobiernos para establecer flujos cerrados de materiales, agua y energía; por lo anterior es necesario experimentar cambios ambientales cíclicos que se vean reflejados en la legislación, producción y consumo . (Rebeca Arnedo Lasheras, 2020)

La economía circular se basa en cambiar el modelo actual de economía lineal, “tomar, hacer y desechar” donde los recursos se extraen, se transforman en productos, son utilizados o consumidos y finalmente desechados, los productos y materiales en un modelo circular se mantienen en circulación durante el mayor tiempo posible porque son más duraderos y se pueden volver a utilizar, reparar y reciclar.

Para lograr los objetivos del Acuerdo de París y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, es fundamental avanzar hacia una economía circular. En 1995, las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por la producción de materiales constituían el 15% de las emisiones globales, y en 2015, este porcentaje aumentó al 23%.

En 2050, las emisiones mundiales derivadas de la producción de materiales clave podrían reducirse en un 40 %, lo que equivale a 3.700 millones de toneladas, mediante la implementación de estrategias de economía circular en cinco de los sectores más importantes (acero, cemento, plástico, alimentos y aluminio).

Actualmente, China y Europa lideran la transición hacia la circularidad, ya que sus estrategias de circularidad internas y externas tienen un impacto en el resto del planeta; En 2009, China implementó su Ley de Promoción de la Economía Circular, anticipándose a la tendencia global, Europa es reconocida como líder en la transición hacia la economía circular debido a la implementación de medidas como el Pacto Verde Europeo, el primer Plan de Acción para la Economía Circular y más de 60 estrategias y hojas de ruta de circularidad a nivel regional, nacional y local. (Albaladejo, 2021)

En América Latina la transición hacia la economía circular depende de tres grandes sectores: la minería, la gestión de residuos y la bioeconomía.

La economía de muchas naciones de América Latina y el Caribe depende en gran medida de las industrias extractivas. En Ecuador y Colombia, los aceites de petróleo crudo y de materiales bituminosos constituyeron alrededor del 30% de los ingresos procedentes de las exportaciones en 2017. En Brasil, Chile, Colombia, Guayana y Perú, el sector minero tiene un papel importante en la economía. El cuarto sector minero más grande del mundo se encuentra en Brasil.; la reducción de los impactos ambientales y sociales significativos de las industrias mineras y extractivas en la región es posible gracias al modelo de economía circular.

En 2018, más del 80 % de la población de América Latina y el Caribe residía en ciudades, lo que indica que esta región es la más urbanizada del mundo. Las ciudades y los gobiernos municipales de la región juegan un papel importante en la transición hacia una economía circular. La mayoría de las ciudades enfrentan importantes desafíos en la gestión de los residuos sólidos municipales. Se espera que para el año 2050, la producción de desechos en América Latina y el Caribe aumente de 541 000 toneladas diarias en 2014 a 670 000 toneladas diarias; actualmente todos los países de la región se basan en gran medida en el uso de rellenos sanitarios o vertidos ilegales como formas principales de eliminación.

A lo largo de los últimos veinte años, varios países de Latinoamérica han adoptado principios bioeconómicos en varios sectores y con diferentes grados de impacto socioeconómico y ambiental. La bioeconomía ofrece una amplia gama de opciones particularmente en los sectores agrícola y alimentario.

Muchas industrias e instituciones forman parte de la economía circular sin embargo no es sorprendente que los ministerios de medio ambiente latinoamericanos sean los encargados de promover y organizar las iniciativas de economía circular, ya que en general se interpreta

erróneamente como un modelo que solo se centra en la sostenibilidad ambiental, sin tener en cuenta que la economía circular es igual de importante para el sector industrial. (Schröder, 2020)

La economía circular se ha consolidado como una respuesta a los desafíos ambientales y de sostenibilidad que enfrenta el mundo contemporáneo; no solo facilita la sostenibilidad, sino que también permite la innovación, la reducción de costos y la participación de las partes interesadas. Esto tiene muchas ventajas para los directores de proyectos, permitiendo ejecutar proyectos que se enfoquen en eficiencia de recursos, mitigación de riesgos, innovación y ventajas competitivas y la satisfacción del cliente; es por esto que es fundamental que los gerentes de proyectos comprendan la complejidad de la economía circular para preparar sus proyectos hacia el futuro y mejorar tanto la sostenibilidad como la rentabilidad. (Rodriguez, 2023)

El impacto ambiental de la PYME es significativo, al realizar un análisis de todas estas empresas en un territorio o sector, las PYME pueden llegar a ser una fuente significativa de emisiones con un impacto ambiental importante a nivel local y regional. En base a estudios realizados en la Unión europea UE la contaminación industrial proviene en un 70% de las actividades industriales realizadas por pequeñas y medianas empresas.

Las PYME pueden encontrar una variedad de obstáculos en el proceso de implementación de políticas o medidas relacionadas con la economía circular, y estas pueden deberse a una variedad de razones, basados en factores internos y externos de las organizaciones entre ellas el tamaño y nivel de productividad.

La gestión del ciclo de vida de los productos tiene un alto desafío que asumir para las PYME, en comparación con las grandes empresas, los pequeños negocios requieren un mayor esfuerzo para implementar medidas ecoeficientes; para fomentar la transición de las pequeñas y

medianas empresas hacia la economía circular, es necesario dotarlas de conocimientos, redes y herramientas. (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS-CCOO), 2023)

En este contexto, la gestión efectiva de proyectos se vuelve fundamental para implementar iniciativas que promuevan la circularidad de los recursos, minimicen el desperdicio y fomenten la reutilización. Sin embargo, la elección del marco de trabajo de gestión de proyectos adecuada es esencial para garantizar el éxito de estas iniciativas. En este sentido, surge el interrogante sobre cuál es el marco de trabajo ágil, entre Scrum y Kanban más efectiva en proyectos enfocados en economía circular.

El problema radica en la falta de una comprensión clara sobre los marcos de trabajo ágiles como Scrum y Kanban su adaptación a las particularidades y necesidades de los proyectos enfocados a economía circular. Si bien se reconoce que estos marcos de trabajo brindan enfoques flexibles y orientados a la implementación en proyectos con objetivos específicos de circularidad de recursos, podría presentar desafíos únicos. La ausencia de estudios específicos en este ámbito impide a los profesionales y organizaciones tomar decisiones informadas sobre qué marco de trabajo a elegir.

Para crear soluciones innovadoras que aprovechen los recursos de manera más eficiente, es necesario pensar de forma creativa en el contexto de la economía circular. Scrum fomenta la colaboración y la retroalimentación constante, lo que conlleva a la generación de ideas adaptación rápida al mercado, las empresas pueden descubrir nuevas formas de reutilizar, reciclar y regenerar sus productos y materiales, lo que contribuye a un modelo económico más sostenible.

Las organizaciones pueden utilizar Scrum para encontrar y abordar rápidamente oportunidades de mejora en cada etapa del ciclo de vida del producto. Los marcos de trabajo ágiles también permiten que haya una mayor flexibilidad para adaptarse a las preferencias y necesidades

cambiantes de los consumidores, lo que ayuda a reducir la obsolescencia y el descarte prematuro de bienes.

En la búsqueda de un futuro más sostenible, la economía circular y Scrum se complementan entre si, las organizaciones pueden aumentar el valor de los recursos fomentando la innovación, el valor de sus recursos y reducir el desperdicio al implementar prácticas circulares en sus proyectos a través de un marco de trabajo ágil como es scrum. (Lozano, 2023)

El marco de trabajo ágil Kanban permite identificar las necesidades de producción de las empresas y planificar los procesos de recuperación de materiales debido a que se enfoca en mantener el control de los inventarios y facilitar el flujo de materiales.

Ejecutar proyectos bajo el marco de trabajo Kanban enfocado en economía circular puede ser beneficioso para las organizaciones de cualquier sector. Existen varias formas en que estos dos conceptos pueden complementarse debido a que permite optimizar el flujo de materiales, Visualizar procesos sostenibles, aprovechando los beneficios de ambos enfoques para mejorar procesos internos y externos de las organizaciones. (Valencia Reyes, 2022)

La literatura existente sobre marcos de trabajo ágiles se ha centrado principalmente en su aplicación en contextos generales de desarrollo de software o gestión de proyectos tradicionales. Aunque se han realizado estudios sobre la aplicación de Scrum y Kanban en diversos contextos, incluidos algunos relacionados con la sostenibilidad, existe una brecha significativa en la investigación que aborde específicamente su eficacia en proyectos de economía circular. La falta de información sobre cómo pueden adaptarse a los principios y objetivos de la economía circular limita la capacidad de los profesionales para tomar decisiones informadas y optimizar la gestión de proyectos en este campo.

Por lo tanto, es necesario abordar esta brecha de conocimiento mediante un análisis de cada marco de trabajo Scrum y Kanban en el contexto de la economía circular. Este análisis permitirá identificar las ventajas y desventajas en términos de su capacidad para gestionar eficazmente proyectos que buscan promover la circularidad de los recursos. Además, proporcionará perspectivas sobre cómo Scrum y Kanban pueden integrar los principios fundamentales de la economía circular y adaptarse a las necesidades específicas de este tipo de proyectos. Este estudio no solo contribuirá al avance del conocimiento académico en el campo de la gestión de proyectos, sino que también proporcionará recomendaciones prácticas y basadas en evidencia para profesionales y organizaciones involucradas en iniciativas de economía circular, con el fin de generar un modelo para la gestión de proyectos enfocados en marcos de trabajo ágiles encaminados a la economía circular que se pueda aplicar en Pequeñas y medianas empresas.

Con base en lo anteriormente expuesto, se plantea la siguiente pregunta de investigación a ser revisada en el presente trabajo de fin de maestría: ¿Cómo los marcos de trabajo ágiles como Scrum y Kanban contribuyen en la implementación de proyectos de economía circular en PYMES en Colombia, y cuáles son los valores agregados y beneficios específicos de su posible implementación?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar un modelo de gestión de proyectos relacionado con economía circular en sector construcción para pequeñas y medianas empresas (PYMES) para Colombia, que integre marcos

de trabajo ágiles como Scrum y Kanban, con el fin de optimizar la eficiencia en la implementación de proyectos sostenibles.

1.2.2 Objetivos específicos

Realizar un análisis comparativo de los marcos de trabajo ágiles Scrum y Kanban para identificar sus ventajas y desventajas en la gestión de proyectos de economía circular, con el fin de determinar cuál de estos marcos de trabajo se adapta mejor a las necesidades de las PYMES en Colombia a través de una evaluación de contenido.

Reconocer la implementación de prácticas de economía circular en PYMES mediante estudios de caso, para determinar la efectividad de la ejecución de proyectos con el fin de comprender las oportunidades que enfrentan estas empresas.

Proporcionar recomendaciones y directrices concretas basadas en evidencia para la selección e implementación de Scrum y Kanban en proyectos de economía circular para PYMES en Colombia, considerando factores específicos con el fin de generar un modelo de gestión de proyectos.

2. Marco referencial

El presente proyecto, se fundamenta en la creciente necesidad de promover prácticas sostenibles en un sector altamente consumidor de recursos y generador de residuos. se basa en los principios de la economía circular, que busca minimizar el uso de materiales vírgenes y promover la reutilización de recursos y en la gestión ágil de proyectos, que mediante marcos de trabajo ágil como Scrum y Kanban permite gestionar de manera eficiente proyectos complejos, adaptándose a cambios frecuentes. Esta la investigación permite indagar en la implementación de estos enfoques

ágiles dentro del sector construcción, destacando cómo el marco de trabajo Scrum facilita la colaboración y la entrega iterativa de resultados, mientras que el marco de trabajo Kanban optimiza el flujo de trabajo, ambos alineados con los objetivos de desarrollo sostenible agenda 2030, El marco legal colombiano también es relevante, ya que normativas como la Ley 1672 de 2013 sobre la gestión integral de residuos de construcción y demolición, y el CONPES 3934 de 2018 sobre la estrategia de economía circular, proporcionan un contexto normativo favorable para la implementación de modelos circulares en el país. La adopción de prácticas ágiles en diversos sectores es amplia, sin embargo, en el ámbito de la construcción sostenible en Pymes colombianas aún es limitada, lo que refuerza la necesidad de este estudio.

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Economía circular

Según Espinoza, (2023) el concepto de economía circular proviene de diferentes disciplinas que han venido evolucionando desde los años setenta aportando valor a la economía industrial y a la economía ambiental, en el valor de los materiales, control de fuentes de contaminación y el manejo de los residuos, de acuerdo a diversas investigaciones se concluye que el concepto de economía circular EC es formalmente introducido en la obra “Economics of Natural Resources and The Environment”, de los economistas ambientales David W. Pearce y R. Kerry Turner.

El impacto de las actividades diarias en la naturaleza ha sido constante, generando cambios irreversibles en la fauna y flora, se inicia al evidenciar en la revolución industrial en el siglo XVIII con la explotación de combustibles fósiles y minerales generando una gran diversidad de agentes

contaminante para el agua, la tierra y la atmosfera; igualmente a mediados del siglo XX desastres ambientales como la gran niebla de 1952 en Londres generada por la gran quema de combustibles fósiles generó una fuerte voz de alarma dejando aproximadamente 12000 muerto en alrededor de una semana, así mismo la tecnología y la humanidad ha venido aumentando de forma exponencial generando un fuerte impacto en el planeta tierra; en el año 1987 en el informe Brundtland se utiliza por primera vez el concepto de desarrollo sostenible donde se definió como” El desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras” (Jaca García, 2020)

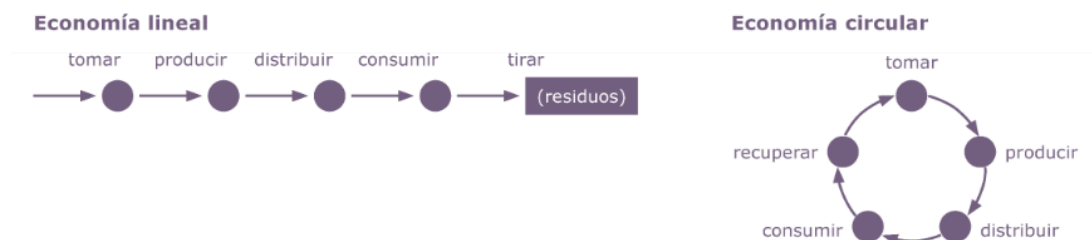
La economía circular es un sistema económico que representa un cambio paradigmático en la forma en que la sociedad humana se relaciona con la naturaleza. Su objetivo es evitar el agotamiento de recursos, cerrar las conexiones energéticas y materiales y promover el desarrollo sostenible a través de su implementación en varios niveles.

Puede manifestarse en diferentes niveles: a nivel micro, en la actividad productiva de las empresas y los patrones de consumo de la sociedad; a nivel meso, a través de la integración y colaboración de distintos agentes económicos en el intercambio de recursos y el desarrollo de actividades; y a nivel macro, en la colaboración de ciudades, regiones y gobiernos para establecer flujos cerrados de materiales, agua y energía; por lo anterior es necesario experimentar cambios ambientales cíclicos que se vean reflejados en la legislación, producción y consumo (Arnedo Lasheras, 2020)

Figura 1. Niveles de implementación de la Economía Circular

Tomado de: Arnedo Lasheras, (2020)

La economía circular se basa en cambiar el modelo actual de economía lineal, “tomar, hacer y desechar” donde los recursos se extraen, se transforman en productos, son utilizados o consumidos y finalmente desechados, los productos y materiales en un modelo circular se mantienen en circulación durante el mayor tiempo posible porque son más duraderos y se pueden volver a utilizar, reparar y reciclar.

Figura 2. Economía lineal Vs Economía Circular

Tomado de: Arnedo Lasheras, (2020)

Para lograr los objetivos del Acuerdo de París y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, es fundamental avanzar hacia una economía circular. En 1995, las emisiones de gases

de efecto invernadero generadas por la producción de materiales constituían el 15% de las emisiones globales, y en 2015, este porcentaje aumentó al 23%.

En 2050, las emisiones mundiales derivadas de la producción de materiales clave podrían reducirse en un 40 %, lo que equivale a 3.700 millones de toneladas, mediante la implementación de estrategias de economía circular en cinco de los sectores más importantes (acero, cemento, plástico, alimentos y aluminio).

Actualmente, China y Europa lideran la transición hacia la circularidad, ya que sus estrategias de circularidad internas y externas tienen un impacto en el resto del planeta; En 2009, China implementó su Ley de Promoción de la Economía Circular, anticipándose a la tendencia global, Europa es reconocida como líder en la transición hacia la economía circular debido a la implementación de medidas como el Pacto Verde Europeo, el primer Plan de Acción para la Economía Circular y más de 60 estrategias y hojas de ruta de circularidad a nivel regional, nacional y local. (Albaladejo, 2021)

En América Latina la transición hacia la economía circular depende de tres grandes sectores: la minería, la gestión de residuos y la bioeconomía.

La economía de muchas naciones de América Latina y el Caribe depende en gran medida de las industrias extractivas. En Ecuador y Colombia, los aceites de petróleo crudo y de materiales bituminosos constituyeron alrededor del 30% de los ingresos procedentes de las exportaciones en 2017. En Brasil, Chile, Colombia, Guayana y Perú, el sector minero tiene un papel importante en la economía. El cuarto sector minero más grande del mundo se encuentra en Brasil.; la reducción de los impactos ambientales y sociales significativos de las industrias mineras y extractivas en la región es posible gracias al modelo de economía circular.

En 2018, más del 80 % de la población de América Latina y el Caribe residía en ciudades, lo que indica que esta región es la más urbanizada del mundo. Las ciudades y los gobiernos municipales de la región juegan un papel importante en la transición hacia una economía circular. La mayoría de las ciudades enfrentan importantes desafíos en la gestión de los residuos sólidos municipales. Se espera que para el año 2050, la producción de desechos en América Latina y el Caribe aumente de 541 000 toneladas diarias en 2014 a 670 000 toneladas diarias; actualmente todos los países de la región se basan en gran medida en el uso de rellenos sanitarios o vertidos ilegales como formas principales de eliminación.

A lo largo de los últimos veinte años, varios países de Latinoamérica han adoptado principios bioeconómicos en varios sectores y con diferentes grados de impacto socioeconómico y ambiental. La bioeconomía ofrece una amplia gama de opciones particularmente en los sectores agrícola y alimentario.

Muchas industrias e instituciones forman parte de la economía circular sin embargo no es sorprendente que los ministerios de medio ambiente latinoamericanos sean los encargados de promover y organizar las iniciativas de economía circular, ya que en general se interpreta erróneamente como un modelo que solo se centra en la sostenibilidad ambiental, sin tener en cuenta que la economía circular es igual de importante para el sector industrial (Schröder, 2020).

La economía circular se ha consolidado como una respuesta a los desafíos ambientales y de sostenibilidad que enfrenta el mundo contemporáneo; no solo facilita la sostenibilidad, sino que también permite la innovación, la reducción de costos y la participación de las partes interesadas. Esto tiene muchas ventajas para los directores de proyectos, permitiendo ejecutar proyectos que se enfoquen en eficiencia de recursos, mitigación de riesgos, innovación y ventajas competitivas y la satisfacción del cliente; es por esto que es fundamental que los gerentes de proyectos comprendan

la complejidad de la economía circular para preparar sus proyectos hacia el futuro y mejorar tanto la sostenibilidad como la rentabilidad. (Rodríguez, 2023)

2.1.2 Modelo de negocio circular

La economía circular promueve la innovación en los modelos de negocio al cuestionar la perspectiva convencional de "utilizar y desechar". Las empresas pueden crear nuevos bienes y servicios con un enfoque en la reutilización, la reparabilidad y la durabilidad.

La implementación de una economía circular brinda diversas ventajas, tales como la disminución de gastos, la generación de empleo, el incremento de la sustentabilidad ambiental y la posibilidad de innovar en modelos empresariales. Estos beneficios no solo influyen positivamente en las compañías, sino también en la sociedad en general, al promover un uso más eficaz de los recursos y la salvaguarda del entorno natural. (Forero Cortés, 2023)

El modelo de negocio circular genera la posibilidad de reducir entre un 80% y un 99% los desechos industriales en ciertos sectores y entre un 79% y un 99% de sus emisiones; igualmente al hacer efectivas actividades bajo la economía circular es posible minimizar las emisiones globales de gases de efecto invernadero en un 39% y el uso de materias primas en un 28% (Sánchez, 2021)

2.1.3 Construcción sostenible

Es un proceso integral que tiene como objetivo restaurar y mantener la armonía entre el medio ambiente y el espacio construido, con el objetivo de establecer asentamientos que reafirmen la dignidad humana y promuevan la equidad social y económica. Esto implica adoptar nuevas

prácticas de diseño, construcción y operación y mantenimiento con un enfoque ambiental, social y económico.

Las edificaciones sostenibles son construcciones civiles que se diseñan y construyen de manera segura, utilizan componentes y materiales con bajos niveles de energía, materiales reciclables y renovables, utilizan técnicas de construcción y diseños de bioarquitectura más eficientes, hacen uso eficiente de la energía y los recursos hídricos, son flexibles y fácilmente adaptables al cambio climático y tienen una vida útil superior a la del promedio de las edificaciones. (Sostenible, 2023)

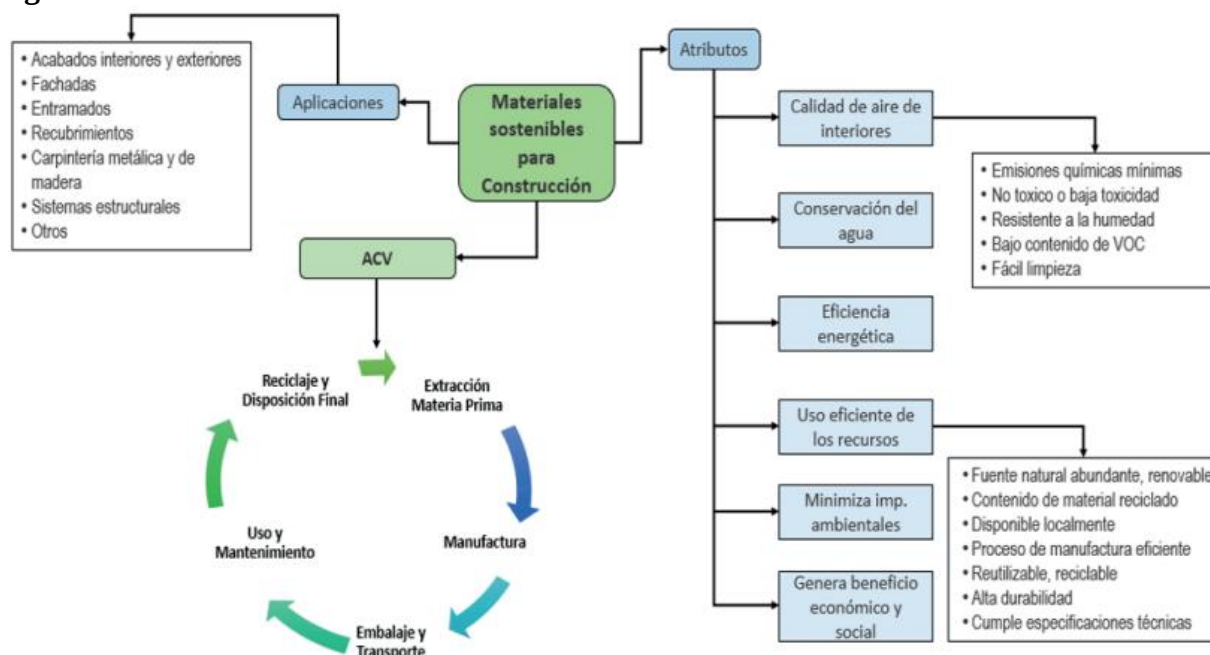
Figura 3. Consideraciones mínimas de la construcción sostenible en un proyecto.



Tomado de: Romano Castañeda, (2022)

2.1.4 Materiales alternativos o sostenibles

Son el resultado de la recuperación, reciclaje o uso de desechos sólidos utilizados para sustituir parcialmente los materiales o materias primas tradicionales, no obstante, cuando se menciona un material sostenible, se refiere a aquel que durante su ciclo de vida reduce los efectos ambientales y sociales que produce, a la vez que produce beneficios económicos.

Figura 4. *Análisis de ciclo de Vida de materiales sostenibles*

Tomado de: Romano Castañeda, (2022)

Los materiales que, debido a su cantidad, tienen más probabilidades de ser reconsiderados, reutilizados, reparados, restaurados, refabricados, disminuidos, reciclados y recuperados, son los que se originan de actividades de excavación, edificación, de edificación, mejoras locales de obras civiles o de actividades relacionadas.

En base al Resolución 0472 de 2017 (modificada por Resolución 1257 de 2021) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en actividades de construcción y demolición RCD” los RCD de aprovechamiento son:

- Productos de excavaciones
- Productos de cimentaciones

- Pétreos (hormigón, arenas, gravas, gravillas, cantos, pétreos asfálticos, trozas de ladrillos y bloques, cerámicos, sobrantes de mezclas de cementos y concretos hidráulicos, entre otros)

No pétreos (vidrio, metales como acero, hierro, cobre, aluminio, con o sin recubrimiento de zinc o estaño, plásticos tales como PVC, polietileno, policarbonato, acrílico, espumas de poliestireno y de poliuretano, gomas y cauchos, compuestos de madera o cartón, drywall, entre otros. (Romano Castañeda, 2022)

Todo aquel residuo que haya sido contaminado por residuos peligrosos y que por su estado no pueden ser aprovechados, deben ser procesados según lo establecido por los lineamientos de residuos peligrosos.

