



Título del proyecto de investigación

Integración de la metodología ágil Kanban en el aprovechamiento de los residuos plásticos y de cartón en la producción de ladrillos ecológicos para la construcción sostenible en el municipio de Mocoa, departamento del Putumayo

Nombres y apellidos completos del autor o autores

Jaramillo Carvajal Tania Isabel
Valencia Valencia Cristian Felipe
Zorro Pérez Carlos Daniel

Docente:

Deivi David Fuentes Doria
PhD en Ciencia: Gerencia

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

25 de junio de 2025

Proyecto de investigación

Integración de la metodología ágil Kanban en el aprovechamiento de los residuos plásticos y de cartón en la producción de ladrillos ecológicos para la construcción sostenible en el municipio de Mocoa, departamento del Putumayo

Nombres y apellidos completos del autor o autores

Jaramillo Carvajal Tania Isabel
Valencia Valencia Cristian Felipe
Zorro Pérez Carlos Daniel

Asesor(a)

Deivi David Fuentes Doria

PhD En ciencia: Gerencia

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

25 de junio de 2025

Tabla de contenido

Lista de tablas.....	5
Lista de ilustraciones.....	6
Lista de anexos.....	7
INTRODUCCIÓN	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1 Pregunta de investigación	12
1.2 Objetivos de investigación	13
1.1.1 Objetivo general.....	13
1.1.2 Objetivos específicos.....	13
1.3 Justificación de la investigación	14
2 MARCO DE REFERENCIA.....	15
2.1 Marco de Antecedentes	15
2.2 Marco Teórico.....	21
2.2.1 Metodología Ágil Kanban.....	21
2.2.2 Residuos plásticos y de cartón como materia prima	21
2.2.3 Ladrillos ecológicos	21
2.2.4 Propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos.....	21
2.2.5 Construcción sostenible	22
2.2.6 Impacto socioeconómico y cultural	22
2.2.7 Proyectos.....	22
2.2.8 Gerencia de proyectos	22
2.2.9 Aplicación de las metodologías ágiles en los proyectos de construcción	22
3. METODOLOGÍA	23
3.1 Enfoque y alcance de la investigación	23
3.2 Población objeto de estudio.	23
3.3 Instrumento	24
3.4 Descripción del procedimiento	24
3.5 Codificación de datos.....	24
3.6 Análisis de la información	25
3.7 Consideraciones éticas.....	26

4	RESULTADOS	27
5	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	33
5.1	Relevancia de los hallazgos	34
6.	CONCLUSIONES	35
7.	RECOMENDACIONES	37
7.1	Acciones claves.....	37
7.2	Líneas futuras de investigación.....	37
7.3	Limitaciones del estudio para futuros investigadores	37
	BIBLIOGRAFÍA	39
	ANEXOS.....	42

Lista de tablas

Tabla 1. Características socioeconómicas de la población investigada.....	27
Tabla 2. Características generales de la población investigada.	28
Tabla 3. Características socioeconómicas de la población investigada usando el software JAMOVl.	29
Tabla 4. Características generales de la población investigada usando el software JAMOVl....	31
Tabla 5. Codificación de datos de la encuesta.	42

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Calculadora de muestra. Autor QuestionPro.2024	23
---	----

Lista de anexos

Anexo 1. Codificación de datos.....	42
Anexo 2. Encuesta.....	44
Anexo 3. Resultados de la encuesta.....	47

RESUMEN

El presente proyecto de investigación propone la integración de la metodología ágil Kanban en la planificación del aprovechamiento de residuos plásticos y de cartón para la fabricación de ladrillos ecológicos como alternativa de construcción sostenible en el municipio de Mocoa, Putumayo. El estudio parte de la problemática ambiental derivada del colapso de las celdas transitorias de residuos y la necesidad urgente de soluciones sostenibles post-tragedia de 2017. A través de un enfoque cuantitativo, se aplicaron 162 encuestas a actores clave del sector construcción, ciudadanos y recicladores. Los resultados muestran una alta aceptación del uso de ladrillos ecológicos (84%) y una percepción favorable sobre su impacto en la reducción de residuos. Aunque solo el 49% conocía la metodología Kanban, el 67% la considera útil para mejorar procesos de planificación. El estudio evidencia que existe un terreno fértil para aplicar metodologías ágiles en proyectos comunitarios y ambientales. Se identifican beneficios como generación de empleo, disminución de costos constructivos, educación ambiental y reducción de la contaminación. Se recomienda desarrollar estrategias educativas que estimulen la participación comunitaria y la apropiación del conocimiento sobre herramientas de gestión como Kanban. Finalmente, se sugieren futuras investigaciones orientadas a validar experimentalmente la resistencia de los ladrillos, evaluar su viabilidad económica y explorar su impacto social en comunidades vulnerables. Este trabajo contribuye a la construcción sostenible, promueve la economía circular y fortalece el vínculo entre innovación tecnológica y desarrollo local.