2.1.5 Beneficios de construcción sostenible

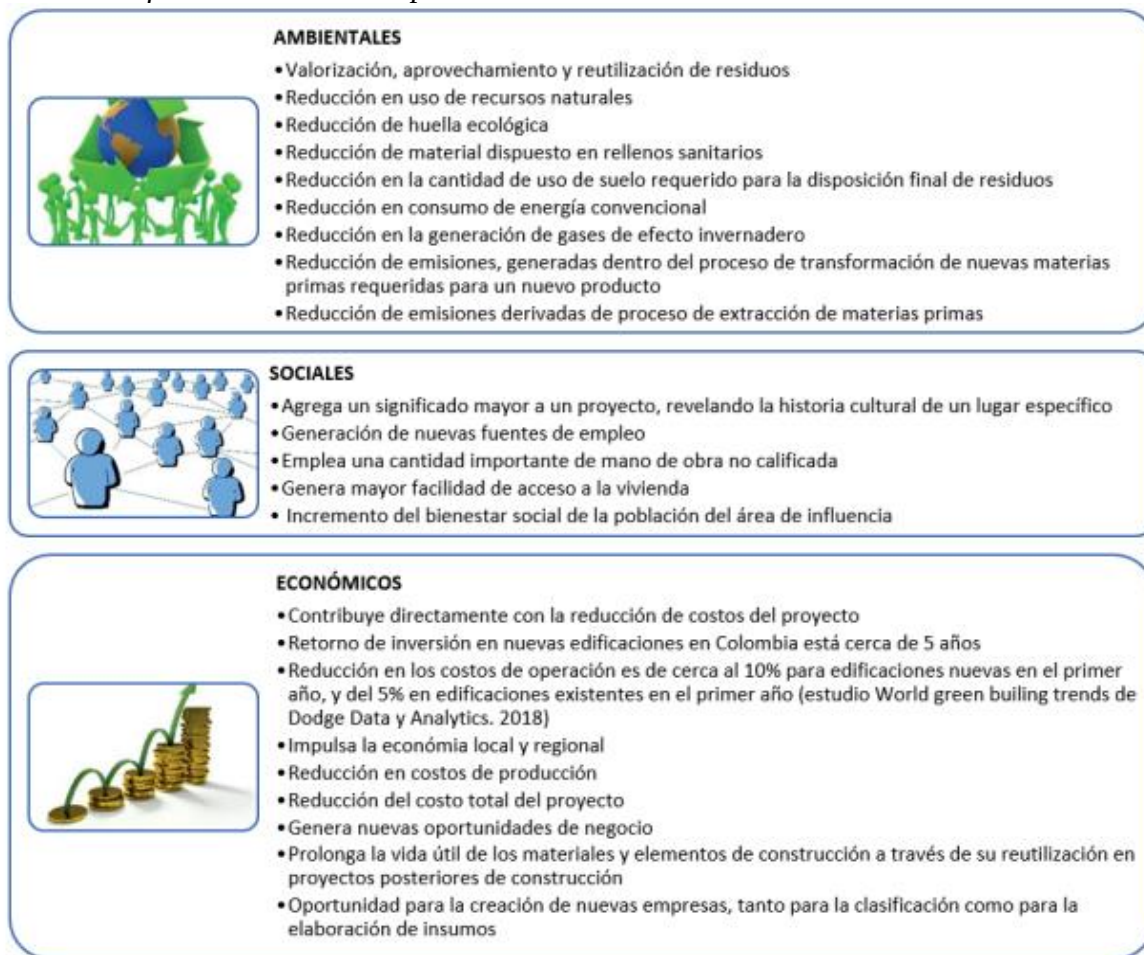
Para el año 2020 de acuerdo al consejo nacional de construcción sostenible algunos de los beneficios que atrae trabajar bajo esta modalidad están:

- La puesta en marcha de sistemas sustentables conduce a disminuciones del 30% en energía, del 35% en emisiones de carbono, del 40% en el ahorro de agua y del 75% en los costos de residuos, esto sin considerar las ventajas de salud y productividad para la población.
- Minimización de costos operativos
- Aumento de la durabilidad de los recursos naturales, para prevenir que la cadena de principio a fin sea eficaz y conseguir la reutilización de los materiales, prolongando de esta manera su vida útil.
- Reducción significativa del volumen de residuos producidos, enviándolos a reciclar o a reutilizar.

- Disminución del consumo energético sin comprometer el confort del lugar, a través de la adopción de un sistema de modelado energético, la planificación de las instalaciones eléctricas, la adecuada selección de iluminación, cristales y equipo mecánico, iluminación natural, y la utilización de energías renovables.

La edificación con materiales sostenibles ofrece beneficios medioambientales, donde sobresale el ahorro en el uso de materiales locales o foráneos y en el consumo de energía vinculados a la producción de productos que los reemplazan, la extensión de la durabilidad de los espacios de vertido, y la conservación de espacios naturales gracias a una menor necesidad de extracción de recursos minerales.

La construcción sostenible no solo se enfoca en los materiales también en el diseño y desarrollo integral e interdisciplinario, que aumenta el nivel de impacto positivo para el ambiente y la comunidad

Figura 5. *Beneficios ambientales a partir del uso de materiales alternativos*

Tomado de: Dodge Data & Analytics, (2018) Estudio World Green Building Trends de Dodge Data y Analytics

2.1.6 Objetivos de Desarrollo sostenible y la construcción sostenible.

La construcción sostenible está fuertemente ligada con el cumplimiento de los 13 de los objetivos de desarrollo sostenible se basa en:

- Salud y bienestar
- Energía asequible y no contaminante
- Ciudades y comunidades sostenibles
- Producción y consumo responsables

- Acción por el clima

No solo podemos diseñar nuestro ambiente edificado de manera que nos sintamos a gusto en él, sino que también podemos garantizar que no ocasione daño a los demás o al entorno natural. Para conseguirlo, necesitamos ser honestos, apreciar la realidad en su estado natural, poseer el valor y la determinación de cambiar el sector de la construcción y convertir la sostenibilidad en la nueva norma. Construir con el enfoque del desarrollo sostenible implica entender que las construcciones pueden aportar valor tanto a los individuos como a la naturaleza.

Figura 6 ODS y el papel clave del sector de la construcción

	La construcción sostenible crea puestos de trabajo locales, reduce el riesgo al ofrecer seguridad en la planificación y herramientas de garantía de calidad, minimiza los desembolsos de explotación y los costes de seguimiento, y promueve la vivienda asequible para todos.
	Las construcciones sostenibles crean espacios habitables en el interior y el exterior, poniendo el foco en las personas, su salud y su bienestar de principio a fin.
	Construir de forma sostenible fomenta la concienciación sobre el desarrollo sostenible en el sector de la construcción y la propiedad, gracias a personas bien formadas, a la comunicación con todas las partes implicadas en la construcción y a los resultados sostenibles.
	Construir de forma sostenible se esfuerza por hacer un uso eficiente y responsable del agua en la construcción y el funcionamiento para avanzar en la gestión sostenible del agua y mitigar su escasez.

	Construir de forma sostenible requiere transparencia en la creación de valor y en la cadena de suministro, basando todas las decisiones en el entendimiento fundamental de que es posible un negocio sostenible en armonía con las personas y el medioambiente.
	La construcción sostenible promueve el uso eficiente y la autoproducción de energía renovable en edificios y distritos urbanos, contribuyendo así a la transición hacia la energía verde
	La construcción sostenible deja espacio para la innovación y el desarrollo continuo en el proceso de planificación; también se esfuerza por conseguir una infraestructura de movilidad y energía sostenible tanto dentro de los distritos urbanos como fuera de ellos, fomentando el acceso abierto a todos los residentes.
	La construcción sostenible tiene como objetivo hacer que el entorno construido, incluidas las instalaciones clave y las infraestructuras de transporte, sea totalmente accesible para todos, contribuyendo así a minimizar las desigualdades.
	La construcción sostenible crea distritos urbanos habitables y resilientes que ayudan a fomentar el desarrollo urbano sostenible, inclusivo y seguro en armonía con el medio ambiente.
	La construcción sostenible apoya los principios de la ecoeficiencia y la economía circular mediante la elección de materiales de construcción adecuados, apoyando el uso responsable de los recursos finitos del planeta.
	La construcción sostenible se basa en el objetivo de conseguir edificios y distritos urbanos neutros desde el punto de vista climático, que además deben ser resilientes y resistentes, y contribuir activamente a la protección del clima.

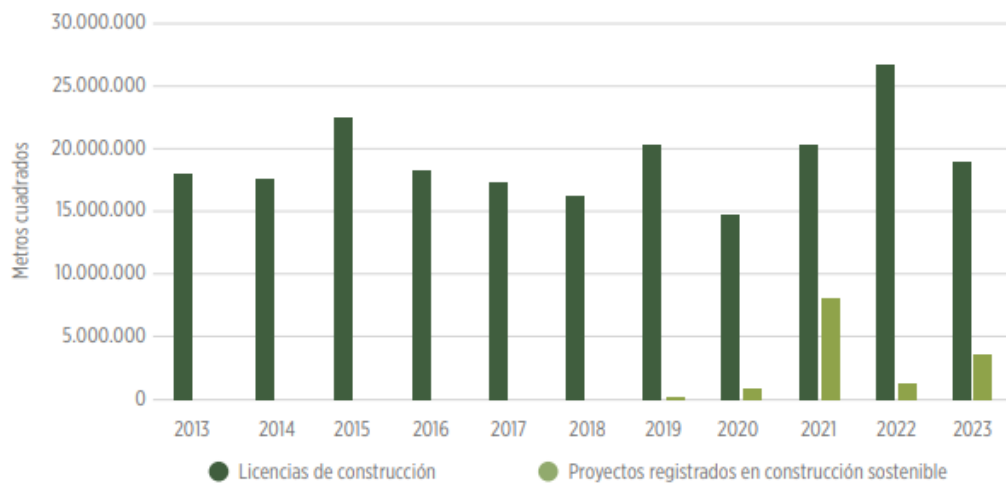
	La construcción sostenible fomenta la transparencia y el uso selectivo de las materias primas para evitar impactos ambientales problemáticos como la sobre fertilización de las vías fluviales y la acidificación de los océanos.
	La construcción sostenible fomenta la transparencia y el uso selectivo de las materias primas para minimizar el impacto ambiental, salvaguardar la biodiversidad y proteger las especies y el suelo.
	La construcción sostenible se centra en la planificación integrada que involucra a todas las partes interesadas que participan en la construcción, basándose en una comunicación transparente y promoviendo así una toma de decisiones participativas en el espíritu de las comunidades inclusivas.
	La construcción sostenible aprovecha los puntos fuertes de las redes y las alianzas internacionales para desarrollar soluciones compartidas que se traduzcan en una implantación real.

Tomado de (Council, 2021)

2.1.7 Impacto de la construcción sostenible

La construcción sostenible en Colombia ha tenido un impacto significativo en los último 10 años de acuerdo al análisis realizado en el último trimestre de 2023 y primero de 2024 por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) donde nos da a conocer que hay aumento significativo en prácticas sostenibles para proyectos de construcción.

Figura 7. Evolución de la actividad edificatoria de vivienda en el país y los proyectos registrados en algún sello en construcción



Tomado de: Landaeta, (2024)

En los últimos diez años (2013-2023), el 16% de las construcciones comerciales e institucionales se inscribieron en algún sistema de certificación de edificación sostenible. Este promedio ha permanecido estable durante los últimos tres años (2021-2023), lo que señala un uso continuo de certificaciones de construcción sostenible para este tipo de construcciones. Estas construcciones se clasifican en: hospedaje, stock, comercialización, industria, oficina y social-recreación.

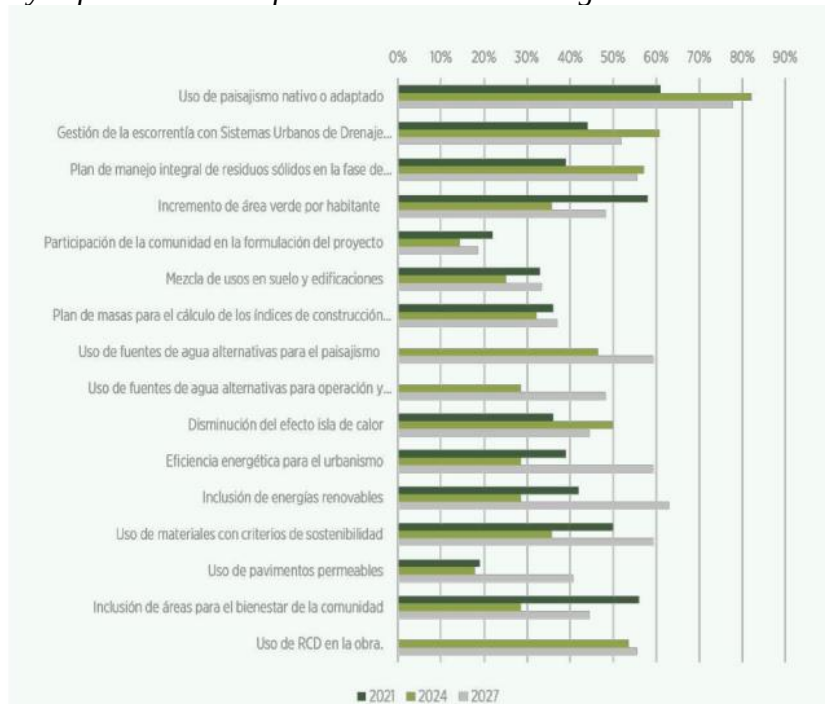
En 2016, se registró un máximo de registros con el 64% del área licenciada en proceso de certificación, principalmente debido al cambio de versión de la certificación LEED, periodo en el que varios proyectos fueron documentados con antelación. La pandemia del COVID-19 se manifiesta tanto en la disminución de registros como en la recuperación del área licenciada en 2020, volviéndose a recuperarse.

En 2022, se registró el segundo máximo de registros, alcanzando un 27% del área licenciada en proceso de certificación, especialmente en oficinas inscritas en LEED, a la fecha el 45% de los proyectos registrados están asociados a construcción de oficinas.

Respecto a la dimensión de sostenibilidad, Bogotá obtiene el puntaje más alto con 82,95, seguido por Medellín con 69,77, Bucaramanga es el siguiente con 69,56 y Cali el con 67,93.

El urbanismo sostenible promueve la habitabilidad de los lugares y potencia la experiencia de los habitantes en las ciudades, afectando de forma sostenible la salud y el bienestar de los habitantes. Este reconocimiento se incrementa progresivamente entre las compañías de construcción y desarrolladores que llevan a cabo proyectos urbanísticos que incorporan áreas urbanas en sus proyectos. Este incremento se manifiesta en la incorporación de estrategias de urbanismo sostenible a partir del 2021.

Figura 8. *Evolución y expectativa de implementación de estrategias de urbanismo sostenible*



Tomado de: Landaeta, (2024)

La certificación LEED v4.1 Cities and Communities es uno de los instrumentos clave para promover la incorporación de componentes de desarrollo sostenible en los contextos urbanos, y puede ser utilizada en áreas urbanas, comunidades y barrios, tanto en áreas urbanizadas como en áreas de crecimiento urbano.

En este contexto, Colombia se destaca como un modelo de éxito global, ubicándose como la segunda nación después de China en alcanzar la mayor cantidad de proyectos registrados LEED.

Figura 9. Estrategias de valor social implementadas en los proyectos

Tomado de: Landaeta, (2024)

Las estrategias de valor social a aplicar en los proyectos de construcción generan una particular importancia debido a que involucran a los participantes en el proyecto desde un enfoque de bienestar, que se enfrenta en aspectos sociales, ambientales y financieros.

2.1.8 Marcos de trabajo ágiles

Los marcos de trabajo ágiles emergieron como una opción de desarrollo para superar los fracasos, aparecieron en la década de los noventa, con el objetivo de reducir el ciclo cerrado que conllevan las técnicas convencionales

La aplicación de marcos de trabajo ágiles en la administración de proyectos organizacionales es muy común debido a su alta adaptabilidad al cambio, su flexibilidad en los distintos procesos, el uso de herramientas visuales y una mayor integración entre los involucrados en el desarrollo del proyecto;

Son reconocidos como marcos de trabajo flexibles debido a que pueden ser modificadas o ajustadas para adaptarse a la realidad de cada equipo y a distintos proyectos; demandan menos tiempo de preparación y el tiempo se disminuye significativamente en su modelación, dado que los periodos son más breves, cada proyecto se aborda de manera autónoma y desarrolla un conjunto de características en un periodo de tiempo específico. (Junco, 2022)

En la década de los 90, los proyectos de software enfrentaron desafíos como retrasos en la entrega, falta de adaptación al cambio y resultados que no siempre satisfacían las necesidades de los clientes; los enfoques tradicionales, son rígidos y se basan en una planificación secuencial, lo que dificulta la gestión del cambio, esta situación lleva al desarrollo de procedimientos más adaptativos y colaborativos con un enfoque en la entrega iterativa y la participación continua del cliente. (Sommerville, 2011)

El marco de trabajo ágil surge cuando numerosos programadores de software observaron que los ciclos de producción y las técnicas de colaboración del modelo en cascada no proporcionaban los resultados previstos. Este problema se había extendido a principios de la década de los 90, dado que era habitual que pasaran varios años entre la emergencia de una necesidad empresarial justificada y la entrega de una aplicación en funcionamiento. Los cambios que podían experimentar las empresas y los mercados durante esos años eran tan significativos, que probablemente se anularían segmentos significativos de los proyectos de software antes de su distribución. El derroche de tiempo y recursos provocó que varios programadores de software exploraran una opción distinta. (Latinoamérica, 2022)

2.1.8.1 Marco de trabajo ágil Scrum. Scrum es un marco de trabajo ágil que se utiliza para crear proyectos complejos y cambiantes. Para lograr un desarrollo de alta calidad y una mayor

satisfacción del cliente, Scrum busca maximizar la colaboración, la flexibilidad y la transparencia; Scrum utiliza un grupo de personas que comparten todas las habilidades y experiencia necesarias para completar el trabajo y compartir o adquirir estas habilidades según sea necesario.

El desarrollo de software enfrentó muchos desafíos en la década de 1980, entre ellos incumplimiento de plazos y sobrecostos. Los marcos de trabajo tradicionales, como el modelo en cascada, no eran adaptables y eran inflexibles.

Sus inicios se remontan hacia el año 1986 por Hirotaka Takeuchi e Ikujiro Nonaka, al observar la dinámica que utilizaban las organizaciones para el desarrollo de nuevos productos se basaba en una idea de trabajo individual, este marco de trabajo representaba la presencia de un sin número de inconvenientes e inconformidades, para esto Takeuchi y Nonaka propusieron el Scrum, como un marco de trabajo que mejora la comunicación e interacción, siendo así un trabajo en equipo más colaborativo donde se encuentran todas las áreas involucradas para el desarrollo de un proyecto, buscando obtener resultados más efectivos y productivos. Sin embargo, en 1990, Jeff Sutherland y Ken Schwaber iniciaron a formalizar el marco de trabajo Scrum con el fin de mejorar la productividad y la calidad en los proyectos y lo dan a conocer en 1995, en una conferencia de la Asociación de Desarrollo de Software (OOPSLA). (Edwin Hernández-Salazar, 2021)

El término "scrum" proviene del rugby debido a que hace referencia a la manera en que todos los jugadores de cada equipo, sin importar su posición, trabajan juntos empujando, tratando de anotar o impedir que el otro equipo lo haga. De ahí la analogía para aplicarlo al desarrollo de nuevos productos. (Edwin Hernández-Salazar, 2021)

2.1.8.1.1 valores marco de trabajo Scrum

Mejora continua: los marcos de trabajo ágiles se han desarrollado para mejorar a forma de trabajar; por tal razón los miembros de un equipo Scrum deben encontrar continuamente oportunidades de mejora y aplicarlas para realizar su trabajo de forma eficiente y con un nivel de calidad mayor.

Calidad: la calidad debe ser un elemento fundamental e indiscutible. Sacrificar la calidad por encima de otros factores, como plazos o gastos, compromete el proceso y sus resultados y va en contra de la filosofía Scrum.

Time Boxing: en un proyecto, es necesario el denominado ladrones de tiempo para aumentar la productividad, uno de los grandes beneficios es el establecer una duración temporal estricta para las actividades que tienden a alargarse y dispersarse. Una reunión de tiempo limitado significa que esta solo durará una hora, no se permiten divagaciones innecesarias y se discuten solo los temas relacionados con el tema en cuestión y no otros. El Time Boxing significa aprovechar el tiempo y evitar perderlo.

Responsabilidad: una organización funciona cuando los miembros del equipo asumen responsabilidades de mayor rango. La responsabilidad se acumula a medida que se asciende en una organización jerárquica, sin embargo, para el marco de trabajo scrum la responsabilidad en Scrum es compartida y afecta a todos por igual.

Multidisciplinar: el equipo de trabajo debe tener la capacidad de realizar todas las actividades asociadas al proyecto; sin embargo, en Scrum, se espera que cada miembro del equipo pueda trabajar por sí solo y completar todos los trabajos necesarios sin depender de la ayuda de demás.

Flexibilidad: scrum elimina la idea de que todos los proyectos deben comenzar con una descripción estática de las necesidades del cliente. En su lugar, Scrum se define en torno a la idea de que los requisitos pueden cambiar y reconoce la realidad. Como resultado, la flexibilidad es una de sus características distintivas y se puede encontrar en todo el proceso.

Ritmo: scrum recomienda que el equipo trabaje a un ritmo determinado para evitar que la flexibilidad se convierta en incertidumbre, para que un equipo alcance el nivel de madurez apropiada capaz de funcionar de forma sincronizada y proporcionar a las estimaciones de alcance y fechas a los clientes.

Compromiso: Scrum requiere que todos los participantes del proyecto estén muy comprometidos. La confianza y la autonomía que brinda a todos los participantes requieren una actitud activa y comprometida hacia el proyecto.

Simple: es una característica de calidad y un valor adicional que se agrega al producto realizado, y facilita la labor de aquellos que tengan que trabajar con él proyecto a futuro. Scrum prefiere soluciones sencillas a complejas.

Respeto: las relaciones necesarias para el éxito de un proyecto solo se pueden establecer mediante el respeto mutuo entre los participantes, Scrum prioriza a las personas y sus relaciones.

Coraje: los participantes deben tomar decisiones comprometidas, tomar iniciativas y actuar en función de un objetivo común, todo esto requiere valentía para seguir el camino sin esperar instrucciones, especialmente en situaciones en las que el camino no está completamente claro

Foco: el proyecto es la tarea más importante del equipo y todos los demás involucrados, y debe ser el foco principal. Una de las consecuencias es estar completamente comprometido con el proyecto.

Predictibilidad: el equipo debe seguir un ritmo determinado, trabajar de manera ordenada y disciplinada, y todo con el objetivo de ser predecibles al final. El objetivo es acabar siendo capaces de anticipar aproximadamente qué cantidad de trabajo puede realizarse en un periodo determinado, asumiendo el cambio y la incertidumbre como partes naturales del trabajo y no como inconvenientes.

Personas: los marcos de trabajo ágiles se enfocan en las personas en lugar de en los procesos o métodos. Un marco de trabajo tradicional es complejo, lleno de pasos, diagramas y documentos, nunca llegará a buen puerto sin la contribución decidida de la gente. Como resultado, Scrum se concentra principalmente en las personas participantes o interesadas, facilitando su comunicación para crear relaciones ricas y fluidas. (Heras del Dedo, Métodos ágiles: Scrum, Kanban, Lean, 2017)

2.1.8.1.2 Ciclo de vida de marco de trabajo Scrum. El marco de trabajo Scrum define tres responsabilidades específicas dentro del equipo de Scrum:

Scrum Master: son líderes que aporta al equipo apoyo de diferentes maneras a través de capacitaciones enfocadas en autogestión y multifuncionalidad, en la incentivación de la creación de valor de los proyectos, la eliminación de obstáculos para el progreso del equipo, asegurar que todo lo planteado se lleve a cabo respetando los tiempos establecidos para cada fase.

Product Owner: su principal objetivo es tiene incrementar el valor del producto resultado del trabajo desarrollado por el equipo. La forma de realización de esto puede fluctuar considerablemente entre organizaciones, equipos Scrum e individuos, sus principales responsabilidades se basan en desarrollar y transmitir de manera explícita el Objetivo del Producto,

elaborar y comunicar de forma precisa los componentes de trabajo, garantizar que el trabajo pendiente sea claro, perceptible y entendible .

Desarrolladores: los desarrolladores son los integrantes del equipo Scrum que se dedican a desarrollar cualquier elemento de un Incremento funcional en cada Sprint; las competencias particulares que requieren los desarrolladores suelen ser extensas y cambiarán dependiendo del dominio del trabajo sus responsabilidades se basan en generar un plan el Sprint Backlog; Infundir la calidad del servicio o producto deseado por el cliente y adecuar un plan de trabajo diario enfocado a cada sprint. (Sutherland, 2021)

Los equipos de Scrum son multifuncionales , lo que implica que sus integrantes poseen todas las competencias requeridas para generar valor en cada Sprint. Además, son autónomos, lo que implica que internamente determinan quién realiza qué, cuándo y de qué forma; estos equipos son pequeños lo que hace que el proceso sea ágil al mismo tiempo es lo suficientemente grande como para terminar una labor importante en un Sprint, usualmente 10 o menos individuos.

Si los grupos de Scrum son muy grandes, es necesario tener en cuenta la opción de reestructurarse en diversos grupos Scrum unidos, cada uno enfocado en el mismo producto. Por tal razón , deben tener el mismo propósito, el mismo registro de trabajo pendiente del producto (Product Backlog) y el mismo dueño del producto (Product Owner).

Figura 10. Ciclo de vida marco de trabajo Scrum

Tomado de: Alfonzo, (2011)

- El Product Owner define un listado detallado de los requisitos, necesidades, y funcionalidades que se requiere para el desarrollo del proyecto en un documento denominado Product Backlog
- Se da a conocer la información al Scrum Master a través de una reunión denominada como reunión de planificación de sprint donde se plantean las actividades a realizar, como resultado de este espacio se obtiene una lista de actividades a desarrollar mejor reconocido como Sprint Backlog donde se encuentran los requisitos que se deben construir en un periodo de tiempo establecido entre una y cuatro semanas, cada espacio de tiempo se denomina sprint.
- El Sprint es el componente principal del scrum, dado que se refiere al proceso de creación o desarrollo de la necesidad del cliente, se divide en módulos operativos con un producto de desarrollo incremental. La duración de cada Sprint varía entre 5 y 30 días, en función de la complejidad o funcionalidades establecidas en el Sprint Backlog, allí interviene el

Scrum Master y los desarrolladores quienes trabajan en conjunto para disminuir las necesidades del sprint y facilitar la ejecución de la tarea

- Las reuniones diarias tienen por objetivo realizar un seguimiento a cada uno de los procesos que estén dentro de cada sprint y se da respuesta a pregunta como: ¿Qué hizo ayer? ¿Qué está haciendo hoy? ¿Qué va a hacer mañana? ¿Qué problemas ha encontrado? Estas reuniones deben ser muy cortas y concretas en un tiempo no superior a 15 minutos, buscando que diariamente haya una visual del estado actual del sprint.
- Las reuniones o las Daily Scrum se llevarán a cabo frente a un tablero o registro escrito de datos, en el que se establecen todas las actividades y tareas vinculadas con los integrantes del equipo. Scrum emplea un tablero de cámara o de registro ordenado, lo que acelera el proceso de comprensión del sprint en el que se está trabajando. Por lo tanto, se asegura la transparencia para que todos los integrantes del equipo puedan colaborar y contribuir al progreso del proyecto.
- El éxito del sprint depende de todo el equipo de desarrollo, su objetivo es que todos sus miembros tengan tareas que generen responsabilidad, y si alguien concluye una tarea, puede colaborar con otro compañero en otra tarea para alcanzar el objetivo del sprint y respetar los tiempos establecidos.
- Al concluir cada sprint, se lleva a cabo una nueva reunión denominada "Sprint Review"; en esta actividad se verifican los objetivos del sprint evaluado, asegurando así la entrega del producto al cliente final.
- Después de retirar el producto, se lleva a cabo un nuevo encuentro, conocido como "sprint retrospective" o retrospectiva del sprint, conformado por los integrantes del equipo de desarrollo del producto. En esta actividad, se examinan los resultados del sprint previo,

detectando problemas, fallos en el procedimiento o mejoras que se puedan implementar en el próximo sprint.

- Al concluir cada sprint, se comienza con uno nuevo utilizando otra de las funciones del Product Backlog, con el fin de elaborar un nuevo Sprint Backlog, dando comienzo a un nuevo proceso hasta conseguir un nuevo producto funcional. El objetivo principal es que cada producto nuevo pueda ser entregado al cliente o al usuario, con el objetivo de que, al interactuar, demuestre el progreso del proyecto; hasta que, al finalizar todos los sprints, se consiga el producto final.

2.1.8.1.3 marco de trabajo Scrum en proyectos de construcción. En el sector de la construcción, la gestión de proyectos cuenta con retos singulares que requieren marcos de trabajo innovadores y adaptables. Scrum, es considerado un marco de trabajo ágil que nace en la creación de software, ha probado ser un recurso potente para administrar proyectos complejos, incluyendo los relacionados con el ámbito de la obra.

La implementación de Scrum en proyectos de construcción brinda múltiples ventajas que pueden generar resultados notables en los proyectos entre ellos un alto nivel de flexibilidad y adaptabilidad permitiendo dar respuesta rápidas y una visión de mejora continua durante el proceso, mejorar la calidad del producto entregado al cliente, aumento en la colaboración y la motivación del trabajo en equipo, y finalmente la transparencia en el progreso del proyecto a través de una comunicación asertiva que conlleva a la toma de decisiones rápidas y eficaces.

Sin embargo, también hay desafíos que se deben enfrentar como la adaptación cultural debido a que se requiere un cambio de la mentalidad tradicional de trabajo lo que puede generar

resistencia, coordinación y colaboración son desafíos específicos a tener en cuenta teniendo en cuenta que el marco de trabajo Scrum se basa en trabajo en equipo y la comunicación abierta.

Scrum ha demostrado ser un marco de trabajo aplicable a proyectos de construcción, ofreciendo flexibilidad, claridad y una cooperación eficaz. A través de la implementación de sus principios y procedimientos, las compañías de construcción tienen la capacidad de incrementar la calidad, disminuir los plazos de entrega y elevar la satisfacción del cliente. (Gramuntell, 2024)

2.1.8.1.4 Marco de trabajo Scrum en proyectos sostenibles. Los marcos de trabajo ágiles, como Scrum, proporcionan una técnica eficaz para llevar a cabo proyectos que fomenten la economía circular, al implementar proyectos enfocados en la economía circular bajo dicho marco de trabajo se permite a las organizaciones detectar y erradicar ineficiencias, disminuyendo de esta manera el derroche de recursos y reduciendo la huella ambiental.

Scrum promueve la cooperación y la retroalimentación continua, lo que impulsa la creación de ideas y la rápida adaptación a las variables condiciones del mercado. Esto posibilita que las compañías descubran nuevas posibilidades para reutilizar, reciclar y renovar sus productos y materiales, aportando de esta manera a un modelo económico más sostenible.

Cuando las organizaciones utilizan Scrum, pueden detectar y tratar con rapidez las oportunidades de mejora en cada fase del ciclo de vida de un producto. Además, ofrece una mayor adaptabilidad para ajustarse a las variaciones en las preferencias y requerimientos de los consumidores, lo que ayuda a disminuir la obsolescencia y el desecho anticipado de productos. (Lozano, 2023)

2.1.8.2 Marco trabajo ágil Kanban. Kanban nace es un marco de trabajo que surge por la necesidad entregar un producto a tiempo y de buscar optimizar los procesos, las personas involucrados en un proceso son los más aptos para hallar soluciones y mejoras efectivas, dado que son precisamente estos ellos quienes conocen a fondo la necesidad del cliente, el marco de trabajo Kanban en base a sus características es aplicable a cualquier tipo de proyecto que se ejecute con un equipo de trabajo encargado de realizar entregas en un tiempo determinado.

Kanban busca erradicar la incertidumbre y la complejidad de un proyecto, todo debe ser manejado de manera clara y sencilla; la clave radica en representar únicamente y lo que es necesario. (Heras del Dedo, Métodos ágiles: Scrum, Kanban, Lean, 2017)

El marco de trabajo Kanban nace a finales de la década de 1940 por Taiichi Ohno, un ingeniero japonés de Toyota. Ohno se percató de que podía optimizar el sistema productivo de Toyota al integrar componentes de producción ajustada: en vez de producir productos nuevos basándose en la demanda preestablecida, Ohno optó por crear productos nuevos basándose en la demanda previa; El enfoque Kanban generó respuesta a la necesidad del consumidor; también se le denomina como el marco de trabajo de producción “justo a tiempo”.

El enfoque Kanban modificó el proceso productivo de Toyota, pasando de un proceso de "empuje" (la introducción de productos en el mercado) a un proceso de "extracción" (la producción de productos se ajusta a las necesidades del mercado). Esto implicó que Toyota podía mantener un volumen de inventario reducido sin perjudicar su competitividad en el sector.

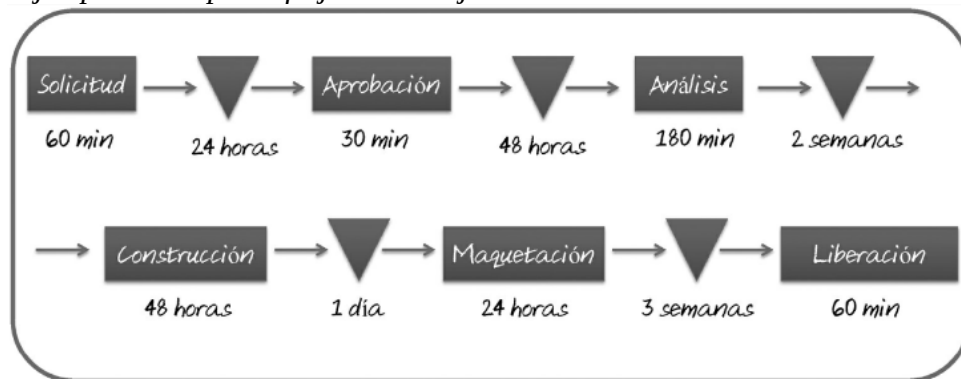
El marco de producción adaptado que Ohno desarrolló se fundamentó en las tarjetas Kanban. la palabra "Kanban" es una mezcla de dos términos japoneses: 看 (Kàn), que se traduce como "signo" o "señal visual", y 板 (Bǎn), que se traduce como "tablero". En Toyota, las tarjetas Kanban eran tarjetas de papel que señalaban la necesidad de un producto nuevo, un componente

nuevo o un inventario, y que iniciaban el proceso de fabricación del artículo en cuestión. (Martins, 2024)

2.1.8.2.1 Etapas marco de trabajo Kanban

Definición de mapa de flujo de trabajo: es crucial mostrar los tiempos requeridos para finalizar cada fase, además de reconocer el tiempo de espera utilizado por cada elemento entre cada paso. Finalmente, este mapa debe ser completado con toda la información requerida que indique qué políticas implementar para poder concluir una fase y progresar hacia la siguiente. Los componentes de un flujo se reconocen mediante símbolos establecidos de forma estándar.

Figura 11. Ejemplo de mapa de flujo de trabajo Kanban



Tomado de: Heras del Dedo, Métodos ágiles: Scrum, Kanban, Lean, (2017)

- Elaboración del "tablero": el tablero debe estar elaborado de tal manera que cada columna simbolice un estado del flujo establecido previamente, el panel debe tener una columna específica para cada fase del flujo establecido previamente; para que un tablero de Kanban resulte práctico, es necesario determinar cuándo comienza y finaliza la representación del

estado de trabajo en el panel, es muy importante que en el tablero se refleje el flujo actual y no lo que se desea seguir.

NOTA: No existen dos tableros de Kanban iguales. Cada equipo debe generar su propio tablero reflejando su flujo de trabajo con sus respectivas y características específicas. Este se va adaptando en función de los requerimientos específicos del proyecto.

- Establecer el WIP (Trabajo en Desarrollo): indica el número máximo de tarjetas o elementos permitidos por columna en el panel Kanban. Este número debe fluctuar en función de la demanda, aunque se debe tener cuidado de no modificarlo de manera brusca y sin criterio. Es importante recordar que las tarjetas de Kanban deben interpretarse como un "otorgador de permisos", lo que significa que no podremos iniciar un trabajo en una fase si no se ha obtenido el permiso para llevarlo a cabo.
- Atribuir un valor al WIP en cada estado o columna no implica que siempre debe estar en su máximo nivel. Por ejemplo, si el WIP de la fase de análisis es 5, implica que se podrán examinar hasta 5 ítems al mismo tiempo, pero nunca superando los 5, dicho valor se decide de forma colectiva.
- Representar en tarjetas cada uno de los elementos que implican cada uno de los trabajos a realizar y ubicarlos en el tablero dentro de la columna correspondiente al flujo; una tarjeta debe incluir todos los datos requeridos relacionados con ella, pero única y exclusivamente los indispensable, en toda tarjeta Kanban debe incluir: Un identificador único, para garantizar una trazabilidad de la misma y obtener métricas de manera más fácil., un título que delimite el contenido del trabajo, una descripción breve de la tarea, detallando solo los aspectos esenciales para la adecuada ejecución de la misma, debe indicar las fechas de

ingreso y egreso de la tarjeta en el flujo o tablón Kanban para obtener un conocimiento total del ciclo.

Figura 12. *Contenido de una tarjeta Kanban*

Diagrama de una tarjeta Kanban con los siguientes campos:

- Identificación
- Persona asignada
- Título y brevisima descripción
- Información relevante relacionada
- Fecha Entrada
- Fecha Salida

Tomado de: Heras del Dedo, Métodos ágiles: Scrum, Kanban, Lean, (2017)

- Evaluar el tiempo que se dedica a cada elemento desde que se incorpora al tablero hasta que se considera concluido; el propósito final debe ser esforzarse por optimizar el proceso, suprimiendo todo lo que carece de valor y, por ende, reducir el tiempo del ciclo de las tareas.
- En Kanban, se anotan las tareas o requerimientos a cumplir en tarjetas y se establece el número máximo permitidas en cada fase del procedimiento. En base a esta simple regla, se realiza la elección pertinente para actuar de la forma más conveniente en cada instante.

2.1.6.8.2 Valores y principios de la Marco de trabajo Kanban

Principios

Continuar con el flujo de trabajo

Kanban es un marco de trabajo que permite adaptarse a flujos d trabajos existentes, por su capacidad de dar a conocer la información de manera visual permite identificar cualquier inconveniente que se presenta sobre la marcha que pueda generar retraso de un proyecto.

Admitir modificaciones graduales y evolutivas

Kanban es un marco de trabajo que se puede aplicar de forma gradual, se enfoca en cambios constantes de los procesos actuales. Al implementar modificaciones graduales, los nuevos cambios son más comprensibles y aceptados por los integrantes del equipo. En este escenario, lo más conveniente es implementar los cambios de manera gradual y esperar a que todos los miembros se acostumbren a ellos.

Respetar el proceso actual

Se trata de reconocer los procesos actuales, los roles y las obligaciones de cada persona. A través del respeto y conservación del proceso vigente, es posible prevenir reestructuraciones totales que provoquen resistencia de los empleados. Esto implica que no impide la modificación, pero sí la sugiere.

Respetar e identificar el proceso actual

El enfoque Kanban fomenta el liderazgo en todas sus etapas, lo que implica que aprecia las acciones de sus integrantes en cada una de ellas. Para conseguir los resultados esperados, cada persona debe asumir la propiedad y responsabilidad de su labor con el fin de esforzarse en alcanzar los resultados ideales, es crucial promover una mentalidad de mejora constante entre todos, debido

a que contribuye alcanzar un desempeño óptimo en el contexto de equipo, departamento y empresa.
(INDEED, 2024)

Valores

Enfoque al cliente

El enfoque al cliente es fundamental debido a que se manifiesta en el principio de comprender las necesidades y expectativas de los clientes. Este marco de trabajo aspira a optimizar el flujo de valor proporcionado, garantizando que los servicios progresen de forma productiva y prevista, sin obstáculos.

Liderazgo

En Kanban, el liderazgo es esencial y se promueve en todos los niveles. Un liderazgo eficaz no requiere micro gestionar, sino promover la autoorganización y la iniciativa personal.

Comprensión

Kanban inicia con el estado presente del proceso, con el objetivo de perfeccionarlo de manera progresiva. Sin un entendimiento detallado del sistema, resulta inútil tratar de lograr una evolución auténtica. Es responsabilidad de los participantes comprometerse a comprender el funcionamiento más allá de su aspecto mecánico.

Acuerdo

Las modificaciones obligadas son unas formas inadecuado para el éxito. Sin comprensión y acuerdo, las modificaciones no duran. El auténtico consenso entre los involucrados garantiza que se esfuercen por preservar las modificaciones aplicadas.

Respeto

Kanban respeta los procedimientos y principios vigentes. En equipos donde se valora genuinamente a los demás integrantes, la cooperación es magnífica, dado que no existe espacio para dudas ni oposiciones;

Comprender los valores fundamentales de Kanban facilita la obtención del máximo valor de este procedimiento. Solo mediante un ambiente de auténtico trabajo en equipo es posible alcanzar una mejora constante y duradera a lo largo del tiempo. (Express, 2020)

2.1.8.2.2 Kanban en la industria de la construcción. La industria de la construcción, por su naturaleza, es visual, los equipos de trabajo han modificado tableros Kanban para administrar actividades como la organización diaria de actividades, supervisión de subcontratistas, seguimiento de materiales y equipos, y la administración del flujo de trabajo entre las distintas etapas de construcción. Este marco de trabajo facilita la detección precoz de los denominados cuellos de botella y la modificación de las prioridades en función de la disponibilidad de recursos o el avance.

Con la puesta en marcha de Kanban, las compañías han disminuido el tiempo de entrega de tareas, dado que el sistema facilita un flujo constante de trabajo, disminuyendo los periodos de espera y la cantidad de tareas paralelas en curso, aspecto crucial en proyectos de construcción donde las interdependencias entre tareas son habituales.

En proyectos de construcción, donde los equipos pueden estar fragmentados geográficamente, Kanban promueve la comunicación entre el equipo de trabajo y los proveedores facilitando que todos los participantes estén en sintonía respecto a las prioridades y el estatus de las tareas.

La industria de la construcción es susceptible a alteraciones imprevistas, ya sea debido a factores climáticos, errores en el diseño o dificultades de abastecimiento, el marco de trabajo Kanban permite la reestructurar tareas sin obstaculizar el proceso de trabajo. (Glenn Ballard, 2016)

2.1.8.3 Marcos de trabajo ágil en PYMES y Economía Circular. Los marcos de trabajo ágiles son ampliamente utilizados por las pequeñas y medianas empresas (PYME), ya que les brindan la posibilidad de tener procesos estructurados, repetibles y mejorables sin requerir una considerable inversión de presupuesto y tiempo en su puesta en marcha.

En el contexto de las pymes, las los marcos de trabajo ágiles más utilizadas suelen ser aquellas que son fáciles de implementar, flexibles y que no requieren una gran cantidad de recursos. Las más comunes son: Scrum, Kanban, Scrumban, Lean, Extreme Programming (XP); estos marcos de trabajo resultan ser atractivos para las pequeñas y medianas empresas por su sencillez y habilidad para ajustarse a equipos de menor tamaño y presupuestos restringidos, además de promover la entrega más rápida y la adaptabilidad ante variaciones en las prioridades del proyecto.

La economía circular se ha consolidado como una estrategia que conlleva a disminuir el desperdicio y elevar el valor de los recursos; el uso de marcos de trabajo ágiles permite una innovación continua en el desarrollo de productos y servicios circulares. Gracias a la flexibilidad que ofrecen los marcos de trabajo ágiles, los equipos de proyecto pueden responder de manera rápida a los cambios en las necesidades del mercado, las regulaciones ambientales o el avance tecnológico. El enfoque iterativo e incremental asegura que las soluciones desarrolladas sean sostenibles y puedan ser mejoradas de forma continua; en este contexto los marcos de trabajo

agiles que más se ajustan a la necesidad del cliente son Scrum, Kanban y Lean. (Maria Antikainen, 2016)

3. Estado del arte

3.1 Economía Circular y las Pymes

Estudios alrededor del mundo han permitido reconocer la importancia de la economía circular como una estrategia para promover la sostenibilidad ambiental, igualmente la reconoce como una herramienta de competitividad para las pequeñas y medianas empresas (PYMES). A diferencia del modelo lineal tradicional de “tomar, hacer, desechar”, la economía circular se basa en un diseño regenerativo, la extensión de la vida útil de los productos, la reutilización, el reciclaje y la valorización de residuos. Este enfoque permite a las PYMES puedan optimizar sus procesos productivos, minimizar el consumo de materias primas vírgenes y reducir los impactos ambientales.

En Europa, uno de los referentes globales en la transición hacia modelos económicos circulares, el informe de la Fundación Ellen MacArthur (2020) que da a conocer como la adopción de estrategias circulares ha generado beneficios tangibles en las PYMES, entre ellos la reducción de costos operativos mediante a través de una gestión más eficiente de recursos y residuos, el fortalecimiento de su resiliencia frente a crisis económicas o interrupciones en las cadenas de suministro, así como el fomento a la innovación con el rediseño de productos y modelos de negocio más sostenibles.

En el contexto latinoamericano, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) señala en su informe de 2021 que, aunque el concepto de economía circular aún es no es muy reconocido entre las PYMES de la región, existen grandes avances, especialmente en sectores estratégicos como la construcción, el manejo de residuos sólidos, la agroindustria y la

manufactura. Estos sectores han iniciado incorporando practicas como la utilización de materiales reciclados, el diseño modular, la producción limpia y la valorización de subproductos agrícolas. No obstante, la CEPAL advierte sobre desafíos persistentes como la falta de financiamiento, la escasa articulación entre actores públicos y privados, y la necesidad de mayor capacitación técnica en circularidad.

En Colombia, el documento CONPES 3934 de 2018 **marca un punto de inflexión en el desarrollo de políticas públicas orientadas a la sostenibilidad**, al establecer las bases para una Estrategia Nacional de Economía Circular. Esta política promueve la transición hacia un modelo económico más eficiente en el uso de los recursos, enfocándose en áreas clave como la producción sostenible, el consumo responsable, la innovación tecnológica y la gestión de residuos. En particular, el sector de la construcción ha sido identificado como una prioridad, dado su alto consumo de materiales y su potencial para generar impactos positivos a través de prácticas como la reutilización de escombros, el ecodiseño y el uso de materiales reciclables.

Sin embargo, a pesar de los avances normativos, aún hay una brecha significativa entre el diseño de la política y su implementación efectiva, especialmente en el segmento de las pequeñas empresas. Las PYMES enfrentan barreras estructurales como el acceso limitado a tecnologías limpias, la falta de incentivos económicos específicos, y un entorno institucional que no siempre facilita la transición hacia modelos circulares. Para cerrar esta brecha, se requiere una mayor integración entre el sector público, el privado y la academia, así como el fortalecimiento de capacidades locales y el desarrollo de instrumentos que favorezcan la aceptación de prácticas circulares en los diferentes sectores empresariales.

3.2 Aplicación de marcos de trabajo ágil.

En las últimas décadas, los marcos de trabajo ágiles han obtenido relevancia en diversos sectores debido a su capacidad para gestionar la incertidumbre, adaptarse al cambio y fomentar la mejora continua. Inicialmente fueron desarrolladas en el ámbito del desarrollo de software, enfoques como **Scrum** y **Kanban** han comenzado a expandirse hacia sectores no tecnológicos, donde las exigencias en sostenibilidad, eficiencia y flexibilidad han impulsado su adopción (Pumasupa, 2022; Gaete et al., 2024).

El marco de trabajo ágil Scrum, a través de los Sprints y su enfoque en la entrega incremental de valor, ha demostrado ser eficaz en la planificación y ejecución de proyectos en entornos complejos. En este contexto, su combinación con herramientas como Building Information Modeling (BIM) permite mejorar la coordinación entre equipos, reducir reprocesos y adaptar los diseños a criterios sostenibles de manera iterativa (Huayana, 2022)

Por su parte, **Kanban**, centrado en la visualización del flujo de trabajo y la gestión de tareas en curso, ha demostrado ser útil para **proyectos de economía circular**, al facilitar el seguimiento del ciclo de vida de materiales y procesos. Su enfoque en el trabajo en curso limitado (WIP) y la mejora continua se alinea con principios de eficiencia y reducción de desperdicios propios de la **producción limpia y circular** (Geissdoerfer, 2020)

En Colombia, diversas iniciativas han comenzado a incorporar estos enfoques en proyectos de construcción sostenible, con apoyo institucional de organizaciones como el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible y Camacol. Estas instituciones han promovido guías prácticas para integrar herramientas ágiles con criterios de sostenibilidad y circularidad, fomentando la adopción de tableros de control visual, planificación colaborativa y digitalización mediante plataformas como BIM (camacol, 2021)

No obstante, persisten desafíos importantes. Entre ellos, la necesidad de **adaptación cultural** en sectores tradicionalmente jerárquicos, la carencia de personal capacitado en metodologías ágiles fuera del ámbito tecnológico, y la escasa estandarización.

3.3 Casos de implementación de economía circular en MYPIMES

3.3.1 Consorcio Guanza Paipa Boyacá Colombia

El Consorcio Guanza, con sede en Paipa, Boyacá, ha identificado oportunidades para incorporar principios de economía circular en el ámbito de la construcción. Estas estrategias están orientadas a reducir el impacto ambiental, abordando problemáticas como la generación de residuos y la sobreexplotación de recursos naturales.

Prácticas de Economía Circular Implementadas en Proyectos de Construcción

- **Reutilización de materiales:** Se fomenta la recuperación y reincorporación de insumos de construcción, reduciendo la demanda de materias primas vírgenes y minimizando la generación de desechos.
- **Diseño para la deconstrucción:** Se adoptan estrategias de diseño que facilitan el desmontaje y reciclaje de componentes al final de su ciclo de vida, promoviendo la eficiencia en el uso de materiales.
- **Procesos constructivos sostenibles:** Se aplican metodologías orientadas a la reducción del impacto ambiental, optimizando el consumo de recursos y minimizando las emisiones asociadas a la construcción.
- **Integración de energías renovables:** Se implementa el uso de fuentes energéticas limpias, como la energía solar, para reducir la dependencia de recursos no renovables y disminuir la huella de carbono del proyecto.

- Incorporación de insumos reciclados: Se integran materiales provenientes de residuos reutilizados, favoreciendo la valorización de subproductos industriales y su aplicación en nuevas soluciones constructivas.
- Fortalecimiento de la educación y cultura ambiental: La sensibilización y formación en principios de sostenibilidad son fundamentales para la adopción efectiva de prácticas de economía circular. Fomentar una cultura organizacional orientada a la responsabilidad ambiental entre los colaboradores y la comunidad contribuye a la consolidación de estas iniciativas ya su impacto a largo plazo.
- Limitaciones financieras y tecnológicas: La transición hacia modelos circulares en la construcción puede implicar inversiones iniciales significativas, así como la adopción y adaptación de tecnologías innovadoras. La superación de estas barreras es clave para garantizar la sostenibilidad económica y operativa de los proyectos.

El Consorcio Guanza ha logrado avances significativos en la implementación de estrategias de economía circular, contribuyendo al desarrollo sostenible del sector de la construcción en Boyacá. No obstante, es imprescindible abordar los desafíos existentes y capitalizar las oportunidades emergentes para fortalecer estos esfuerzos; la implementación de estas prácticas ha fortalecido la sostenibilidad ambiental y evidencia el compromiso del Consorcio con los principios de la economía circular. Gracias a la adopción de estas estrategias, se ha logrado una gestión más eficiente de los recursos y una reducción significativa del impacto ambiental en sus proyectos. (Hernandez Barrera, 2024)

3.3.1.1 Implementación de marcos de trabajo ágil Scrum y Kanban en Consorcio Guanza.

La implementación de marcos de trabajo ágiles como Scrum y Kanban representan una oportunidad significativa de mejora para el Consorcio Guanza en la adopción de prácticas de economía circular en el sector de la construcción facilitando la adaptabilidad y eficiencia en la gestión de proyectos, aspectos cruciales para abordar los desafíos característicos de la economía circular.

Implementación de marcos de trabajo ágil en el Contexto del Consorcio Guanza:

- **Gestión de Recursos y Residuos:** Mediante Kanban, el Consorcio puede monitorear en tiempo real la reutilización de materiales y la incorporación de insumos reciclados, asegurando una gestión eficiente de los recursos y la minimización de residuos.
- **Diseño para la Deconstrucción:** Scrum facilita la planificación y ejecución de estrategias de diseño que consideran el desmontaje y reciclaje de componentes al final de su vida útil, promoviendo la eficiencia en el uso de materiales.
- **Procesos Constructivos Sostenibles:** La aplicación de metodologías ágiles permite optimizar procesos constructivos, reduciendo el impacto ambiental y mejorando la eficiencia en el consumo de recursos.

La adopción de marcos de trabajo ágiles como Scrum y Kanban permite potenciar significativamente las iniciativas de economía circular del Consorcio Guanza, mejorando la gestión de proyectos, optimizando recursos y fortaleciendo su compromiso con la sostenibilidad en el sector de la construcción.

3.3.2 Huella Urbana Ambiental SAS

Huella Urbana Ambiental SAS se ha posicionado como un actor innovador dentro del sector de la construcción sostenible en Colombia. Su propuesta basa en la transformación de caucho reciclado proveniente de llantas usadas en pisos y baldosas modulares, lo que permite diversificar su oferta de productos e insertarse en el marco de la economía circular.

La empresa ha experimentado un crecimiento notable en sus indicadores financieros. En 2023, reportó un aumento del 28,46% en ingresos netos y un crecimiento del 5,94% en sus activos totales. Además, el margen neto de la empresa aumentó en un 5,5% durante el mismo año.

Huella Urbana Ambiental SAS ha participado en proyectos de investigación sobre economía circular, en colaboración con instituciones como la Universidad de La Sabana, la Universidad de Navarra y la Pontificia Universidad Javeriana. Estos proyectos buscan desarrollar modelos de negocio sostenibles basados en procesos productivos innovadores que reduzcan el desperdicio. (Porras, 2017)

Beneficios Ambientales y Sociales:

- Reducción de Residuos: Al aprovechar llantas que, de otra manera, terminarían en rellenos sanitarios, se mitiga el impacto ambiental asociado a la acumulación de desechos.
- Innovación Sostenible: La utilización del caucho reciclado permite desarrollar productos con propiedades adicionales, como mayor durabilidad, aislamiento acústico y térmico, lo que puede contribuir a la eficiencia energética de las construcciones.
- Impacto Social: El modelo fomenta la generación de empleos y promueve prácticas de responsabilidad social y ambiental en la comunidad. (Quiroga Delgado & Celis Vargas, 2020)

3.3.2.1 Implementación de marcos de trabajo ágil para Huella Urbana SAS

La implementación de los marcos ágiles Scrum y Kanban en Huella Urbana Ambiental SAS puede ser una oportunidad de mejora en varios aspectos clave de su operación, permitiendo optimizar la gestión de proyectos, mejorar la eficiencia en la producción y fortalecer su innovación en economía circular.

Teniendo en cuenta que la empresa desarrolla proyectos de investigación e innovación en economía circular, al aplicar Scrum es posible tener:

- Mayor adaptabilidad: al dividir los proyectos en Sprints cortos , se pueden evaluar avances y hacer ajustes constantes según los resultados de cada iteración.
- Trabajo colaborativo: equipos multidisciplinarios (ingenieros, diseñadores, expertos en economía circular) podrían trabajar en ciclos ágiles, con reuniones diarias para identificar bloqueos y mejorar la coordinación.
- Entrega de valor constante: la empresa puede validar rápidamente prototipos de nuevos productos y mejorar su desempeño en el mercado.

La fabricación de pisos y baldosas modulares con caucho reciclado implica una cadena de producción y abastecimiento que puede beneficiarse de Kanban :

- Flujo de trabajo visual: un tablero Kanban facilitaría la gestión del inventario de llantas recicladas, insumos y pedidos, evitando cuellos de botella.
- Reducción de tiempos de espera: SE optimiza la producción, asegurando que los materiales estén disponibles en el momento adecuado sin generar desperdicios.
- Mayor eficiencia operativa: se pueden identificar rápidamente procesos con sobrecarga y redistribuir tareas para equilibrar la capacidad de producción.

Los dos marcos de trajo permiten mejorar la trazabilidad y la transparencia en la gestión de materiales reciclados, lo que fortalecería el impacto ambiental positivo de la empresa.

3.3.3 Glasst Innovation Company

Glasst Innovation Company, con sede en Medellín, Colombia, es una empresa que desarrolla materiales avanzados para la industria de la construcción, enfocándose en soluciones sostenibles y multifuncionales, ha logrado una presencia en más de siete países, incluyendo Ecuador, Chile, Perú, Brasil, Costa Rica, México y Estados Unido.

Entre sus innovaciones destacadas se encuentra un recubrimiento biodegradable que reemplaza las películas plásticas de un solo uso utilizadas en la construcción, contribuyendo a la reducción de residuos plásticos en el sector. Además, han desarrollado una pintura arquitectónica removible, permitiendo a los usuarios aplicar y retirar la pintura según sus necesidades.

Glasst Innovation Company ofrece una variedad de productos diseñados para promover la sostenibilidad en la industria de la construcción, alineándose con los principios de la economía circular su producción se basa en productos enfocados a la construcción sostenible algunos de ellos son:

Protector Universal:

Este recubrimiento biodegradable reemplaza las películas plásticas de un solo uso utilizadas en la construcción. Al ser compostable y de materia prima renovable, contribuye a la reducción de residuos plásticos, facilitando su integración en ciclos de reutilización y compostaje.

Desmoldante de Concreto:

Producto amigable con el medio ambiente y seguro para las personas, utilizado para liberar las formaletas en procesos constructivos. A diferencia de los desmoldantes tradicionales que

contienen sustancias contaminantes, esta alternativa sostenible reduce el impacto ambiental y mejora la eficiencia en obra.

Unpaint (Pintura Removable):

Primera pintura arquitectónica removible del mundo, que una vez aplicada y seca, se convierte en una película elástica que puede despegarse de la superficie como si fuera una calcomanía. Esto permite a los usuarios cambiar el color de las superficies sin generar residuos adicionales, fomentando la reutilización y reduciendo el desperdicio.

Los productos de Glasst están diseñados bajo los principios de la economía circular, que busca minimizar el uso de recursos y la generación de residuos mediante la reutilización, reciclaje y compostaje de materiales. Al desarrollar soluciones biodegradables y removibles, Glasst facilita la reincorporación de materiales al ciclo productivo, reduciendo la dependencia de recursos no renovables y disminuyendo la huella ambiental de la industria de la construcción; la empresa invierte en investigación y desarrollo para crear materiales innovadores. (Vega, 2024)

3.3.3.1 Implementación de marcos de trabajo ágil para Glasst Innovation Company

Al estar enfocada en la sostenibilidad y la innovación en la industria de la construcción, puede beneficiarse significativamente de la implementación de Scrum y Kanban en diversas áreas, generando valor agregado y oportunidades de mejora.

La combinación de Scrum y Kanban en Glasst Innovation Company no solo optimiza los procesos internos, sino que también fortalece su capacidad de innovación y escalabilidad en el mercado global. Scrum, al aplicarse en el área de investigación y desarrollo (I+D), permite acelerar el ciclo de vida de nuevos productos, reduciendo el tiempo de validación y asegurando que cada innovación esté alineada con las demandas del mercado y los principios de economía circular.

Paralelamente, Kanban mejora la eficiencia en la producción y la logística, facilitando la reducción de desperdicios y optimizando la gestión del flujo de trabajo en toda la cadena de valor.

Este enfoque híbrido contribuye a una mayor agilidad organizacional, permitiendo que Glasst responda de manera proactiva a cambios en la demanda y a nuevos retos en el sector de la construcción sostenible. La transparencia y la mejora continúa impulsadas por estos marcos de trabajo aseguran una gestión estratégica basada en datos, minimizando riesgos y fomentando la toma de decisiones fundamentadas. Así, la integración de Scrum y Kanban se convierte en un diferenciador clave que refuerza la competitividad de Glasst Innovation Company, posicionándola como líder en la implementación de metodologías ágiles dentro del ecosistema de la economía circular y la innovación en materiales avanzados para la construcción.

3.3.4 CoCircular (España)

CoCircular es una empresa española fundada en agosto de 2020 con el objetivo de abordar la problemática de los residuos en el sector de la construcción, que representa el 30% del total de residuos generados. La compañía ha desarrollado el software 360° Advisor, una plataforma tecnológica que digitaliza y optimiza la gestión circular de residuos en la construcción.

La plataforma permite un seguimiento detallado de cada residuo generado en las obras, desde su origen hasta su valorización o reutilización, garantizando transparencia y cumplimiento normativo, proporciona datos en tiempo real sobre el impacto ambiental de las obras, facilitando la toma de decisiones informadas para reducir la huella ecológica, ofrece gráficos e informes en tiempo real, facilitando la comprensión y el seguimiento de la gestión de residuos por parte de los usuarios.

Hasta la fecha, CoCircular ha gestionado más de 615.000 toneladas de residuos, de las cuales más de 300.000 m³ han sido valorizados, equivalentes a 180 piscinas olímpicas, las acciones

implementadas han supuesto un ahorro del 45% de emisiones de CO₂ en comparación con el escenario lineal tradicional, se ha alcanzado un 82% de valorización de residuos, superando el mínimo exigido por la normativa europea del 70%.

CoCircular representa un caso de éxito en la aplicación de la economía circular en el sector de la construcción, integrando tecnología avanzada para optimizar la gestión de residuos y minimizar su impacto ambiental su enfoque evidencia la importancia de la innovación y la digitalización en la sostenibilidad del sector.

El desarrollo de la plataforma 360° Advisor ha establecido un modelo eficiente basado en la trazabilidad, análisis de datos en tiempo real y certificación de valorización de residuos, llevando a dar cumplimiento en los marcos regulatorios europeos y también superando los estándares de sostenibilidad exigidos. Este modelo tecnológico da respuesta a los principios clave de la gestión de proyectos ágiles, permitiendo la adaptación a escenarios cambiantes y optimizando la toma de decisiones en tiempo real. (Calleja, 2025)

3.3.4.1 Implementación de marcos de trabajo ágil para CoCircular.

La adopción de metodologías ágiles en CoCircular conlleva a mejora la capacidad de respuesta ante cambios regulatorios, optimizar la eficiencia operativa y maximizar el impacto ambiental positivo de la empresa.

Scrum garantiza el desarrollo continuo de la plataforma tecnológica, permitiendo iteraciones rápidas y entregas de valor constante. Por otro lado, Kanban optimiza la gestión de residuos al reducir tiempos de valorización y mejorar la trazabilidad. La unión de los dos marcos de trabajo permitiría a CoCircular consolidarse como una empresa líder en economía circular aplicada a la construcción, asegurando su competitividad y sostenibilidad en el tiempo.

Este enfoque ágil no solo facilita la gestión estratégica del crecimiento de la empresa, sino que también permite la expansión del modelo a nuevas geografías y sectores, asegurando una contribución significativa a la transición global hacia un sistema constructivo más sostenible y eficiente.

Desde una perspectiva estratégica, la incorporación de Scrum en el desarrollo del software no solo optimiza la trazabilidad de residuos en tiempo real, sino que también mejora la capacidad de adaptación de CoCircular a nuevas exigencias del sector, fortaleciendo su propuesta de valor como empresa líder en digitalización para la economía circular.

El marco de trabajo ágil Kanban, aplicado a la gestión operativa de residuos, permite optimizar los flujos de trabajo mediante la visualización y el control de cada fase del proceso de valorización. La segmentación en estados como "Residuos Generados", "En Transporte", "En Proceso de Valorización" y "Reutilización Completa" permitiendo a los equipos operar con mayor eficiencia, identificando cuellos de botella, retrasos y oportunidades de optimización en tiempo real.

La combinación de los dos marcos de trabajo en CoCircular representa una estrategia óptima para aumentar el nivel de eficiencia en sus proyectos. Mientras Scrum optimiza el desarrollo tecnológico, Kanban conlleva a una ejecución eficiente en la valorización de residuos de forma específica.

3.3.5 Thermikhaus (Chile)

Thermikhaus es una empresa chilena especializada en la producción de aislantes térmicos y acústicos a partir de celulosa reciclada, principalmente de cartón y papel; Thermikhaus ofrece soluciones de aislación térmica y acústica sustentables, basadas en la reutilización de materiales

reciclados, contribuyendo a la eficiencia energética y al confort en las edificaciones, mientras promueve prácticas alineadas con la economía circular y la construcción sostenible.

Thermikhaus revaloriza anualmente entre 400 y 500 toneladas de cartón que, de otro modo, podrían terminar en vertederos, al procesar material reciclado localmente en su planta de Puerto Varas, la empresa disminuye las emisiones asociadas al transporte de materias primas.

Thermikhaus fabrica aislantes térmicos y acústicos a partir de celulosa reciclada, utilizando un 85% de cartón y papel posconsumo y un 15% de sales bóricas, las cuales confieren propiedades ignífugas, antifúngicas y repelentes de plagas, prolongando la vida útil del material sin comprometer su desempeño térmico. El proceso de producción inicia con la recolección y selección de cartón y papel, que provienen de fuentes industriales y domiciliarias, asegurando una materia prima homogénea. Posteriormente, el material se tritura y desfibra mediante un proceso mecánico que lo reduce a partículas finas de celulosa. En esta etapa, se incorporan las sales bóricas en proporciones controladas, optimizando la resistencia del aislante frente al fuego, la humedad y el ataque de insectos o roedores. Una vez homogeneizado, el producto es empaquetado en sacos de papel reciclado y almacenado para su distribución.

La aplicación del aislante se realiza a través de un sistema de insuflado mecánico, en el que la celulosa se proyecta en cavidades de muros, techos y pisos, logrando una cobertura uniforme sin puentes térmicos, lo que mejora significativamente la eficiencia energética de las edificaciones. A diferencia de otros materiales, la celulosa reciclada tiene una alta capacidad de almacenamiento térmico, permitiendo una mejor regulación de la temperatura interior y reduciendo hasta en un 45% la demanda de calefacción en climas fríos. Además, su estructura fibrosa genera un excelente aislamiento acústico, disminuyendo la transmisión de ruido aéreo y estructural. Gracias a su composición higroscópica, el material también contribuye a la regulación de la humedad interior,

evitando la condensación y reduciendo el riesgo de aparición de moho, lo que favorece la durabilidad de los elementos constructivos. En términos de sostenibilidad.

Desde una perspectiva de ciclo de vida del producto, el aislante de celulosa de Thermikhaus tiene un impacto ambiental significativo ya que su fabricación requiere menos energía y emite menos CO₂, al mejorar la eficiencia energética de edificaciones al reducir la necesidad de calefacción y aire acondicionado, el producto contribuye a la reducción de las emisiones operacionales de las construcciones. Su capacidad de biodegradabilidad y su potencial de reciclaje al final de su vida útil lo hacen un material alineado con principios de circularidad, permitiendo que sea reutilizado en nuevas aplicaciones sin generar desechos contaminantes.

Thermikhaus fomenta la economía circular a nivel territorial, al generar alianzas con actores locales para la recolección de materia prima, la empresa promueve el uso del aislante en proyectos sociales y de viviendas sustentables, apoyando iniciativas que buscan mejorar la eficiencia energética en hogares de familias vulnerables, contribuyendo con la construcción sostenible. (González Farfán, 2023)

3.3.5.1 Implementación de marcos de trabajo ágil Thermikhaus

La implementación de los marcos de trabajo ágiles Scrum y Kanban en Thermikhaus representa una oportunidad de mejora significativa en la gestión de sus procesos de producción, logística y comercialización

Scrum, al fomentar la planificación iterativa y la retroalimentación constante, permitiría a la empresa optimizar el desarrollo de nuevos productos y mejorar su capacidad de respuesta ante las necesidades del mercado, especialmente en la innovación de materiales aislantes o en la diversificación de su portafolio. Por otro lado, Kanban, con su énfasis en la visualización del flujo

de trabajo y la reducción de desperdicios, ayudaría a mejorar la eficiencia en la gestión de la materia prima reciclada, garantizando un control preciso de los inventarios, reduciendo tiempos de espera en el procesamiento del cartón y papel, y optimizando la producción bajo demanda.

Además, la combinación de ambos marcos permitiría a Thermikhaus fortalecer la coordinación entre sus equipos de trabajo, facilitando una mayor colaboración entre las áreas de recolección de materiales, manufactura y distribución, asegurando así una entrega más rápida y eficiente de sus aislantes térmicos en los proyectos de construcción sostenible. La transparencia en los procesos y la mejora continua que promueven estos marcos ágiles también contribuirían a una mejor trazabilidad de los materiales reciclados, facilitando la certificación de estándares ambientales y reforzando el compromiso de la empresa con la economía circular.

La integración de Scrum y Kanban en Thermikhaus permitiría a la compañía mejorar su eficiencia operativa, optimizar su gestión de recursos reciclados y fortalecer su capacidad de innovación, asegurando un crecimiento sostenible en el sector de la construcción sustentable y consolidándose como un referente en la aplicación de principios de economía circular en la industria de materiales aislantes.

Algunas áreas específicas de mejora estarían vinculadas a:

- Optimización del flujo de materiales
- Reducción de desperdicios:
- Trazabilidad y control de calidad:
- Flujo de trabajo más eficiente:
- Mayor flexibilidad en la producción.

Al implementar marcos de trabajo ágil como Scrum y Kanban en Thermikhaus conlleva a mejorar la eficiencia operativa, optimizar la gestión de recursos reciclados y fortalecer la

innovación en sus productos. Kanban ayuda a optimizar la gestión de la materia prima reciclada, asegurando un flujo constante y eficiente de cartón y papel, reduciendo desperdicios y mejorando el control de calidad. igualmente, facilita la reducción de cuellos de botella en la producción, mejorando los tiempos de entrega y la planificación de la demanda.

Por otro lado, Scrum permitir una mejor organización en el desarrollo de nuevos productos y procesos, asegurando iteraciones rápidas y retroalimentación continua para optimizar la eficiencia térmica y acústica del aislante. También favorece la adaptabilidad a cambios en normativas y necesidades del mercado, fortaleciendo la competitividad de la empresa.

3.3.6 Gjenge Makers (Kenia)

Gjenge Makers es una empresa dedicada a la fabricación de productos de construcción sostenibles a partir de residuos plásticos reciclados. La compañía transforma desechos plásticos en ladrillos y adoquines que son entre cinco y siete veces más resistentes que los bloques de hormigón convencionales. Desde su creación en 2018, Gjenge Makers ha reciclado más de 20 toneladas de residuos plásticos, y su fabica tiene la capacidad de producir hasta 1.500 ladrillos al día, su enfoque en la sostenibilidad ambiental, la empresa también tiene un impacto social significativo al generar más de 100 empleos de forma inclusiva.

Ofrece una gama de productos de construcción sostenibles fabricados a partir de residuos plásticos reciclados. A continuación, se detallan sus principales productos:

Adoquines de plástico reciclado

Los adoquines de Gjenge Makers están compuestos por una mezcla de plásticos reciclados y arena, lo que da como resultado productos entre cinco y siete veces más resistentes que el hormigón tradicional. Estos adoquines son ideales para pavimentar caminos, patios y otras superficies exteriores, ofreciendo durabilidad y resistencia al desgaste.

Ladrillos de plástico reciclado

Además de adoquines, Gjenge Makers produce ladrillos utilizando la misma tecnología de mezcla de plásticos reciclados y arena. Estos ladrillos son una alternativa sostenible a los materiales de construcción convencionales y se utilizan en diversas aplicaciones, desde la construcción de viviendas hasta infraestructuras comunitarias.

Estos productos ofrecen una alternativa sostenible y duradera a los materiales de construcción tradicionales, contribuyendo a la reducción de residuos plásticos y promoviendo prácticas de construcción más ecológicas. (Perry, 2022)

3.3.6.1 Implementación de marcos de trabajo ágil Gjenge Makers

Los marcos de trabajo ágiles como Scrum y Kanban han demostrado ser efectivos en diversos sectores industriales, incluyendo la fabricación y la construcción sostenible. La naturaleza dinámica del negocio de Gjenge Makers , que implica la recolección de residuos plásticos, su procesamiento y la fabricación de productos innovadores, puede beneficiar significativamente.

La adopción de marcos de trabajo ágiles como Scrum y Kanban en Gjenge Makers representa una oportunidad clave para optimizar sus procesos de producción, innovación y logística dentro del sector de la construcción sostenible. Al ser una empresa que basa su modelo en la economía circular, la agilidad en la gestión de proyectos y la eficiencia operativa juegan un papel fundamental en su éxito y expansión.

Desde una perspectiva estratégica, Scrum permite a Gjenge Makers gestionar sus iniciativas de innovación de manera iterativa y adaptable , asegurando que los esfuerzos en desarrollo de nuevos productos, optimización de procesos y mejora de materiales sean eficientes y alineados con las necesidades del mercado. La implementación de sprints cortos y la mejora continua facilitan la experimentación con diferentes mezclas de plásticos reciclados, la resistencia

de los productos y el diseño de nuevos formatos de adoquines y ladrillos. Además, el enfoque de equipos multidisciplinarios fomenta la colaboración entre ingenieros de materiales, diseñadores industriales y operarios de producción, asegurando que las soluciones desarrolladas sean viables tanto desde el punto de vista técnico como económico.

Por otro lado, Kanban optimiza la gestión del flujo de trabajo en la producción y la logística permitiendo a la empresa mejorar la eficiencia en la transformación de residuos plásticos en materiales de construcción. Al visualizar las etapas de producción y establecer límites al trabajo en curso (WIP), se pueden reducir los cuellos de botella y los tiempos de espera en cada fase del proceso, desde la recepción y clasificación del plástico hasta la fabricación y distribución de los productos. Esta metodología también permite una respuesta ágil ante variaciones en la disponibilidad de materia prima reciclada, asegurando que la producción se ajuste a la demanda sin generar sobrecarga de inventarios o desperdicios innecesarios.

La combinación de los dos marcos de trabajo contribuye a la sostenibilidad del modelo de negocio de Gjenge Makers . La gestión ágil facilita la adaptación a nuevas regulaciones ambientales, la implementación de prácticas más eficientes en el uso de energía y recursos, y la mejora continua en la calidad de los productos reciclados. También permite fortalecer la relación con clientes y aliados estratégicos, asegurando entregas más rápidas y productos que cumplen con altos estándares de resistencia y durabilidad.

La implementación de Scrum y Kanban en la economía circular dentro del sector de la construcción sostenible conlleva a generar un modelo replicable para otras empresas emergentes que buscan transformar residuos en materiales útiles para la infraestructura. La experiencia de Gjenge Makers puede ser un caso de estudio valioso para demostrar cómo los marcos ágiles no

solo mejoran la productividad y la rentabilidad, sino que también impulsan la transición hacia una industria más sostenible y responsable con el medio ambiente .

Por lo tanto, la integración de estos marcos de trabajo ágil no solo optimiza la operación interna de la empresa, sino que también potencia su impacto positivo en la reducción de desechos plásticos, la generación de empleo y la promoción de prácticas de construcción más responsables . Esto convierte a Gjenge Makers en un ejemplo de innovación sostenible que combina tecnología, agilidad y economía circular para transformar desafíos ambientales en oportunidades de crecimiento y desarrollo social.

4. Marco legal

4.1Marco Legal Nacional

Ley 99 de 1993

Establece el Ministerio de Ambiente y promueve el desarrollo sostenible. Base para toda legislación ambiental en Colombia

Ley 1672 de 2013

Por medio de la cual se establece la política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)”. Aunque su foco son RAEE, es pionera en introducir conceptos de economía circular en Colombia.

Ley 1715 de 2014

Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.

Ley 373 de 1997

Uso eficiente y ahorro del agua, relevante para proyectos de construcción sostenible que incorporan sistemas de reutilización y eficiencia hídrica.

Ley 142 de 1994

Servicios públicos domiciliarios, regula aspectos de residuos sólidos y agua potable, fundamentales para las prácticas circulares en construcción

Ley 1480 de 2011 (Estatuto del Consumidor)

Promueve la producción y comercialización responsable, útil en contextos de economía circular en bienes y servicios.

Ley 697 de 2001

Uso racional y eficiente de la energía, obliga al diseño de proyectos con eficiencia energética, clave en la construcción sostenible.

Decreto 1076 de 2015

Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible Reúne normativas clave sobre licenciamiento ambiental, gestión de residuos y sostenibilidad, aplicables a proyectos constructivos.

Decreto 1077 de 2015

Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio Compila disposiciones en materia de edificaciones sostenibles, licencias urbanísticas, y lineamientos ambientales para la construcción.

Resolución 0472 de 2017 (modificada por Resolución 1257 de 2021)

Regula la gestión integral de residuos de construcción y demolición (RCD), promoviendo su aprovechamiento y reutilización, alineándose con principios de economía circular.

Resolución 0549 de 2015 (MinAmbiente)

Establece los requisitos técnicos para la elaboración de los planes de gestión ambiental de residuos de construcción y demolición (RCD).

CONPES 3918 de 2018 – Política Nacional de Edificaciones Sostenibles

Establece lineamientos para incorporar criterios de sostenibilidad en el diseño, construcción y operación de edificaciones públicas y privadas.

Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) 2020–2030

Documento guía actualizado que establece ejes estratégicos para Colombia: producción sostenible, consumo responsable, innovación tecnológica, educación circular y gobernanza.

4.2 Marco Legal Internacional**Convenio de Basilea (1989)**

Regula el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos y promueve su manejo adecuado, relevante si se manejan residuos especiales en la construcción.

Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992)

Marco ético y político del desarrollo sostenible. Introduce el principio de precaución y el principio de quien contamina paga, principios aplicables en economía circular.

Protocolo de Kioto (1997)

Aunque superado por el Acuerdo de París, sigue siendo referencia normativa para proyectos que buscan reducir emisiones de GEI

Ley de Promoción de la Economía Circular de China (2009)

Pionera a nivel mundial, define principios y lineamientos para fomentar el cierre de ciclos productivos en sectores industriales.

Estrategia de la UE para los plásticos en una economía circular (2018)

Aplica especialmente si se consideran materiales alternativos o reutilización de plásticos en la construcción.

Pacto Verde Europeo (European Green Deal)

Estrategia de la Unión Europea para alcanzar la neutralidad climática, incluye un fuerte enfoque en economía circular a través del **Plan de Acción de Economía Circular (2020)**.

Declaración de Glasgow (COP26, 2021)

Resalta la importancia de integrar la economía circular en los compromisos climáticos

Agenda 2030 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Especialmente los ODS 9, 11, 12 y 13 sobre industria sostenible, ciudades sostenibles, consumo responsable y acción por el clima, respectivamente.

ISO 20887:2020

Estándar internacional para evaluación de sostenibilidad de edificios – diseño para desmontaje y adaptabilidad.

ISO 14006:2020

Sistemas de gestión ambiental Directrices para la incorporación del ecodiseño, directamente útil en proyectos de economía circular y sostenibilidad en construcción.

ISO 37101:2016

Desarrollo sostenible en comunidades, marco para implementar sostenibilidad en proyectos urbanos y comunitarios, aplicable a construcción sostenible.

ISO 50001:2018

Sistemas de gestión de la energía, estándar que establece requisitos para mejorar el desempeño energético de organizaciones, relevante en edificaciones sostenibles.

ISO 14001:2015

Norma internacional que especifica los requisitos para un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) eficaz.

5. Análisis DOFA de marcos de trabajo Ágil Kanban y SCRUM

5.1 Análisis DOFA marco de trabajo Kanban

Tabla 1 *Análisis DOFA marco de trabajo Kanban*

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
• Falta de estructura formal • Falta de experiencia en marcos de trabajo ágiles • Dificultad en la implementación inicial • Resistencia al cambio • Falta de un marco temporal definido • Limitada capacidad de capacitación • Falta de experiencia en marcos de trabajo ágil • Dificultad para integrar proveedores sostenibles • Escasa cultura organizacional hacia la sostenibilidad • Sobrecarga de trabajo en equipos pequeños	• Crecimiento de la construcción sostenible en el país • Incorporación de nuevas tecnologías • Incentivos gubernamentales • Integración con otros marcos de trabajo ágil • Reducción de la huella de carbono • Reducción de costo operativo a largo plazo
FORTAEZAS	AMENAZAS
➤ Adaptabilidad a proyectos de diferentes tamaños ➤ Visibilidad y transparencia clara del progreso ➤ Eficiencia en la gestión de recursos por la reducción de sobreproducción y desperdicios ➤ Mejora en la coordinación de equipos de trabajo ➤ Seguimiento efectivo de inventarios de tareas ➤ Reducción de tiempos muerto ➤ Enfoque en la calidad	➤ Competencia con mar tradicionales ➤ Competencia con constructoras de mayor capital ➤ Resistencia al cambio en la industria ➤ Incertidumbre regulatoria por cambios normativos ➤ Limitaciones en accesos a nuevas tecnologías por sobrecostos ➤ Variabilidad en el mercado en términos económicos

Nota: Adaptado de Heras del Dedo, Métodos ágiles: Scrum, Kanban, Lean, (2017)

5.1.1 Estrategias de implementación y mejora enfocada al marco de trabajo KANBAN para PYMES en Colombia

Obtener un alto nivel de cohesión en la adopción de marcos ágiles y sostenibles, es necesario un cambio cultural gradual hacia la agilidad y la sostenibilidad, lo que facilita la implementación a largo plazo a través de:

- Desarrollo de un programa de formación integral sobre Kanban y economía circular que no solo eduque sobre herramientas y procesos, sino que también aborde la mentalidad ágil y la importancia de la sostenibilidad.
- Involucrar a los líderes clave de la organización en estos procesos para que actúen como "agentes de cambio". Estas personas deben ser entrenadas no solo en Kanban, sino también en la gestión del cambio organizacional
- Realizar talleres interactivos con casos prácticos y simulaciones que permitan a los equipos experimentar con Kanban en un entorno controlado antes de su implementación real en proyectos.

Mejora en la gestión del tiempo y recursos, evitando la sobrecarga de trabajo y asegurando una ejecución más eficiente.

- Establecer un flujo de trabajo que permita a los equipos visualizar y gestionar mejor sus cargas de trabajo a través de un tablero Kanban, destacando aquellas tareas que aporten mayor valor o impacto en términos de sostenibilidad.
- Implementar revisiones periódicas del flujo de trabajo (reuniones de revisión semanal) para ajustar las prioridades en función de los recursos disponibles y las demandas cambiantes.
- Adoptar un enfoque iterativo, permitiendo flexibilidad en el tiempo de entrega de las tareas sin perder de vista los objetivos generales del proyecto.

Mejor coordinación y comunicación entre los equipos, aumentando la transparencia y reduciendo las ineficiencias en la gestión del flujo de trabajo.

- Implementar una estructura clara para la gestión de proyectos mediante la creación de roles clave dentro del equipo, como responsables de tareas específicas y facilitadores del flujo de trabajo Kanban.
- Desarrollar un plan de formación escalonado que contemple el desarrollo de habilidades ágiles de forma progresiva, lo cual permite a los equipos adaptarse más fácilmente sin saturarlos con información al principio.
- Utilizar herramientas de colaboración basadas en la nube para garantizar una comunicación fluida y la coordinación entre los equipos, incluyendo proveedores y socios.

Integración más fluida de proveedores en la economía circular, mejora de la sostenibilidad de la cadena de suministro, y reducción de costos asociados con la ineficiencia de recursos.

- Crear una base de datos interna de proveedores que cumplan con los principios de sostenibilidad y economía circular. Fomentar asociaciones a largo plazo que incentiven el intercambio de conocimientos y buenas prácticas.
- Desarrollar un programa de capacitación y sensibilización para los proveedores sobre la importancia de la sostenibilidad y los beneficios de integrarse en un sistema Kanban que prioriza la reducción de residuos y la eficiencia de recursos.
- Alinear los procesos de compra y adquisición de materiales con criterios de sostenibilidad, incluyendo cláusulas de sostenibilidad en los contratos de proveedores.

Adopción de tecnologías que incrementen la eficiencia y reducción de tiempos muertos, con un flujo de trabajo más optimizado y adaptado a las necesidades del mercado.

- Fomentar el uso de tecnologías accesibles y de bajo costo que complementen Kanban, como aplicaciones de gestión de proyectos y software colaborativo en la nube. Estas herramientas pueden mejorar la visibilidad de los proyectos y facilitar la toma de decisiones basada en datos.
- Proponer alianzas con instituciones educativas y tecnológicas que ofrezcan soluciones innovadoras que apoyen la transformación digital y la implementación de Kanban en el sector de la construcción.

Mayor capacidad de respuesta ante cambios en el entorno normativo y económico, lo que permite a las PYMES mantenerse competitivas y operar bajo marcos regulatorios más favorables.

- Implementar un sistema de gestión de riesgos asociado a los proyectos basados en Kanban, que contemple las fluctuaciones del mercado y los cambios normativos. Esto puede incluir la creación de "buffers" en la planificación de proyectos para mitigar el impacto de regulaciones imprevistas.
- Desarrollar un enfoque de planificación flexible que permita ajustes rápidos en función de las condiciones del mercado, utilizando el feedback continuo que ofrece Kanban.
- Participar activamente en asociaciones industriales o grupos de presión para influir en la creación de normativas que favorezcan la sostenibilidad y la economía circular en la construcción.

Mayor diferenciación en el mercado, atrayendo nuevos clientes interesados en prácticas de construcción responsable y generando nuevas oportunidades de negocio.

- Posicionar a las PYMES como líderes en innovación sostenible mediante campañas de marketing que resalten su enfoque en la economía circular y el uso de Kanban para optimizar recursos y reducir residuos. Utilizar casos de éxito que demuestren cómo la

adopción de estos marcos de trabajo han generado un impacto positivo tanto en los costos como en la sostenibilidad.

- Establecer una identidad corporativa clara centrada en la sostenibilidad, que sea atractiva tanto para los consumidores conscientes como para las grandes constructoras que buscan subcontratar a empresas con prácticas sostenibles.

5.2 Análisis DOFA marco de trabajo SCRUM

Tabla 2. Análisis DOFA marco de trabajo SCRUM

DEBILIDADES		OPORTUNIDADES	
➤ Resistencia al cambio		➤ Incentivos Gubernamentales	
➤ Dificultades en la planificación inicial		➤ Integración con nuevas tecnologías	
➤ Dependencia del compromiso del equipo de trabajo		➤ Acceso a financiación y certificaciones verdes	
➤ Falta de experiencia SCRUM en la construcción		➤ Fomento de políticas públicas y normativas de construcción sostenible	
➤ Falta de integración con marcos de trabajo tradicionales de construcción		➤ Incorporación de criterios de sostenibilidad en licitaciones públicas	
➤ Dificultades para manejar la incertidumbre de los costos		➤ Creciente interés en la reutilización de materiales en la construcción	
➤ Requerimiento de un alto nivel de madurez organizacional			
FORTALEZAS		AMENAZAS	
➤ Adaptabilidad y flexibilidad		➤ Competencia con grandes empresas	
➤ Focalización en el cliente		➤ Incertidumbre económica	
➤ Equipos multifuncionales		➤ Falta de personal especializado	
➤ Transparencia y comunicación		➤ Cambios normativos	
➤ Rápida identificación y solución de problemas a través de los Sprint.		➤ Presión por costos y tiempos	
➤ Mejora la gestión del riesgo		➤ Competencia con prácticas de construcción tradicionales de bajo costo	
➤ Facilidad de cumplimiento normativo en tiempo real		➤ Inestabilidad en el suministro de materiales sostenibles	
➤ Innovación continua			

Nota: Adaptado de Heras del Dedo, Métodos ágiles: Scrum, Kanban, Lean, (2017)

5.2.1 Estrategias de implementación y mejora enfocada al marco de trabajo SCRUM para

PYMES en Colombia

Aumento en la adopción de marcos de trabajo ágil Scrum y mayor compromiso hacia la sostenibilidad.

- Implementar programas de sensibilización y capacitación para que el equipo comprendan los beneficios de Scrum y la economía circular, a través de proyectos exitosos.
- Identificar líderes dentro de la organización que puedan ser agentes de cambio, promoviendo una mentalidad ágil y sostenible en toda la compañía.

Generar compromiso y e integración del equipo, con entes más autónomos y responsables en la ejecución de proyectos.

- Fomentar una cultura organizacional donde el trabajo colaborativo y la autoorganización sean recompensados, a través de equipos que trabajen con autonomía para fomentar la responsabilidad individual y colectiva.
- Formar a los líderes de proyecto en técnicas de liderazgo ágil para motivar y apoyar al equipo, garantizando que los equipos Scrum sean efectivos y comprometidos.

Aplicar Scrum de manera gradual, integrándolo en fases del proyecto, con alineación de contratistas y proveedores para facilitar su adopción.

- Desarrollar programas de formación específicos en Scrum adaptados al sector de la construcción, involucrando a consultores o expertos en la industria enfocados a economía circular.
- Crear alianzas con consultoras o expertos en Scrum para brindar acompañamiento en los primeros proyectos, acelerando la curva de aprendizaje y reduciendo errores.

Generar Mayor compatibilidad entre Scrum y marcos de trabajo tradicionales, facilitando su aceptación y aplicación sin conflictos.

- Implementar Scrum de manera gradual, comenzando con pequeñas fases o áreas del proyecto de construcción para ir adaptando el marco de trabajo a las necesidades del entorno y combinándolo con marcos de trabajo tradicionales cuando sea necesario.
- Realizar sesiones de integración con todos los actores (incluidos proveedores) para alinear expectativas y explicar cómo Scrum puede coexistir con marcos de trabajo tradicionales de construcción.

Mantener un equipo o función dentro de la empresa dedicada a identificar y aprovechar incentivos gubernamentales, subsidios y beneficios fiscales relacionados con la construcción sostenible y la economía circular.

- Monitorear activamente incentivos y normativas para proyectos sostenibles y participar en programas gubernamentales de apoyo.

Integrar Scrum con tecnologías como BIM, que permite una gestión más eficiente de los recursos y una mayor colaboración entre las disciplinas involucradas en el proyecto.

- Implementar tecnologías como BIM para facilitar la gestión de proyectos y la integración de datos de manera colaborativa.
- Implementar herramientas tecnológicas que automaticen tareas administrativas o de seguimiento, permitiendo que los equipos Scrum se enfoquen en la ejecución eficiente del proyecto.

Desarrollar proyectos enfocados en la sostenibilidad que puedan atraer financiamiento de bancos o instituciones enfocadas en proyectos verdes.

- Posicionarse como proveedor preferente para licitaciones públicas mediante propuestas que integren prácticas circulares y uso de Scrum.

Mayor competitividad y diferenciación en el mercado, con menores riesgos de enfrentarse directamente a grandes empresas.

- Las PYMES pueden especializarse en nichos específicos de construcción sostenible que no son atendidos por grandes empresas, como pequeñas renovaciones sostenibles o proyectos residenciales con enfoque circular.

Mayor resiliencia ante fluctuaciones económicas, manteniendo la viabilidad del proyecto sin sacrificar calidad ni sostenibilidad.

- Utilizar la flexibilidad del marco Scrum para ajustar rápidamente el alcance del proyecto en función de las condiciones económicas cambiantes, priorizando las entregas de valor inmediato.

Mejora en la capacidad del personal interno para gestionar proyectos de manera ágil y sostenible, reduciendo costos de contratación externa.

- Desarrollar programas de formación y certificación en Scrum para el personal existente, evitando la necesidad de depender exclusivamente de la contratación externa de talento especializado.

Mayor diferenciación competitiva, con clientes dispuestos a invertir en proyectos sostenibles por sus beneficios a largo plazo, mitigando la competencia de bajo costo.

- Enfatizar en los beneficios a largo plazo de la construcción sostenible y la economía circular en términos de ahorro de recursos, eficiencia energética y valor para los clientes, lo que justifica los costos iniciales más altos frente a prácticas convencionales.

6. Análisis Comparativo Marco de trabajo Tradicional, Kanban y Scrum

Tabla 3. *Análisis Comparativo Marco de trabajo Tradicional., Kanban y Scrum*

Criterio de comparación	Marco de trabajo tradicional	Marco de trabajo Kanban	Marco de trabajo Scrum
Estructura y flexibilidad	Cuenta con una estructura Jerárquica, con roles claramente definidos como el Project Manager, Analista, Desarrollador, entre otros; cada miembro del equipo cuenta con un rol específico dentro de cada proyecto.	Flexible y adaptable; no requiere roles definidos, aunque puede incorporar funciones de liderazgo, no se define un rol específico; se pueden utilizar los existentes, no se define un rol específico; se pueden utilizar los existentes.	Equipos multifuncionales, conformado por Scrum Master, Product Owner y Equipo de Desarrollo.
Enfoque	- Secuencial y planificado cada fase debe completarse antes de pasar a la siguiente. - Menor flexibilidad y adaptabilidad; se basa en un plan definido desde el inicio.	- Visual y flexible, enfocado en la gestión del flujo de trabajo y la mejora continua. - Se basa en la visualización del trabajo y en la limitación del trabajo en progreso (WIP) para optimizar el flujo.	- Se centra en la entrega incremental e iterativa de productos. - Fomenta la adaptación y la mejora continua a través de ciclos cortos (Sprint).
Gestión del cambio	La gestión del cambio es más rígida. Los cambios en los requisitos son generalmente desalentados una vez que el proyecto ha comenzado, ya que se basa en un plan detallado que se elabora al inicio del proyecto. Cualquier cambio debe ser documentado formalmente y aprobado por los stakeholders, lo que puede ser un proceso lento.	Se centra en la gestión del flujo de trabajo, lo que facilita la adaptación continua a los cambios. Los cambios se introducen de manera incremental, lo que reduce la resistencia y permite a los equipos ajustarse sin interrumpir el flujo de trabajo existente. Visualiza el flujo de trabajo y permite identificar cuellos de botella y áreas de mejora. Facilita la discusión sobre cambios necesarios en el proceso.	Integra la gestión del cambio en su filosofía a través de ciclos cortos (sprints) que permiten realizar ajustes frecuentes en el producto en desarrollo. La flexibilidad es una característica clave; los cambios en los requisitos son esperados y se gestionan al final de cada sprint durante la planificación del próximo

Criterio de comparación	Marco de trabajo tradicional	Marco de trabajo Kanban	Marco de trabajo Scrum
	Se revisa el progreso en cada hito, pero cualquier cambio necesario a menudo resulta en revisiones extensivas del plan original.	Al limitar la cantidad de trabajo en progreso, Kanban permite que los equipos se concentren en completar tareas antes de asumir nuevas, lo que facilita la adaptación a cambios emergentes.	
Colaboración y comunicación	La comunicación en el enfoque tradicional tiende a ser más formal y jerárquica. La información se comunica a través de documentos y revisiones estructuradas en puntos clave del proyecto. Se generan documentos en cada fase del proyecto, lo que puede incluir requisitos, diseño, y planes de prueba. Se programan reuniones en momentos específicos del proyecto, a menudo para presentar informes de progreso	Kanban se basa en la visualización del flujo de trabajo, lo que mejora la comunicación sobre el estado del trabajo. La comunicación tiende a ser más informal y continua. Visualiza tareas en diferentes etapas, lo que facilita la comprensión del flujo de trabajo y el progreso del proyecto a través del tablero Kanban.	Scrum enfatiza la comunicación frecuente y directa entre los miembros del equipo, así como con los stakeholders. La comunicación se produce a través de eventos programados y reuniones regulares; tales como Reuniones diarias de corta duración (15 minutos) para que el equipo comparta actualizaciones y discuta obstáculos para revisión de los Sprints.
Enfoque al cliente	Se Enfoca en cumplir con los requisitos del cliente al final del proyecto, lo que puede resultar en una menor satisfacción si los requisitos cambian. Las interacciones con el cliente son limitadas a	La satisfacción del cliente se logra a través de la mejora continua y la entrega de valor en el flujo de trabajo. La comunicación con el cliente puede ser continua, pero no siempre está formalizada,	Retroalimentación continua y entregas incrementales. Interacciones frecuentes a través de revisiones de sprint, donde el cliente puede ver el progreso y dar feedback inmediato.

Criterio de comparación	Marco de trabajo tradicional	Marco de trabajo Kanban	Marco de trabajo Scrum
	revisiones programadas, a menudo solo al final de las fases del proyecto.	dependiendo de cómo se gestione el flujo de trabajo.	

Nota: Adaptado de (Sutherland J. , 2020) (Anderson, 2020) (Ehsan & Alavizadeh, 2021)

La gestión de proyectos de construcción sostenible tienen grandes desafíos, a causa de la dificultad de incorporar principios de sostenibilidad en un sector tradicionalmente estricto y organizado, por lo anterior resulta necesario seleccionar un esquema laboral que no solo se ajuste a las particularidades del proyecto, sino que también promueva la cooperación, la innovación y la adaptabilidad a las variaciones. El contraste entre los marcos de trabajo ágiles, en particular Scrum y Kanban, y el enfoque tradicional, muestra discrepancias notables en filosofía, estructura, administración del cambio y eficacia en la promoción de prácticas sustentables.

Al comparar los marcos de trabajo ágiles (Scrum y Kanban) y el marco de trabajo tradicional en proyectos de construcción sostenible sobresalen los beneficios de las estrategias ágiles en cuanto a flexibilidad, cooperación y administración del cambio. Los enfoques ágiles posibilitan que los equipos se ajusten con rapidez a las circunstancias variables, promoviendo la innovación y la incorporación de prácticas sustentables en cada fase del proyecto.

En la medida en que el sector de la construcción experimenta cambios para implementar prácticas sustentables, resulta esencial que las entidades analicen sus técnicas de administración de proyectos. La adopción de modelos ágiles no solo ayudan a incrementar la eficiencia en la realización de proyectos, sino también fomentar una cultura de sostenibilidad que aprecie la adaptabilidad, la cooperación y el perfeccionamiento constante. Aunque el marco de trabajo convencional puede ser beneficioso en determinados escenarios, la capacidad de respuesta y

adaptabilidad que brindan Scrum y Kanban los hacen alternativas más apropiadas para los retos actuales de la edificación sostenible.

Una de las características más destacadas de los marcos ágiles es su flexibilidad. Scrum se basa en sprints cortos que permiten entregas incrementales. Este enfoque facilita la incorporación de retroalimentación constante de los stakeholders y permite ajustes rápidos en función de cambios en los requisitos o condiciones del entorno. Por ejemplo, en un proyecto de construcción sostenible, donde las normativas ambientales pueden cambiar rápidamente, la capacidad de adaptar el diseño o las prácticas de construcción es esencial. Los equipos que utilizan Scrum pueden reevaluar su enfoque al final de cada sprint, lo que promueve una cultura de mejora continua y asegura que se cumplan los objetivos de sostenibilidad; por otra parte, Kanban, ofrece un enfoque aún más fluido al centrarse en el flujo continuo de trabajo. Los equipos visualizan sus tareas en un tablero Kanban, lo que permite identificar rápidamente cuellos de botella y priorizar tareas críticas. Esta capacidad para adaptarse en tiempo real a las condiciones cambiantes del proyecto es invaluable en el contexto de la construcción sostenible, donde la eficiencia y la minimización del desperdicio son primordiales. La gestión del trabajo en progreso (WIP) en Kanban ayuda a asegurar que las tareas se completen de manera eficiente, evitando acumulaciones que pueden resultar en costos adicionales y retrasos, a la comparación con el enfoque tradicional de gestión de proyectos suele ser rígido y jerárquico, con un ciclo de vida lineal que puede dificultar la adaptación a cambios inesperados. En un marco tradicional, los proyectos son planificados meticulosamente desde el inicio, y cualquier cambio en los requisitos puede resultar en retrabajo significativo, aumentos de costos y demoras. Esta falta de flexibilidad puede ser un gran obstáculo para la innovación en prácticas sostenibles, donde la capacidad de experimentar y ajustar en función de resultados es fundamental.

Los marcos ágiles como Scrum y Kanban también fomentan una estructura de equipo más colaborativa. En Scrum, los roles están bien definidos, lo que ayuda a aclarar responsabilidades y facilita la comunicación. Las ceremonias regulares, como las reuniones diarias y las revisiones de sprint, proporcionan un espacio para la discusión y la resolución de problemas, lo que promueve un ambiente de trabajo colaborativo. Esta dinámica es especialmente importante en proyectos de construcción sostenible, donde la integración de diversas disciplinas (arquitectura, ingeniería civil, medio ambiente) es clave para el éxito del proyecto; Kanban, aunque es menos prescriptivo en términos de roles, también promueve la colaboración al visualizar el trabajo y fomentar la comunicación continua. Los equipos pueden adaptarse fácilmente a las necesidades cambiantes del proyecto, permitiendo que diferentes miembros contribuyan de acuerdo a su experiencia y disponibilidad. Esta flexibilidad es beneficiosa en la construcción sostenible, donde a menudo se requiere la participación de expertos en sostenibilidad, ingenieros de diseño y contratistas para asegurar que se cumplan los estándares ambientales; por otro lado, el enfoque tradicional tiende a operar bajo una estructura más jerárquica, donde la toma de decisiones a menudo se centraliza en la alta dirección. Esta jerarquía puede crear barreras en la comunicación y limitar la capacidad de los equipos para abordar problemas de manera efectiva. La falta de colaboración puede resultar en un enfoque silo, donde los diferentes departamentos trabajan de manera aislada, lo que puede llevar a inconsistencias y conflictos en la implementación de prácticas sostenibles.

La gestión del cambio es un aspecto crítico en la gestión de proyectos de construcción sostenible, ya que las condiciones y requisitos pueden evolucionar durante el ciclo de vida del proyecto. Scrum y Kanban son inherentemente más adaptables a los cambios. En Scrum, el marco permite que los cambios se incorporen al final de cada sprint, lo que significa que los equipos pueden ajustar su enfoque en función de las necesidades emergentes y la retroalimentación de los

stakeholders. Las retrospectivas de sprint proporcionan una oportunidad para reflexionar sobre el proceso y realizar mejoras, lo que fomenta un ambiente de aprendizaje continuo; Kanban, al ofrecer un flujo de trabajo más continuo y menos estructurado, permite que los equipos realicen cambios en cualquier momento. Esta adaptabilidad es esencial en un entorno de construcción, donde la identificación y mitigación de riesgos es fundamental para el éxito del proyecto. La capacidad de ajustar las prioridades y el enfoque en función de los problemas emergentes puede ser la diferencia entre el éxito y el fracaso de un proyecto sostenible. En paralelo con el enfoque tradicional este suele ser más reactivo en su gestión del cambio. Los cambios en los requisitos pueden requerir un proceso formal de gestión del cambio, que puede ser lento y burocrático. Esto no solo puede resultar en retrasos significativos, sino que también puede conducir a la insatisfacción de los stakeholders y a un aumento en los costos. La resistencia al cambio es común en entornos tradicionales, lo que puede limitar la capacidad de los equipos para innovar y mejorar sus prácticas de sostenibilidad.

7. Modelo: Kanscrum circular

En el marco actual de transformación hacia sistemas productivos más sostenibles y digitalmente integrados, las pequeñas y medianas empresas (PYMES) del sector de la construcción enfrentan el reto de adaptar sus procesos a nuevas exigencias que trascienden la eficiencia operativa, abarcando también el cumplimiento de responsabilidades ambientales y sociales. En este escenario, los enfoques ágiles de gestión de proyectos han demostrado ser eficaces para fortalecer la adaptabilidad organizacional y asegurar la entrega continua de valor. Sin embargo, la

aplicación de estos marcos en iniciativas alineadas con la economía circular continúa siendo un reto, con amplias oportunidades para la innovación metodológica.

Atendiendo a esta necesidad, surge el modelo Kanscrum Circular, una propuesta que articula los principios de la economía circular con marcos de trabajo ágiles más consolidadas, como Scrum y Kanban. Esta integración busca conceder a las PYMES constructoras de una herramienta efectiva para liderar proyectos sostenibles mediante ciclos iterativos, trabajo colaborativo y flujos continuos de valor, todo ello bajo una lógica sistémica orientada a la reducción de residuos, la reutilización de materiales y la regeneración de recursos.

El modelo aprovecha la estructura de trabajo por Sprints de Scrum y la visualización dinámica de tareas propia de Kanban, adaptándolas al seguimiento y priorización de actividades conforme a criterios técnicos, económicos y ambientales propios de la circularidad. Esta forma de gestión permite a los equipos mantener una trazabilidad clara del impacto de sus decisiones en cada etapa del proyecto.

Además, Kanscrum Circular enfatiza la creación de entornos de comunicación abiertos, seguros y estructurados, complementados con herramientas digitales para el análisis de datos y el monitoreo de indicadores clave de desempeño. Estos componentes refuerzan la toma de decisiones basadas en evidencia, promueven la transparencia en la ejecución y facilitan procesos de mejora continua dentro de cada iteración.

En definitiva, este modelo metodológico representa una alternativa innovadora, adaptable y coherente con los principios de desarrollo sostenible. Su implementación permite a las PYMES del sector construcción avanzar hacia una gestión más eficiente, consciente y alineada con los marcos de trabajo ágiles, contribuyendo de manera tangible a la transición hacia economías más circulares.

7.1 Aplicación de marcos de trabajo ágil en modelo Kanscrum circular

7.1.1 Scrum: Planificación Estratégica y Entrega Incremental

Como parte de la estrategia de gestión del proyecto, se implementará el marco de trabajo ágil Scrum con el fin de estructurar la planificación estratégica y asegurar la entrega incremental de valor en iniciativas orientadas a la economía circular. Esta metodología permitirá definir y descomponer los objetivos del proyecto

Se mantendrán los roles esenciales de Scrum: Product Owner, encargado de maximizar el valor del producto y priorizar el backlog; Scrum Master, responsable de garantizar la correcta aplicación del marco; y el Equipo de Desarrollo, que ejecutará las actividades técnicas necesarias para alcanzar los objetivos del Sprint. Estos roles serán adaptados a las particularidades del entorno de economía circular, permitiendo una gestión ágil, colaborativa y alineada con los principios de sostenibilidad y mejora continua.

7.1.2 Kanban: Gestión del Flujo de Trabajo y Optimización de Tareas

Como complemento al marco ágil Scrum, se implementará un sistema Kanban orientado a la visualización y optimización del flujo de trabajo, tanto dentro de cada Sprint como entre Sprints. Esta herramienta permitirá gestionar de manera eficiente las tareas del equipo, identificar cuellos de botella en el proceso, y aplicar límites al trabajo en curso (*Work In Progress* - WIP), con el fin de mantener un flujo constante y equilibrado de valor a lo largo del proyecto.

El tablero Kanban estará estructurado en columnas que representen los diferentes estados de las actividades, adaptadas al contexto de economía circular. Esta configuración facilitará el seguimiento visual del avance de las tareas, promoverá la transparencia entre los miembros del equipo y contribuirá a una toma de decisiones oportuna basada en el estado real del proyecto.

7.2 Fases Modelo Kanscrum circular

7.2.1 Evaluación preliminar y alcance

- Definir la visión del proyecto desde la perspectiva de la economía circular
- Establecer objetivos
- Definir el alcance inicial
- Conformar el equipo basado en marco de trabajo ágil scrum (Product Master, Product Owner, equipo complementario)

7.2.2 Enfoque circular del proyecto

Al inicio de cada proyecto, se definirán claramente los criterios de economía circular que se busca alcanzar en la ejecución del proyecto ,estos criterios se integrarán en el *Product Backlog* y se priorizarán en cada *Sprint*.

- Eficiencias energéticas
- Uso de productos con materias primas secundarias
- Gestión adecuada de los residuos de construcción y demolición
- Instalaciones con mayor grado de reparabilidad
- Reducción de Residuos.

- Selección de Materiales Sostenibles:
- Diseño Modular y Prefabricado:
- Eficiencia Energética:
- Ciclo de Vida del Producto.
- Innovación en Procesos de Construcción
- Compromiso con la Comunidad
- Optimización del Agua
- Evaluación y Monitoreo del Impacto
- Educación y Sensibilización
- Gestión de Recursos y Residuos

7.2.3 Espacios de Comunicación Abiertos para la Resolución de Problemas y la Toma de Decisiones Ágil

Durante la ejecución de cada Sprint, se fomentará la creación de espacios de comunicación abiertos, seguros, accesibles y transparentes entre todos los miembros del equipo, con el fin de facilitar la resolución de problemas, promover la colaboración efectiva y agilizar la toma de decisiones. Estos canales incluyen herramientas como Microsoft Teams, Google Meet, Zoom, WhatsApp Business entre otros, todas con funciones de cifrado, control de acceso y trazabilidad. Su uso garantiza la integridad, confidencialidad y trazabilidad de la información compartida, asegurando que todos los participantes se mantengan alineados con los objetivos definidos para cada iteración del proyecto. Una vez finalizado cada Sprint, los espacios de comunicación específicos para ese ciclo se cerrarán, evitando así confusiones o duplicación de esfuerzos en el siguiente ciclo. Este enfoque asegura que la comunicación se mantenga organizada, centrada en

los resultados del Sprint actual, y contribuye a la mejora continua del equipo en cada iteración del proyecto.

7.2.4 Elaboración del Product Backlog

Crear una lista priorizada de funcionalidades y requisitos del proyecto, integrando los criterios de economía circular definidos previamente. Los elementos del backlog deben ser lo suficientemente detallados para la planificación de los Sprints; el producto backlog debe contener:

- Títulos de la tarea: Nombre descriptivo de la tarea o característica.
- Descripción: Resumen que explique el propósito del elemento y cómo contribuye a los objetivos del proyecto.
- Criterios de aceptación basado en economía circular y gestión técnica e Ingenieril: Condiciones específicas que deben cumplirse para que el elemento se considere completado. Esto ayuda a asegurar que el trabajo cumple con las expectativas.
- Estimación de tiempo
- Estado Por hacer, en progreso, completado: Información sobre el avance del elemento:
- Responsable: Persona o equipo asignado para completar la tarea, lo que mejora la rendición de cuentas.

Figura 13 Tarjeta product Backlog

	Título de la Tarea: _____
	Descripción: Resumen del propósito y cómo contribuye a los objetivos del proyecto y la economía circular.
	Criterios de Aceptación: - [] _____ - [] _____ - [] _____

- [] _____

 **Estimación de Tiempo:** _____

 **Estado:**

Por hacer En progreso Completado

 **Responsable:** _____

Figura 14Tablero Kanban del product Backlog

Tareas product backlog	Por Hacer:	En Progreso:	Bloqueadas:	En Pruebas:	Finalizadas:
A B C D E	D	C	_____	B	A

7.2.5 Planificación de Sprint y tablero Kanban

En el marco de la gestión ágil de proyectos, cada Sprint se estructura de manera que se logre una entrega incremental de valor alineada tanto con los objetivos del proyecto como con los principios de economía circular. Al inicio de cada Sprint, se lleva a cabo una sesión de planificación en la que se define el propósito del Sprint, teniendo en cuenta el impacto ambiental, técnico y organizacional de las tareas seleccionadas del *Product Backlog*. La prioridad de las tareas se establece con base en su valor potencial dentro del proyecto y su alineación con los principios de economía circular, los cuales son fundamentales para la sostenibilidad y la eficiencia de los procesos.

7.2.5.1 Planificación del Sprint.

A continuación, se presenta la estructura detallada que guiará cada Sprint dentro del proyecto:

Figura 14.Tarjeta de planificación sprint

 Título del Sprint _____
 Objetivo del sprint: _____
 Nivel de prioridad  Alto  Medio  Bajo
 Tareas de acuerdo al nivel de prioridad _____ _____ _____
 Actividades requeridas nivel de prioridad _____ _____ _____
 Criterios de aceptación del sprint _____
 Indicadores clave de desempeño _____
 Tiempo estimado _____
 Responsable _____

- Objetivo del Sprint

El objetivo del Sprint es una declaración clara y específica que define el propósito principal del Sprint, reflejando el valor esperado de la entrega. Este objetivo debe estar alineado con los objetivos estratégicos del proyecto y los principios de economía circular, buscando generar un impacto positivo en términos de sostenibilidad y eficiencia operativa.

- Tareas con Mayor Nivel de Prioridad

Las tareas seleccionadas del *Product Backlog* deben tener el mayor nivel de prioridad, basado en su impacto dentro del proyecto y su alineación con los principios de economía circular. Estas tareas deben contribuir directamente a los objetivos de sostenibilidad, como la optimización del uso de recursos, la reducción de residuos y el fomento de la reutilización de materiales.

- Actividades Requeridas para el Desarrollo de Cada Tarea

Cada tarea priorizada se desglosará en actividades operativas específicas necesarias para su ejecución. Este desglose detallado permite una gestión más eficiente del tiempo y de los recursos, asegurando que cada paso hacia la finalización de la tarea sea claramente comprendido y ejecutado de acuerdo con los estándares establecidos.

- Nivel de Prioridad de Cada Actividad

Cada actividad será clasificada en uno de tres niveles de prioridad: alta, media o baja. Esta clasificación tiene como objetivo facilitar la asignación adecuada de recursos y el seguimiento efectivo del progreso de las actividades, asegurando que las tareas críticas sean abordadas con la mayor prontitud posible.

- Criterios de Aceptación

Cada tarea incluirá criterios de aceptación específicos que deben cumplirse para que se considere finalizada. Estos criterios se revisarán desde dos enfoques: uno relacionado con la economía circular, evaluando la eficiencia y sostenibilidad de los resultados, y otro vinculado a los requerimientos administrativos y técnicos, asegurando que se cumplan todos los estándares y normativas establecidos para el proyecto.

- Responsables Asignados

Se asignará un responsable claro para la ejecución de cada actividad dentro del Sprint. Esta asignación tiene como fin garantizar la rendición de cuentas y promover la responsabilidad compartida entre los miembros del equipo, permitiendo un seguimiento efectivo del progreso de las tareas y facilitando la resolución de problemas de manera oportuna.

- Tiempo Estimado para el Desarrollo de Cada Tarea

Cada tarea se asociará con un tiempo estimado para su desarrollo, basado en la capacidad del equipo y los recursos disponibles. Esta estimación permitirá gestionar las expectativas, identificar posibles desviaciones en el cronograma y realizar ajustes necesarios durante el Sprint.

- Indicadores Clave de Desempeño (KPI)

Se utilizarán indicadores clave de desempeño (KPI) para evaluar el avance del Sprint y el cumplimiento de sus objetivos. Los KPIs seleccionados incluyen,

Tabla 4 *Indicadores claves de desempeño para sprint*

Indicador	Descripción	Fórmula
% de tareas completadas	Porcentaje de tareas del sprint que están en estado "Completado".	$(\text{Tareas completadas} / \text{Total tareas del sprint}) \times 100$
Velocidad del equipo (Story Points o Horas)	Total de trabajo entregado por sprint. Permite estimar capacidad futura.	Suma de horas o puntos completados en el sprint
Tiempo promedio de ejecución por tarea	Tiempo que tarda en promedio una tarea en completarse desde "Por hacer	Diferencia entre fechas de inicio y fin de tareas completadas

Indicador	Descripción	Fórmula
Índice de tareas re-trabajadas	Tareas que fueron marcadas como completadas y luego regresadas a estados anteriores.	$(\text{N}^\circ \text{ tareas re-trabajadas} / \text{Total tareas}) \times 100$
Nivel de cumplimiento del Sprint	Mide si se entregó lo que se comprometió	$(\text{Tareas comprometidas completadas} / \text{Total comprometidas}) \times 100$

Estos KPIs se monitorearán constantemente durante el Sprint para garantizar que el equipo esté trabajando de manera eficiente y que se cumplan los objetivos de sostenibilidad del proyecto.

Esta estructura busca garantizar que cada Sprint esté orientado a resultados tangibles, gestionado de forma colaborativa, y medido con base en indicadores objetivos que permitan la mejora continua del proyecto.

Para garantizar un control en la ejecución de cada Sprint y facilitar la toma de decisiones basada en datos, se han definido una serie de indicadores clave de desempeño (KPI). Estos indicadores permiten evaluar la productividad del equipo, la eficiencia en la ejecución de tareas, el cumplimiento de los compromisos asumidos, y la estabilidad del flujo de trabajo dentro del marco de gestión ágil.

El seguimiento sistemático de estos indicadores no solo contribuye a la mejora continua del equipo, sino que también permite verificar la alineación del proyecto con los objetivos estratégicos establecidos, incluyendo los criterios de economía circular. A continuación, se presentan los principales indicadores definidos para cada Sprint.

6.2.5.2 Planificación tablero Kanban. Tablero Kanban Visible y en Tiempo Real para la Gestión Colaborativa del Proyecto

El tablero Kanban será una herramienta visual clave en la gestión del proyecto, accesible a todos los miembros del equipo para asegurar la transparencia y el seguimiento continuo del flujo de trabajo. Para facilitar su uso y actualización, se implementará una herramienta digital que permitirá que el tablero esté siempre disponible actualizado en tiempo real, reflejando el estado actual de las tareas en cada Sprint. Esta integración digital garantizará que todos los miembros del equipo, sin importar su ubicación, puedan visualizar el progreso de las actividades y realizar actualizaciones de forma eficiente.

El uso de estas herramientas digitales facilitará la gestión colaborativa del proyecto, mejorando la comunicación interna, promoviendo la responsabilidad compartida y asegurando que las tareas se gestionen de manera ágil y efectiva. Además, la visibilidad constante del estado del trabajo permitirá identificar rápidamente cuellos de botella y tomar decisiones informadas, alineadas con los principios de mejora continua del marco Kanban.

El tablero Kanban se organiza en varias columnas que representan las diferentes fases del flujo de trabajo, cada una de las cuales refleja el estado actual de las tareas a medida que avanzan a través del ciclo del proyecto. Este sistema visual permite una gestión ágil, eficiente y colaborativa del proyecto, asegurando la transparencia, la visibilidad del progreso y la identificación temprana de obstáculos. Las columnas propuestas son:

- **Backlog del Sprint:** Esta columna contiene todas las tareas, requisitos e iniciativas que han sido seleccionadas del *Product Backlog* para el Sprint en curso. Cada tarea es priorizada según su relevancia, impacto y complejidad, y se asigna un nivel de prioridad (alta, media o baja). Además, se definen claramente los criterios de aceptación, que son esenciales para evaluar la viabilidad técnica y la alineación con los principios de economía circular, tales

como la reutilización de recursos, la minimización de residuos y la optimización de la eficiencia en el uso de materiales.

- **Por Hacer:** Esta columna agrupa todas las tareas que están en fase de revisión técnica, conceptual o administrativa, y que están listas para ser ejecutadas. En esta etapa, se evalúa la viabilidad operativa de las tareas, el impacto circular esperado, y las posibles dependencias técnicas o logísticas que puedan afectar la ejecución de las actividades. Esta fase permite garantizar que las tareas sean viables y alineadas con los objetivos sostenibles del proyecto antes de iniciar su implementación.
- **En Progreso:** Las tareas en esta columna representan actividades que están en ejecución activa por parte del equipo de trabajo. Estas tareas están orientadas al diseño e implementación de soluciones sostenibles, basadas en los principios de economía circular, como la reutilización de materiales, la eficiencia energética y la durabilidad de los productos. Además, esta columna está sujeta a un límite de trabajo en progreso (*WIP – Work in Progress*), lo que garantiza que el equipo no se sobrecargue de tareas, favoreciendo un flujo de trabajo ágil y eficiente.
- **Bloqueadas:** En esta columna se encuentran aquellas tareas que, por causas internas o externas, no pueden continuar su desarrollo. La visibilidad de las tareas bloqueadas permite identificar rápidamente los cuellos de botella en el proceso y facilita la implementación de acciones correctivas. Esta columna es crucial para gestionar los impedimentos, eliminarlos de manera eficiente y asegurar que el flujo de trabajo no se vea interrumpido por problemas no resueltos.
- **En Pruebas:** Las tareas que se encuentran en esta columna ya han sido ejecutadas y están siendo sometidas a un proceso de validación técnica o pruebas para verificar que cumplen

con los criterios de aceptación previamente definidos. En esta etapa se revisa si los entregables cumplen con los objetivos del proyecto y se validan según los principios de economía circular, como la eficacia en la utilización de recursos y el impacto ambiental positivo.

- Finalizadas: Esta columna incluye aquellas tareas que han sido completadas con éxito, superando las fases de ejecución, pruebas y validación. Las tareas finalizadas representan entregables que cumplen con todos los requisitos establecidos, y se consideran cerradas una vez validadas y aprobadas por el equipo. Estas tareas son documentadas y archivadas conforme a los procedimientos internos establecidos, contribuyendo al seguimiento y la mejora continua del proyecto.

Figura 15 Tablero Kanban para Sprint

Tareas Sprint:	Por Hacer:	En Progreso:	Bloqueadas:	En Pruebas:	Finalizadas:
A B C D E	D	C	_____	B	A

Tabla 5. Modelo tarjeta Kanban para Sprint

Campo / Atributo	Tipo	Descripción
ID de la tarea	Alfanumérico	Código único
Nombre/Título	Texto	Breve descripción de la tarea
Descripción técnica	Texto	Detalle del requerimiento, alcance, entregables esperados
Responsable	Usuario	Asignado automáticamente o manualmente
Fecha de inicio / fin	Fecha	Seguimiento del cumplimiento temporal
Clasificación	Texto	Clasificación: Ambiental, Técnico, administrativo
Subtareas	Lista	Desglose funcional del trabajo
Archivo adjunto / enlace	Vinculación	Planos, informes, matrices, políticas o procedimientos
Nivel de prioridad	Selector	Alta, Media, Baja

7.2.6 Interactividad y Colaboración

Reuniones de Scrum se adaptan para incluir la perspectiva de la economía circular y fomentar la colaboración entre los diferentes actores del proyecto, alinear la planificación iterativa con la entrega continua, visualizar claramente el flujo de trabajo y los bloqueos, mejorar la adaptabilidad al cambio y el seguimiento técnico de tareas y promover la mejora continua, el aprendizaje colectivo y la eficiencia operativa

7.2.6.1 Daily Scrum. Es una reunión de corta duración (15 minutos) en la que cada miembro del equipo presenta un breve informe sobre su progreso diario. Durante esta reunión, se realizan las siguientes actividades clave:

- Registro de avances: Cada miembro del equipo proporciona una actualización sobre las tareas completadas, en curso y las que están por comenzar, con el objetivo de mantener la transparencia y el enfoque en los objetivos del Sprint.
- Actualización de indicadores KPI: Se revisan los indicadores clave de desempeño (KPI) previamente establecidos, lo que permite medir el progreso del Sprint y detectar posibles desviaciones con respecto a los objetivos planificados.
- Detección de bloqueos: Se identifican y abordan posibles obstáculos que puedan estar afectando el avance del Sprint, tomando las acciones correctivas necesarias de manera inmediata para asegurar la continuidad del trabajo.
- Movilidad de tareas en el tablero Kanban: Se actualiza el estado de las tareas en el tablero Kanban, moviendo aquellas que han avanzado a través de las fases del flujo de trabajo y validando su alineación con el progreso general del Sprint.

Este formato de reunión promueve la comunicación constante entre los miembros del equipo, garantiza una gestión eficiente del flujo de trabajo y permite una rápida identificación de problemas, contribuyendo así al éxito de la ejecución del Sprint.

Estructura de la reunión

Tabla 6. *Estructura reunión Daily Scrum*

Campo
Fecha
Responsable
Tarea vinculada
¿Qué hiciste ayer?
¿Qué harás hoy?
Bloqueo si/No
Descripción del bloqueo
Estado de la tarea en tablero Kanban
Tiempo estimado

7.2.6.2 Revisión del flujo 1 vez a la semana. La revisión del flujo se realiza semanalmente para evaluar y optimizar el progreso del Sprint. Durante esta sesión, se llevan a cabo las siguientes actividades clave:

- **Análisis de métricas de flujo:** Se revisan métricas clave como el tiempo de ciclo y el trabajo en curso (WIP), con el objetivo de evaluar la eficiencia del proceso y detectar posibles áreas de mejora.
- **Evaluación de cuellos de botella y tareas atascadas:** Se identifican posibles obstáculos o tareas que se encuentran detenidas, lo que permite aplicar acciones correctivas para mejorar el flujo de trabajo y evitar retrasos en el Sprint.
- **Alineación del avance con los compromisos del Sprint:** Se verifica que el progreso esté alineado con los compromisos establecidos durante la planificación del Sprint, asegurando que las tareas y entregas se realicen según lo pactado y ajustando el enfoque si es necesario.

Este proceso de revisión semanal facilita la mejora continua, optimizando los tiempos de entrega y asegurando que el equipo mantenga un flujo de trabajo eficiente y sin interrupciones.

Tabla 7. *Estructura reunión Revisión del flujo*

Campo	Descripción
Fecha	Fecha de realización de la reunión
Responsable de la reunión	Scrum Master
Participantes	Equipo de desarrollo, Product Owner, expertos técnicos según el caso
Objetivo de la reunión	Breve enunciado del propósito
Indicadores KPI	Análisis de indicadores KPI establecidos para el Sprint
Verificación tablero Kanban	Problemas encontrados en el tablero Kanban, desalineación de tareas, cuellos de botella
Determinación de tareas críticas	Tareas que requieren atención prioritaria por impacto técnico, ambiental o de valor
Acciones correctivas	Qué se va a hacer para resolver problemas detectados
Responsables asignados	Nombres y roles del equipo que se encargarán de ejecutar cada acción
Fecha límite de acciones	Fechas de cumplimiento o verificación
Notas adicionales	

7.2.6.3 Sprint Review al final de cada Sprint. La Revisión del Sprint es un espacio clave para inspeccionar el trabajo realizado durante el Sprint, demostrar los avances alcanzados y obtener retroalimentación de los interesados. Durante esta reunión, se busca adaptar el Product Backlog según sea necesario. Las actividades principales de esta reunión son:

- Validación del cumplimiento de los objetivos del Sprint: Se verifica si se han alcanzado los objetivos establecidos durante la planificación, evaluando el progreso y los entregables completados.
- Verificación de los KPI establecidos: Se revisan los indicadores clave de desempeño (KPI) definidos previamente para medir la efectividad y el rendimiento del Sprint, asegurando que se estén cumpliendo los objetivos en términos de eficiencia y calidad.

- **Presentación de los entregables terminados:** Se dan a conocer los entregables completados, incluyendo funcionalidades, productos y avances, para que los interesados puedan conocer el estado actual del proyecto.
- **Recepción de retroalimentación del Product Owner y stakeholders:** Se facilita el intercambio de información con el Product Owner y los stakeholders para obtener sugerencias y comentarios, lo cual es crucial para mejorar el producto y los procesos.
- **Fomento de la colaboración y la transparencia:** La revisión promueve un ambiente de colaboración continua entre los miembros del equipo, el Product Owner y otros interesados, garantizando que todos tengan visibilidad sobre el estado y progreso del proyecto.
- **Ajuste del rumbo del proyecto:** Si se identifican nuevas prioridades o se requieren cambios, se acuerdan los ajustes necesarios al Product Backlog y se define el siguiente rumbo del proyecto.

Este proceso garantiza una adaptación constante a los requerimientos y cambios, lo que optimiza la entrega de valor y asegura la alineación continua con los objetivos estratégicos del proyecto.

Tabla 8. *Estructura reunión Sprint Review*

Campo	Descripción
1. Información General	Sprint N° Duración del Sprint Objetivo del Sprint Facilitador Fecha de Revisión Participantes
Entregables completados	Código del ítem del backlog Descripción Valor Entregado Evidencia

Campo	Descripción
Métricas del Sprint	% de tareas completadas Velocidad del equipo (Story Points o Horas) Tiempo promedio de ejecución por tarea Nivel de cumplimiento del Sprint
Retroalimentación	Comentario Tipo (Positivo, Mejora, Nueva necesidad Responsable: Product Owner, stakeholder
Actualización de tablero Kanban para producto Backlog	Descripción prioridad
Recursos / Evidencias	Archivos o links, URLs, carpetas compartidas, documentos relevantes

7.2.6.4 Sprint Retrospective (Cierre de mejora). El Sprint Retrospective es un evento clave dentro del marco de trabajo ágil, cuyo propósito principal es fomentar la mejora continua. Durante esta reunión, se lleva a cabo una reflexión profunda sobre el Sprint reciente, con el objetivo de identificar áreas de mejora y fortalecer las prácticas de trabajo. Las actividades principales incluyen:

- **Lecciones aprendidas:** Se analizan los aspectos que funcionaron bien y aquellos que presentaron dificultades durante el Sprint, permitiendo identificar las lecciones valiosas que pueden aplicarse en el futuro.
- **Buenas prácticas identificadas:** Se destacan las prácticas que fueron exitosas, las cuales deben ser replicadas en los siguientes Sprints para optimizar el desempeño del equipo.
- **Compromisos de mejora para el siguiente Sprint:** El equipo se compromete a implementar acciones correctivas o de mejora basadas en los aprendizajes obtenidos, buscando aumentar la eficiencia, la calidad y la colaboración en el siguiente ciclo.

Este espacio contribuye a optimizar los procesos de trabajo, incrementar la cohesión del equipo y asegurar que el proyecto siga avanzando de manera más efectiva y alineada con los objetivos establecidos.

Tabla 9. Estructura reunión Sprint Retrospective

Campo	Descripción
Estructura	Nombre del Sprint
	Duración del Sprint
	Facilitador
	Participantes
	Fecha de la retrospectiva
	¿Qué salió bien?
	¿Qué no salió bien?
	¿Qué podemos mejorar?
	Acciones correctivas (medibles, alcanzables, específicas)
	¿Cómo te sentiste durante esta retrospectiva?
Cierre (Breve encuesta personal)	• Escuchado • Relajado • Estresado • Fue participativa • Motivadora
	¿Qué te gustó más del espacio de mejora continua?
	Largo
	Falta claridad en el proceso
	Centrada en aspectos positivo
	Centrada en aspectos negativos
	Otro_____
	¿Qué podríamos hacer diferente en la próxima retrospectiva?

	¿Qué tan útil fue esta retrospectiva para ti (1 a 5)? 1 poco útil 5 muy útil

	¿La retrospectiva aportó ideas accionables?

7.2.7 Seguimiento consecutivo de proyectos de economía circular en Pymes del sector construcción.

7.2.7.1 Matriz comparativa en base a indicadores de desempeño. En el contexto de la sostenibilidad y la transformación digital, las pequeñas y medianas empresas (PYMES) del sector de la construcción requieren herramientas que les permitan evaluar de forma integral y sistemática el desempeño de sus proyectos. En este sentido, la implementación de una matriz comparativa a través de plataformas digitales constituye un instrumento clave para la toma de decisiones estratégicas y la mejora continua de la gestión de proyectos futuros.

La matriz comparativa permite analizar de manera estructurada múltiples dimensiones de cada proyecto, tales como el cumplimiento de indicadores clave de desempeño (KPIs), el balance entre costos y beneficios, la gestión del tiempo y el impacto a largo plazo de las estrategias sostenibles implementadas. La matriz no solo facilita la organización y visualización de los datos, sino que también potencia su análisis mediante representaciones dinámicas y actualizables en tiempo real.

La matriz comparativa digital se propone como una herramienta fundamental para evaluar la efectividad de estrategias circulares aplicadas en proyectos piloto, facilitando una gestión más profesional, transparente y replicable.

Esta matriz se realiza en base a los siguientes indicadores de seguimiento:

7.2.8 Indicadores claves de desempeño.

Tabla 10. *Indicadores de desempeño ambientales*

Indicador	Descripción	Fórmula
• % de materiales reciclados	Mide la proporción de materiales reciclados utilizados en el proyecto con respecto al total de materiales empleados.	$(\text{Materiales reciclados usados} / \text{Total materiales usados}) \times 100$
• % de materiales reutilizados	Evalúa cuánto material reutilizado se incorporó en el proyecto.	$(\text{Materiales reutilizados} / \text{Total materiales usados}) \times 100$
• Reducción de residuos generados (kg/m ² construido)	Indica la eficiencia en la gestión de residuos con base en la superficie construida.	$\text{Residuos generados (kg)} / \text{Área construida (m}^2\text{)}$
• % de agua reutilizada en el proyecto	Determina el porcentaje del agua que fue recolectada y reutilizada dentro del proyecto, respecto al consumo total.	$(\text{Volumen agua reutilizada} / \text{Volumen total de agua consumida}) \times 100$
• Consumo energético por metro cuadrado (kWh/m ²)	Refleja la cantidad de energía eléctrica utilizada por unidad de área construida.	$\text{Energía consumida (kWh)} / \text{Área construida (m}^2\text{)}$
• % de energías renovables utilizadas en obra	Mide qué proporción de la energía usada proviene de fuentes renovables.	$(\text{Energía renovable (kWh)} / \text{Energía total (kWh)}) \times 100$
• Índice de reciclabilidad de los materiales empleados	Estima el potencial de reciclaje de los materiales al final de su vida útil en la obra.	$(\text{Peso de materiales reciclables} / \text{Peso total de materiales}) \times 100$
• % de cumplimiento del plan de manejo ambiental (PMA)	Evalúa el grado de ejecución de las actividades previstas en el PMA del proyecto.	$(\text{Actividades ejecutadas PMA} / \text{Actividades planificadas PMA}) \times 100$
• Nivel de residuos peligrosos correctamente gestionados (%)	Verifica el porcentaje de residuos peligrosos tratados conforme a normativas ambientales	$(\text{Residuos peligrosos gestionados} / \text{Residuos peligrosos generados}) \times 100$
• Consumo de agua potable por trabajador (L/día/persona)	Mide el promedio diario de consumo de agua potable por persona en la obra.	$\text{Volumen agua potable (m}^3\text{)} / (\text{N}^\circ \text{ trabajadores} \times \text{N}^\circ \text{ días})$

Indicador	Descripción	Fórmula
Índice de residuos valorizados vs. enviados a relleno (%)	Indica la proporción de residuos que fueron aprovechados respecto a los enviados a disposición final.	$(\text{Residuos valorizados} / (\text{Valorizados} + \text{Relleno sanitario})) \times 100$

Tabla 11. *Indicadores de desempeño Operativos*

Indicador	Descripción	Fórmula
Índice de eficiencia de recursos (kg/m² construido)	Mide la cantidad de recursos materiales utilizados por metro cuadrado construido, lo que permite evaluar la eficiencia en el uso de materiales.	$\text{masa total de materiales utilizado Kg} / \text{área construida m}^2$
Tiempo de ejecución frente al plan (%)	Compara el tiempo real de ejecución del proyecto con el tiempo planificado, expresado como porcentaje, para medir la eficiencia en la gestión del cronograma.	$(\text{Tiempo real de ejecución} / \text{Tiempo planificado}) \times 100$
Índice de cumplimiento de indicadores de desempeño ambiental por fase del proyecto	Mide qué porcentaje de los indicadores ambientales definidos se han cumplido en cada fase del proyecto (diseño, construcción, operación, etc.).	$(\text{número de indicadores cumplidos} / \text{total de indicadores definidos}) \times 100$

Tabla 12. *Indicadores de desempeño económicos*

Indicador	Descripción	Fórmula
Ahorros por reutilización de materiales (%)	Mide el porcentaje de ahorro en costos gracias a la reutilización de materiales existentes o recuperados, en lugar de adquirir nuevos.	$((\text{costo de materiales nuevo} - \text{costos de materiales reutilizados}) / \text{costo de materiales nuevos}) \times 100$
% de incremento en la valorización del proyecto por atributos sostenibles	Aumento porcentual del valor comercial del proyecto debido a sus características sostenibles y circulares.	$((\text{valor del proyecto sostenible} - \text{valor del proyecto tradicional}) / \text{valor de proyecto tradicional}) \times 100$
Relación costo-beneficio de las soluciones circulares implementadas	Este indicador compara los beneficios económicos generados específicamente por la implementación de estrategias circulares frente al costo que estas estrategias	$\text{Beneficios económicos generados por estrategias circulares} / \text{costo de implementación de la estrategia}$

Indicador	Descripción	Fórmula
	representaron. Permite saber si esas soluciones valen la pena financieramente. $RCB > 1 \rightarrow$ Rentable: los beneficios superan los costos. $RCB = 1 \rightarrow$ Punto de equilibrio. $RCB < 1 \rightarrow$ No rentable: los costos fueron mayores que los beneficios.	
• Reducción del costo total del proyecto por prácticas circulares (%)	Mide cuánto se reduce el costo total del proyecto gracias a la adopción de prácticas circulares.	$((\text{Costo proyecto tradicional} - \text{Costo proyecto circular}) / \text{Costo proyecto tradicional}) \times 100$
• Rentabilidad neta del proyecto con estrategias circulares vs. tradicional	Comparación directa entre la rentabilidad final del proyecto circular y un modelo tradicional.	$\text{Rentabilidad proyecto circular} - \text{Rentabilidad proyecto tradicional}$

Tabla 13. *Indicadores de desempeño sociales*

Indicador	Descripción	Formula
• % de proveedores locales y circulares contratados	Mide qué proporción de los proveedores contratados son locales (territorialmente cercanos) y aplican principios de economía circular (uso de materiales reciclados, producción sostenible, etc.).	$\text{N.º de proveedores locales y circulares} / \text{Total de proveedores contratados} \times 100$
• Nivel de capacitación del personal en economía circular (%)	Porcentaje del personal del proyecto que ha recibido formación formal en temas relacionados con economía circular.	$(\text{Nº de empleados capacitados en circularidad} / \text{total de empleados}) \times 100$
• Número de alianzas con actores sociales y ambientales (ONG, universidades, etc.)	Cuenta las colaboraciones o convenios establecidos con entidades externas que aportan valor social, ambiental o académico al proyecto.	$\text{Nº de alianzas} = \text{Suma de acuerdos formales con ONG, universidades, cooperativas, etc.}$
• Inversión en formación o concienciación ambiental (% del presupuesto)	Proporción del presupuesto total del proyecto que se ha destinado a formación o campañas de sensibilización	$(\text{Monto invertido en formación ambiental} / \text{Presupuesto total del proyecto}) \times 100$

Indicador	Descripción	Formula
Frecuencia de reuniones de seguimiento con actores sociales clave	ambiental para trabajadores y comunidad. Número promedio de reuniones realizadas con comunidades, autoridades locales, ONG u otros actores sociales relevantes durante la ejecución del proyecto.	$\frac{\text{Nº total de reuniones con actores sociales}}{\text{Duración del proyecto en meses}}$

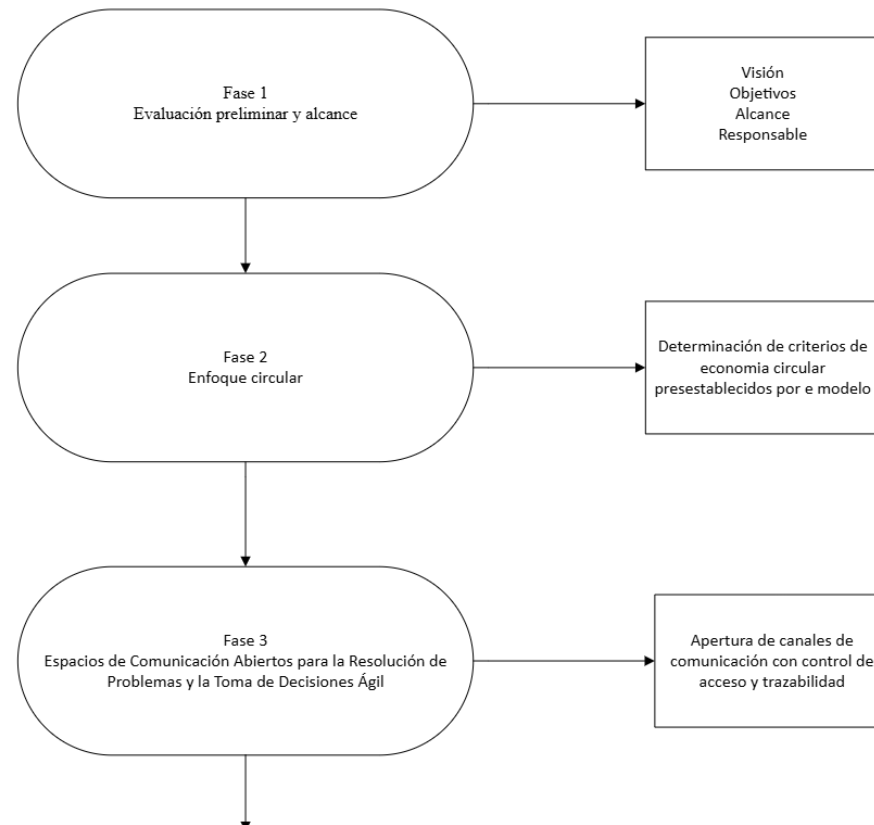
7.2.9 Visualización y análisis de datos a través plataformas digitales

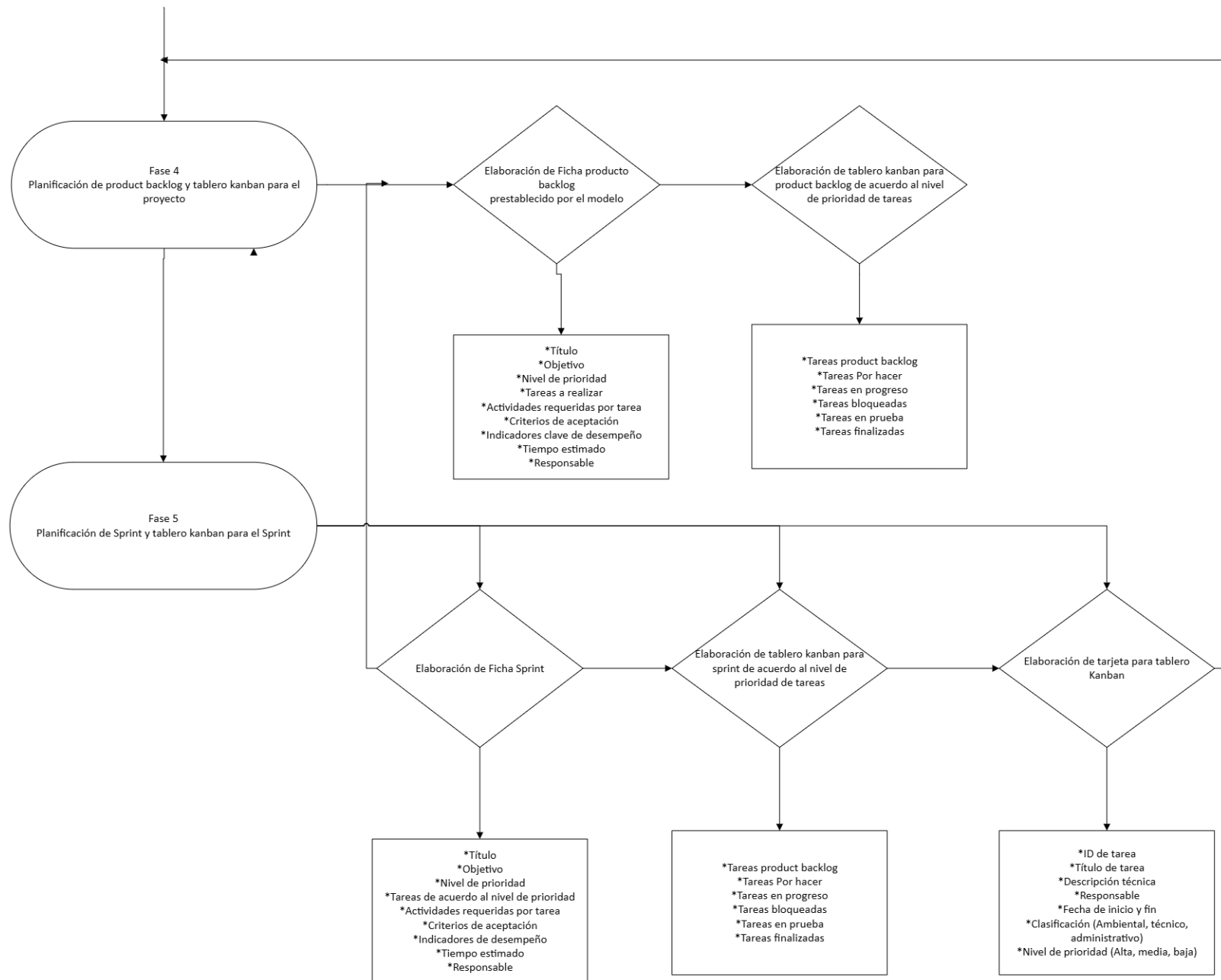
En base a la transformación digital y el avance de las exigencias en materia de sostenibilidad, esta fase se posiciona como un eje transversal en la gestión de proyectos sostenibles. Su propósito es dotar a las pequeñas y medianas empresas del sector construcción de herramientas digitales que les permitan transformar datos operativos, ambientales y económicos en información útil para la toma de decisiones estratégicas.

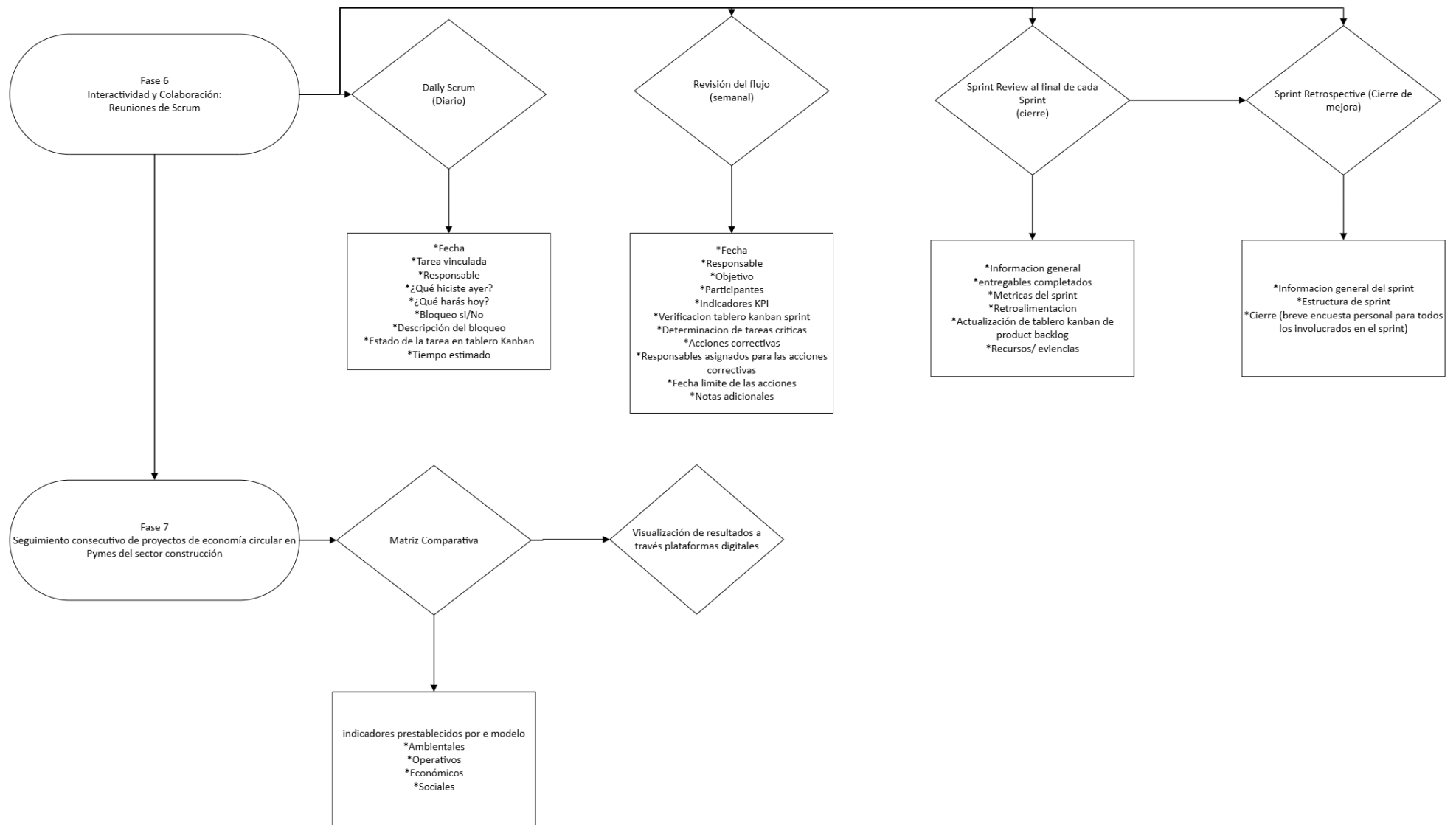
Las plataformas como Power BI, Tableau o Google Data Studio no solo permiten visualizar el desempeño del proyecto en tiempo real, sino que también facilitan el seguimiento de indicadores clave vinculados. Esto cobra especial relevancia en las PYMES, que tradicionalmente han enfrentado limitaciones para acceder a soluciones tecnológicas avanzadas debido a restricciones presupuestarias o técnicas.

La importancia de esta fase se enfoca en la capacidad para fomentar una gestión basada en datos, impulsando una cultura organizacional centrada en el monitoreo continuo, la mejora constante y la transparencia, estas plataformas deben entenderse como una inversión estratégica que permite a las PYMES profesionalizar su gestión sostenible.

Integrar esta fase dentro del modelo no solo mejora el control del desempeño del proyecto, sino que también contribuye a reducir riesgos, evitar desviaciones y fortalecer la comunicación con los diferentes actores involucrados, desde inversionistas hasta comunidades locales.

Figura 15. *Esquema visual modelo Kanscrum circular*





8. Recomendaciones

Fortalecimiento de capacidades mediante capacitación continua en metodologías ágiles y economía circular

Se recomienda que las PYMES del sector construcción fortalezcan las competencias de sus gerentes, líderes de proyecto y equipos de trabajo en la aplicación de marcos de trabajo ágiles, específicamente Scrum y Kanban, así como en los principios de la economía circular. La formación debe enfocarse en contenidos prácticos y contextuales que faciliten una adopción efectiva y sostenible del modelo propuesto *Kanscrum Circular*. Este proceso formativo permitirá validar la utilidad y pertinencia del modelo en escenarios reales y medir, con base en datos concretos, los impactos ambientales y organizacionales derivados de su implementación.

Implementación progresiva y adaptativa del modelo propuesto

Se sugiere adoptar una estrategia de implementación gradual del modelo *Kanscrum Circular*, iniciando con proyectos de menor escala que permitan validar su viabilidad y detectar oportunidades de mejora. Esta aproximación incremental facilitará la identificación de barreras internas y externas, así como la adecuación de los procesos antes de escalar su aplicación a proyectos de mayor complejidad. La adaptación progresiva aumentará las probabilidades de éxito en la integración de metodologías ágiles en entornos de construcción sostenible.

Fomento de alianzas estratégicas interinstitucionales

Para potenciar la adopción del modelo, se recomienda establecer alianzas con universidades, centros de innovación, gremios del sector y entidades gubernamentales. Estas sinergias pueden facilitar el acceso a recursos técnicos, financieros y normativos necesarios para

ejecutar proyectos de economía circular, bajo el enfoque del modelo desarrollado. La cooperación interinstitucional contribuirá, además, a ampliar la difusión y escalabilidad del modelo en el contexto nacional.

Sistematización y estandarización de buenas prácticas emergentes

Es fundamental que las empresas que adopten el modelo generen procesos de documentación estructurada sobre las buenas prácticas, lecciones aprendidas y ajustes realizados durante su implementación. La creación de repositorios internos o compartidos permitirá construir un marco referencial común que facilite la transferencia de conocimiento y la replicabilidad del modelo en otras PYMES del sector. Esta sistematización también aportará insumos valiosos para futuras investigaciones y mejoras del modelo.

Incorporación de herramientas digitales para la gestión visual y el análisis de datos

Se recomienda integrar herramientas digitales que respalden la gestión visual del flujo de trabajo y el monitoreo de indicadores de desempeño. Plataformas como Trello, Jira, Microsoft Planner o Power Apps, combinadas con sistemas de visualización de datos como Power BI, pueden fortalecer la trazabilidad de las actividades, la colaboración en tiempo real, la eficiencia en la asignación de recursos y la toma de decisiones basada en datos. La digitalización del modelo representa un factor clave para su sostenibilidad, escalabilidad y alineación con los objetivos de la economía circular.

9. Resultados

Se realizó un análisis comparativo de los marcos de trabajo ágiles Scrum y Kanban a partir de una revisión teórica profunda y un análisis DOFA (debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas) para cada uno, aplicado al contexto de las pequeñas y medianas empresas (PYMES)

del sector construcción en Colombia que implementan proyectos con enfoque en economía circular.

El marco de trabajo ágil Scrum define roles específicos como el *Scrum Master*, el *Product Owner* y el equipo de desarrollo, y se basa en sprints de duración fija, con una planificación estructurada y reuniones periódicas. Este marco de trabajo permite gestionar proyectos con alta incertidumbre, promoviendo entregas incrementales y mejoras continuas, lo que favorece la adaptación a los cambios frecuentes que suelen presentarse en proyectos con componentes innovadores. Entre sus fortalezas se destacan la mejora en la calidad del producto entregado, el aumento de la colaboración del equipo y la transparencia en el seguimiento del progreso del proyecto.

Kanban, ofrece una estructura más flexible, su fortaleza se está en la visualización continua del flujo de trabajo a través de tableros, tarjetas y límites al trabajo en progreso, facilitando la identificación de cuellos de botella y promueve la eficiencia operativa. Este marco de trabajo es útil para contextos en los que las tareas tienen un flujo constante y se requiere gestionar múltiples actividades paralelamente, como es común en obras de construcción. Igualmente, es flexible para trabajar en equipos con bajo nivel de madurez en marcos de trabajo ágil, debido a que permite su implementación progresiva sin necesidad de una reestructuración organizacional.

La Tabla 4, titulada “Análisis comparativo entre marcos de trabajo tradicional, Kanban y Scrum”, sintetiza estos hallazgos y evidencia cómo cada marco de trabajo desde su estructura permite dar seguimiento a las variables de gestión de proyectos circulares. Así mismo, los análisis DOFA incluidos en las Tablas 2 y 3 permitieron identificar factores críticos como la resistencia al cambio, la falta de experiencia en metodologías ágiles y las oportunidades derivadas de incentivos gubernamentales, integración tecnológica y el auge de la construcción sostenible en el país.

Se analizaron casos de PYMES, como el Consorcio Guanza (Boyacá, Colombia), Huella Urbana SAS (Bogotá, Colombia), Glasst Innovation Company (Colombia), CoCircular (España), Thermikhaus (Chile) y Gjenge Makers (Kenia) que han adoptado el desarrollo de sus proyecto basados en economía circular a través del aprovechamiento de residuos, rediseño de materiales y procesos productivos sostenibles, fortaleciendo modelos de negocio basados en la valorización de recursos y la reducción de impactos ambientales.

A través de este análisis se identificó, que, aunque estas empresas presentan iniciativas alineadas con la economía circular, no cuenta dentro de su estructura de trabajo con marco de trabajo ágil., se basan en esquemas tradicionales sin una estructura definida, lo que limita en parte su capacidad de respuesta rápida ,la generación de soluciones y la visualización efectiva del flujo de trabajo.

A partir de este hallazgo, se propone que estas PYMES podrían fortalecer sus procesos de gestión circular integrando marcos de trabajo ágiles, ya que estas metodologías permiten una mayor flexibilidad, adaptación continua, trabajo colaborativo y transparencia.

Como resultado de este análisis, se propuso un modelo de gestión denominado Kanscrum Circular, el cual integra de manera estratégica los elementos más relevantes y aplicables de los marcos de trabajo ágiles Scrum y Kanban. El modelo permite atender las necesidades de las PYMES del sector construcción en Colombia, que enfrentan grandes retos.

La formulación optó por un enfoque híbrido que aprovecha la capacidad de Scrum para estructurar el trabajo en fases cortas y bien definidas (sprints), facilitando la planificación, la revisión y la mejora continua, junto con la flexibilidad visual y operativa de Kanban, que permite gestionar el flujo de tareas en tiempo real y adaptarse a los cambios inmediatos del entorno de obra.

La Figura 12 del documento presenta el esquema visual del modelo Kanscrum Circular, que integra elementos visuales de ambos marcos y demuestra cómo las tareas se transforman desde el backlog hasta la entrega del producto, con trazabilidad y visibilidad de los resultados en todas las fases del proceso; el modelo formulado ofrece una propuesta sólida para gestionar proyectos de economía circular en el sector construcción, adaptada a las realidades operativas de las PYMES colombianas.

El modelo Kanscrum Circular es una herramienta innovadora de gestión en proyectos de economía circular en PYME del sector de la construcción. Fusionando los marcos de trabajo ágiles de Scrum y Kanban, el modelo está creado para mejorar los procesos de producción con los requisitos ecología, social y económica y facilitar, de esta manera, el proceso de transición a diversas prácticas más sostenibles, eficientes y adaptables.

A continuación, se da a conocer un análisis específico del impacto que representa el modelo en el sector de construcción con enfoque de sostenibilidad en base a criterios específicos analizados de forma individual en el desarrollo del documento.

Tabla 14 *Análisis del modelo Kanscrum circular en base a criterios comparativos de la investigación.*

Criterio	Análisis
Estructura y flexibilidad	El modelo combina la estructura definida en los marcos de trabajo ágil Scrum y kanban teniendo en cuenta los roles establecido por cada marco (Scrum Master, Product Owner y equipo de desarrollo) y la flexibilidad operativa de Kanban. Esto permite contar con una dirección clara del proyecto (Scrum) y, a la vez, adaptarse ágilmente a los cambios y prioridades emergentes a través de la visualización del flujo de trabajo (Kanban). El equipo se conforma con base en competencias técnicas, ambientales y

colaborativas, y se adapta según las necesidades de circularidad del proyecto.

En el contexto de las PYMES de la construcción, donde los equipos suelen ser reducidos y multifuncionales, esta combinación permite mantener claridad en la asignación de responsabilidades, sin imponer jerarquías rígidas que limiten la adaptabilidad.

Lo anterior permite que el modelo sea una herramienta ideal para gestionar la complejidad y la incertidumbre en proyectos circulares, donde las decisiones técnicas están profundamente entrelazadas con criterios de sostenibilidad.

Enfoque

El enfoque del modelo Kanscrum Circular se fundamenta en la **entrega incremental de valor sostenible** y en la **optimización del flujo de trabajo**, se centra en la entrega continua de valor con base en principios de economía circular, normatividad legal vigente y objetivos de desarrollo sostenible de acuerdo al nivel de complejidad del proyecto y la zona de construcción, donde la naturaleza secuencial de las actividades puede ser una barrera para la innovación ambiental y la eficiencia operativa.

Utiliza Sprints estructurados (Scrum) para planificar y entregar incrementos de valor, mientras que el tablero Kanban permite gestionar el flujo de trabajo y optimizar las tareas según su impacto técnico, ambiental y económico.

Lo anterior permite a las PYMES priorizar tareas con alto valor ambiental, como la reutilización de materiales, el diseño modular o la optimización energética, sin perder la trazabilidad de las metas generales del proyecto.

Gestión de cambio	La gestión de cambio es una de las fortalezas clave del modelo Kanscrum Circular, especialmente en contextos donde el nivel de incertidumbre es alto al igual que las condiciones del entorno (regulatorias, económicas o climáticas) teniendo en cuenta que cambian con rapidez, como es el caso del sector construcción. Esta gestión es dinámica y centrada enfocada a la mejora continua. A través de ciclos cortos (Sprints), reuniones diarias, revisión del flujo semanal y retroalimentación constante (Sprint Review y Retrospective), el modelo permite ajustar rápidamente los planes y tareas según nuevos requerimientos del entorno, oportunidades de circularidad o retroalimentación de los interesados. El uso de tableros Kanban visibiliza los cuellos de botella y permite adaptar el trabajo sin afectar negativamente el progreso.
Colaboración y comunicación	En el contexto de las PYMES constructoras, donde los recursos humanos y tecnológicos son limitados, una comunicación efectiva y fluida entre los miembros del equipo es fundamental. El modelo Kanscrum Circular impulsa una cultura de colaboración abierta, transparente y segura entre todos los miembros del equipo. Se utilizan herramientas digitales (Microsoft Teams, Zoom, Trello, Power BI) para mantener trazabilidad, accesibilidad y registro de los avances. Las reuniones estructuradas como el Daily Scrum, revisiones de flujo, Sprint Review y retrospectivas permiten que la comunicación sea continua, efectiva y orientada a resultados, lo cual es vital para resolver problemas, tomar decisiones y garantizar el cumplimiento de los objetivos circulares.
Enfoque al cliente	El cliente es involucrado de forma continua en el proceso a través de revisiones frecuentes, demostraciones de avance y

espacios de retroalimentación. El modelo promueve entregas incrementales alineadas con las expectativas del cliente, pero también con criterios de sostenibilidad, generando valor tangible y medible en cada iteración.

La satisfacción del cliente no solo se evalúa por la funcionalidad, sino también por el cumplimiento de objetivos ambientales, sociales y económicos del proyecto.

La implementación de indicadores de desempeño (ambientales, económicos y sociales) permite medir la satisfacción del cliente de manera objetiva.

Como resultado del proceso investigativo y del análisis integral de la literatura, estudios de caso y validación del modelo *Kanscrum Circular*, se lograron estructurar una serie de recomendaciones y directrices fundamentadas en la necesidad de las PYMES al momento de implementar el modelo propuesto con el fin de tener una ejecución adecuada, en el contexto específico de proyectos enfocados a economía circular.

10. Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio permiten identificar la necesidad de replantear la forma en que las pequeñas y medianas empresas del sector construcción en Colombia realizan su gestión de proyecto. Las PYMES analizadas a nivel nacional e internacional han avanzado en la implementación de prácticas de economía circular, sin embargo, es claro que aún existe una brecha en cuanto al manejo marcos de trabajo ágiles Scrum y Kanban, debido a que desarrollan sus proyectos basados en marcos tradicionales.

La propuesta de integrar marcos ágiles a la gestión de proyectos circulares en PYMES permite vincularse a propuestas innovadores como es el modelo Kanscrum circular el cual fue desarrollado bajo los principios de economía circular. Esta integración representa un avance en la comprensión de la sostenibilidad no solo como un fin ambiental, sino como una práctica organizacional estratégica que debe ser gestionada con estructura, flexible y participativa. En este sentido, el estudio nos permite reconocer que los marcos de trabajo ágiles no son exclusivos para el desarrollo de software, sino que tienen un alcance mucho más amplio y son adaptables a sectores productivos como la construcción.

Los resultados obtenidos permiten concluir que la falta de implementación de Scrum y Kanban en las PYMES estudiadas no obedece a una falta de aptitud, sino más bien a la falta de conocimiento, recursos metodológicos y formación en estas herramientas. Esta situación ofrece una oportunidad de mejora muy valiosa para proponer modelos adaptativos como el “Kanscrum circular”, que integra lo mejor de ambos marcos y sea aplica a las realidades operativas, culturales y económicas de las PYMES colombianas. La posibilidad de introducir estos marcos de forma progresiva, representa una alternativa viable para facilitar procesos de transformación sin generar resistencia.

Además, este estudio entrevé la importancia de reconocer a las personas como el centro de toda transformación organizacional. Los marcos ágiles promueven principios como la colaboración, la transparencia, la mejora continua y el liderazgo. En el contexto de las PYMES del sector construcción históricamente caracterizado por jerarquías rígidas y operativas agudas la adopción de marcos de trabajo ágiles no solo puede mejorar los resultados de los proyectos propuesta, sino también las condiciones humanas del trabajo, empoderando a los equipos, fortaleciendo la resiliencia organizacional y generando un mayor nivel de competitividad.

11. Conclusiones

1. Los marcos de trabajo ágil Scrum y Kanban, aunque surgieron en contextos distintos, comparten principios fundamentales que los hacen aplicables a una amplia variedad de sectores, incluido el de la construcción sostenible. Scrum, con su enfoque iterativo e incremental y la definición clara de roles, proporciona una estructura eficaz para gestionar proyectos caracterizados por alta incertidumbre, promoviendo entregas tempranas de valor y facilitando la adaptación al cambio. Por su parte, Kanban aporta una gestión visual del flujo de trabajo que permite optimizar los procesos a través de la identificación y eliminación de cuellos de botella, especialmente mediante la limitación del trabajo en curso (WIP). Esta investigación demuestra que la comprensión técnica de estos marcos no solo permite su implementación metodológica, sino su alineación estratégica con objetivos de eficiencia operativa, visibilidad de procesos y mejora continua.

2. La articulación entre los principios de la agilidad y sostenibilidad constituye una estrategia transformadora en la gestión de proyectos, especialmente en el sector de la construcción. Esta integración no solo redefine el concepto de éxito del proyecto, trascendiendo los entregables tradicionales, sino que también promueve la generación de impactos positivos en el entorno social, ambiental y económico. Adoptar esta visión permite a las organizaciones fortalecer su posicionamiento, cimentar ventajas competitivas sostenibles y responder de manera proactiva a las crecientes exigencias de los marcos regulatorios.

3. El análisis desarrollado evidencia que la economía circular constituye una oportunidad transformadora para el sector de la construcción, al fomentar principios como el ecodiseño, la reutilización de materiales y la eficiencia en el uso de recursos y energía. La incorporación de esta

perspectiva en la gestión de proyectos implica no solo la redefinición del alcance y los entregables, sino también el establecimiento de criterios que garanticen agilidad a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, desde su inicio hasta su cierre. En este contexto, se hace imprescindible la adopción de marcos de trabajo que integren flexibilidad, procesos iterativos y una orientación constante hacia la mejora continua, como condiciones necesarias para avanzar hacia modelos de desarrollo más sostenibles e innovadores.

4. Los proyectos de construcción orientados a la economía circular demandan una transformación profunda del enfoque tradicional de gestión, dado que implican múltiples objetivos, relaciones interdependientes entre diversos actores y horizontes de evaluación más amplios. Este estudio permitió concluir que la gestión de proyectos circulares se beneficia significativamente al aplicar marcos de trabajo ágiles como Scrum y Kanban, permitiendo iterar sobre soluciones, validar hipótesis técnicas con rapidez y gestionar la incertidumbre asociada a nuevas prácticas constructivas e innovadoras, asimismo, se resalta la importancia de incorporar indicadores de sostenibilidad desde la formulación del caso de negocio. De esta manera, es posible asegurar que las decisiones técnicas se alineen de manera coherente con los impactos ambientales, operativos, económicos y sociales del proyecto.

5. El modelo propuesto en esta investigación se presenta como una solución innovadora y viable para la gestión de proyectos de economía circular en PYMES del sector de la construcción, al fomentar una gestión más adaptativa, colaborativa y orientada a la optimización de recursos. Los resultados evidencian que la integración de los marcos de trabajo ágiles Scrum y Kanban es no solo factible, sino altamente pertinente en este contexto, al ofrecer un enfoque flexible y dinámico para la ejecución de proyectos sostenibles. Este modelo responde eficazmente a los desafíos propios del entorno cambiante que enfrentan las PYMES, facilitando la adopción de

prácticas ambientalmente responsables sin comprometer la eficiencia operativa ni la productividad organizacional.

6. Al analizar el contexto colombiano, se concluye que el modelo propuesto responde de manera efectiva a las limitaciones estructurales que enfrentan comúnmente las PYMES del sector de la construcción, tales como la escasez de recursos y la resistencia al cambio. A través de la implementación de marcos de trabajo ágiles, adaptables y con un enfoque integral en la sostenibilidad ambiental y económica, el modelo ofrece una ruta de transformación factible y contextualizada. Su adopción implica una reconfiguración estructural en la planificación, ejecución y evaluación de los proyectos, promoviendo así la mejora continua, la gestión del conocimiento y la profesionalización de la dirección de proyectos dentro de estas organizaciones.

7. El presente trabajo cumplió satisfactoriamente los objetivos propuestos al desarrollar un modelo de gestión integral orientado a PYMES del sector construcción en Colombia, el cual combina estratégicamente los marcos de trabajo ágiles Scrum y Kanban. A través de un enfoque metodológico basado en análisis comparativos, revisión de literatura especializada, estudios de caso y formulación de recomendaciones aplicables, se consolidó una propuesta que aporta valor tanto a la gestión eficiente de proyectos como a la transición hacia prácticas sostenibles bajo los principios de la economía circular. El modelo resultante, denominado *Kanscrum Circular*, representa una herramienta flexible orientada a mejorar la capacidad de las organizaciones para abordar desafíos ambientales, económicos y operativos.

Referencias

- Albaladejo, M., & Mirazo, P. (2 de Marzo de 2021). *La economía circular: un modelo económico que lleva al crecimiento y al empleo sin comprometer el medio ambiente*. Obtenido de <https://news.un.org/es/story/2021/03/1490082>
- Alfonzo, P. L., Mariño, S., & Godoy, M. V. (2011). Propuesta metodológica para la gestión de proyecto. *Multiciencias*, 396-401. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/904/90421972009.pdf>
- American Psychological Association. (s.f.). *Style and Grammar Guidelines*. Recuperado el 17 de enero de 2020, de Apastyle: <https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines>
- Anderson, D. (2020). *Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business*. .
- Antikainen, M., & Valkokari, K. (2016). *A Framework for Sustainable Circular Business Model Innovation*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/326313064_A_Framework_for_Sustainable_Circular_Business_Model_Innovation/link/58ee50dbaca2724f0a289ffe/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá . (2019). *Análisis de ciclo de vida*. Obtenido de <https://www.metropol.gov.co/ambiental/Paginas/consumo-sostenible/analisis-de-ciclo-de-vida.aspx>
- Arnedo Lasheras, R., Jaca García, C., León Perfecto, C., & Ormazábal Goenaga, M. (2020). *Guía práctica para implementar la economía circular en las pymes*. Madrid: AENOR. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/usta/161633?page=17>

Busines Agility Express. (abril de 2020). *Mejoramos la creación y el despliegue de tu estrategia ágil*. Obtenido de <https://itnove.com/blog/kanban/equipos/los-valores-y-cultura-de-kanban/>

Calleja, P. (26 de Febrero de 2025). *CoCircular propone una solución a los residuos de la construcción*. Obtenido de El País: <https://elpais.com/economia/negocios/2025-02-27/cocircular-propone-una-solucion-a-los-residuos-de-la-construccion.html:contentReference%5Boaicite:5%5D%7Bindex=5%7D>

camacol. (2021). *Consejo Colombiano de construccion sostenible*.

Campo Arranz, R., Dominguez, M., & Raya, V. (septiembre de 2014). *Gestion de proyectos*. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/usta/105623>

Council, G. B. (2021). *INFORME GBCE Y DGNB CONSTRUIR UN MUNDO MEJOR*. España. Obtenido de https://infomadera.net/uploads/descargas/archivo_59_Informe_ODS%20Construcci%C3%B3n%20sostenible.pdf

CRAI USTA Bucaramanga. (2020). *Informe de recursos y servicios bibliográficos*. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás.

Creus Sole, A. (2006). *Instrumentación Industrial*. Mexico: Alfaomega.

Cuenca Gramuntell, J. E. (30 de Mayo de 2024). *Scrum en la Construcción: Agilidad y Flexibilidad en Proyectos Complejos*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/scrum-en-la-construcci%C3%B3n-agilidad-y-flexibilidad-cuenca-gramuntell-x0lhe/>

- De las Heras del Dedo, R., & Álvarez García, A. (2017). *Métodos ágiles: Scrum, Kanban, Lean*. Difusora Larousse - Anaya Multimedia. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/usta/titulos/122933>
- Ehsan, S., & Alavizadeh, S. H. (2021). Ommunication in Agile Projects: A Systematic Review and Future Research Directions. *Project Management Journal*.
- Espinoza, A. (2023). Economía circular: una aproximación a su origen, evolución e importancia como modelo de desarrollo sostenible. *Revista de Economía Institucional*. Obtenido de <https://research-ebsco-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/c/opcxyc/search/details/lhyblqoujn?limiters=None&q=ECONOMIA%20CIRCULAR>
- Forero Cortés, D. C., Rodríguez Castro, L. D., Rodríguez, J. H., Galindo, I., López, A., Celis, P. A., . . . Gil, M. (2023). *Economia circular y negocios verdes una propuesta diferente para emprender*. Bogota: Uniminuto. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/usta/274554>
- Geissdoerfer, M. (1 de Febrero de 2020). <https://www.sciencedirect.com>. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616321023>
- González Farfán, C. (28 de Julio de 2023). *ThermikHaus: los 10 años de la empresa sureña que convierte celulosa reciclada en aislación térmica*. Obtenido de <https://www.paiscircular.cl/economia-circular/thermikhaus-celulosa-aislacion/>
- Green Building Council. (2021). *Informe GBCE y DGNB construir un mundo mejor*. España. Obtenido de https://infomadera.net/uploads/descargas/archivo_59_Informe_ODS%20Construcci%C3%B3n%20sostenible.pdf

- Hernandez Barrera, J. C. (2024). *Oportunidades de economia circular en la construcción. caso de estudio consorcio Guanza*. Repositorio Institucional Uniremington. Obtenido de <https://repositorio.uniremington.edu.co/entities/publication/78fd8790-9b58-4409-9965-6ea3dcd60da7>
- Hernández-Salazar, E., & Beltran, C. A. (2021). *SCRUM, Un enfoque práctico de metodología ágil para la ingeniería de software*. Bogotá.
- Huayana, K. P. (16 de Junio de 2022). <https://konstruedu.com>. Obtenido de <https://konstruedu.com:https://konstruedu.com/es/blog/metodologias-agiles-para-la-gestion-de-proyectos-de-construccion>
- INDEED. (2 de Agosto de 2024). *Sistema Kanban: qué es, principios y prácticas*. (E. E. INDEED, Ed.) Obtenido de <https://www.indeed.com/orientacion-profesional/desarrollo-profesional/kanban-que-es#:~:text=Los%20cuatro%20principios%20clave%20del,liderazgo%20en%20todos%20sus%20niveles>.
- Jaca García, C., León Perfecto, C., & Ormazábal Goenaga, M. (2020). *Guía práctica para implementar la economía circular en las pymes*. Madrid: AENOR. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/usta/161633>
- Landaeta, A. M., Ospina, A., Lizcano, J. D., Arroyave, N., Jiménez, M. A., Ferro, M., . . . Zuluaga, V. (2024). *Esatdo de la construccion sostenible en Colombia 2024*. Bogotá. Obtenido de https://www.cccs.org.co/wp/wp-content/uploads/2024/07/Estado_de_la_Construccion_Sostenible_2024pdf.pdf
- Liu, L., & Miao, H. (November 8-12). A specification based approach to testing polymorphic attributes. *Formal Methods and Software Engineering: Proceedings of the 6th*

International Conference on Formal Engineering Methods, ICFEM 2004. Seattle, WA, USA,.

Lozano, M. (25 de Julio de 2023). *Potenciando la Economía Circular con Scrum: Un Enfoque Ágil para un Futuro Sostenible.* Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/potenciando-la-econom%C3%ADa-circular-con-scrum-un-enfoque-marcela-lozano/>

Martins, J. (2024). ¿Qué es la metodología Kanban y cómo funciona? *OSONO*. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/what-is-kanban>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (junio de 2023). *¿En qué consiste la construcción sostenible?* Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/construccion-sostenible/#:~:text=Las%20edificaciones%20sostenibles%20se%20consideran,dise%C3%B1os%20de%20bioarquitectura%20y%20t%C3%A9cnicas>

Nieto Rodriguez, A. (14 de Noviembre de 2023). *ANR #115: Economía circular: Fundamental para directores de proyectos.* Obtenido de <https://antonionietorodriguez.com/es/circular-economy-projects/>

Pastor, R., & Terrazas, A. (2009). Modelo conceptual para la gestión de proyectos. *Perspectivas*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4259/425942160009.pdf>

Perry, N. (29 de marzo de 2022). <https://phys.org/news/2022-03-trash-kenyan-inventor-plastic-bricks.html>. Obtenido de <https://www.unep.org/youngchampions/bio/2020/africa/nzambi-matee>: <https://phys.org/news/2022-03-trash-kenyan-inventor-plastic-bricks.html>

Porras, C. (17 de febrero de 2017). *Huella Urbana: el negocio de los pisos de llantas reutilizadas*.

Obtenido de <https://imolko.com/2016/02/17/huella-urbana-el-negocio-de-los-pisos-de-llantas-reutilizadas/>

Quiroga Delgado, D. F., & Celis Vargas, J. S. (24 de Enero de 2020). *Planeación financiera 2020-*

2024 de un proyecto de economía circular en la empresa Huella Urbana Ambiental S.A.S, ubicada en la Provincia de Sabana Centro. Universidad de La Sabana. Obtenido de <https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/39496>

Red Hat User Group en Latinoamérica. (19 de Julio de 2022). *Metodología ágil: qué es,*

características e historia. Obtenido de <https://www.redhat.com/es/topics/devops/what-is-agile-methodology#el-origen-del-enfoque-%C3%A1gil>

Rezi, A., & Allam, M. (1995). Techniques in array processing by means of transformations.

Control and Dynamic Systems. 69, 133-180.

Romano Castañeda, C., Linares Triana, E. A., Cabeza Alarcón, M. d., Gaitán Varón, M., &

Sánchez Pico, M. I. (2022). *Guía de materiales para la construccion sostenible*. Bogotá:

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2023/06/Guia-de-materiales-para-la-construccion-sostenible.pdf>

Salgin, B., Arroyo, P., & Ballard, G. (2016). Explorando la relación entre los métodos de diseño

lean y la reducción de residuos de construcción y demolición: tres estudios de caso de

proyectos hospitalarios en California. *Revista ingeniería de construcción* 31 (3). Obtenido

de [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732016000300005&script=sci_arttext&tlng=pt)

[50732016000300005&script=sci_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732016000300005&script=sci_arttext&tlng=pt)

- Sánchez, C. (2021). *Modelos de negocio basados en la economía circular: cómo pueden las empresas pasar de la linealidad a la circularidad*. Naciones Unidas España. Obtenido de <https://observatorio2030.com/sites/default/files/2022-01/Modelos%20de%20negocio%20basados%20en%20la%20econom%C3%ADa%20circular.pdf>
- Schröder, P., Albaladejo, M., Ribas, P. A., MacEwen, M., & Tilkanen, J. (septiembre de 2020). *La economía circular en América Latina y el Caribe Oportunidades para fomentar la resiliencia*. Chatham House.
- Serrano Junco, C. L. (2022). *Metodologías ágiles en las pymes*. Bogotá: Uniminuto. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/usta/231777?page=18>
- Sommerville, I. (2011). *Software Engineering, 9th Edition*. Obtenido de <https://engineering.futureuniversity.com/BOOKS%20FOR%20IT/Software-Engineering-9th-Edition-by-Ian-Sommerville.pdf>
- Sutherland, J. (2020). *The Art of Doing Twice the Work in Half the Time*. Crown Business.
- Sutherland, K. S. (2021). *La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego*. Obtenido de <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-European.pdf>
- Valencia Reyes, S., & Marulanda Echeverry, C. E. (2022). *Economía circular: revisión y estudio*. Universidad Nacional de Colombia.
- Vega, D. (Diciembre de 2024). *Juan Camilo Botero, el emprendedor que está reinventando el concepto de construcción sostenible*. Obtenido de El País: <https://elpais.com/america-colombia/branded/los-lideres-de-colombia/2024-12-05/juan-camilo-botero-el-emprendedor-que-esta-reinventando-el-concepto-de-construccion-sostenible.html>

Wigner, E. P. (2005). Theory of traveling wave optical laser . *Phys. Rev.*, 134, A635-A646.