Palabras claves: Kanban, ladrillos ecologicos, construcción sostenible.

ABSTRACT

This research project proposes the integration of the agile Kanban methodology in planning the reuse of plastic and cardboard waste for the production of eco-friendly bricks as a sustainable construction alternative in Mocoa, Putumayo. The study addresses the environmental issues caused by the collapse of temporary waste cells and the urgent need for sustainable solutions following the 2017 disaster. Using a quantitative approach, 162 surveys were conducted among key stakeholders in the construction sector, citizens, and recyclers. Results show a high acceptance of eco-bricks (84%) and a favorable perception of their impact on waste reduction. Although only 49% were familiar with Kanban, 67% considered it useful for improving planning processes. The study reveals a favorable environment for applying agile methodologies in community-based environmental projects. Reported benefits include job creation, lower construction costs, environmental education, and pollution reduction. It is recommended to develop pedagogical strategies that encourage community participation and promote knowledge

of management tools such as Kanban. Future research should focus on experimentally validating the resistance of eco-bricks, assessing their economic feasibility, and analyzing their social impact on vulnerable communities. This work contributes to sustainable construction, promotes a circular economy, and strengthens the link between technological innovation and local development.

Keys words: Kanban, eco-friendly bricks, sustainable construction.

INTRODUCCIÓN

Con la rapidez que fluctúan los avances tecnológicos, las diferentes metodologías ágiles contribuyen a los gerentes a planificar, ejecutar, monitorear y controlar sus proyectos, sin embargo por muy buenos que sean los beneficios de las tecnologías la sociedad en general se niega a los cambios por ende el nivel de conformidad de los clientes no es el esperado, siendo de esta manera la tecnología con los múltiples software proyectan metodologías ágiles como PMI, PRINCE2, Scrum, Stage Gate, machine learning, inteligencia artificial con el objetivo de organizar tareas, planificar los proyectos, optimizar recursos, para finalmente cumplir con el objetivo del cliente.

Adicionalmente el crecimiento de las actividades humanas en conjunto con los avances tecnológicos ha permitido el uso desmedido de los recursos naturales y la generación de múltiples residuos sólidos que son una problemática para el medio ambiente ocasionando el deterioro de la capa de ozono, el calentamiento global, la deforestación, la desertificación, el aumento de los gases de efecto invernadero alterando la calidad de vida y el equilibrio de los ecosistemas (Huerta y Garcia, 2009).

En este contexto, se ha explorado la metodología ágil Kanban para planificar los procesos, evaluar las tareas y el rendimiento del equipo de trabajo, para reducir la acumulación de los residuos plásticos y de cartón aprovechándolos en la producción y comercialización de ladrillos ecológicos para la construcción sostenible y amigable con el medio ambiente, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible y con el plan nacional de desarrollo (2022-2026) Colombia potencia mundial de la vida en el marco del derecho a la alimentación, ordenamiento del territorio alrededor del recurso hídrico, y una acción climática sostenible en la construcción incluyente. (DNP, 2023).

En términos metodológicos, el proyecto de investigación es de tipo aplicada y se basa en un enfoque cuantitativo; la investigación aplicada se enfoca en soluciones prácticas y específicas, dando lugar a la integración de la metodología ágil Kanban; el enfoque cuantitativo permite evaluar la eficiencia y resistencia de los ladrillos reciclados en la construcción. La investigación se desarrolla en el municipio de Mocoa, departamento del Putumayo, la población a la cual se dirige la investigación es a las personas entre 25 y 55 años debido a que dentro de estos rangos de edad es la población que se dedica a la construcción (Sampieri y Mendoza, 2018).

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una entidad Jurídica de Salud Pública y Medio Ambiente (MASP) de la Universidad de los Andes y Greenpeace Colombia (2019) ejecutaron un estudio en Colombia para determinar la incidencia de la contaminación que generan los residuos plásticos dentro del contexto ambiental y jurídico. El uso masivo de estos residuos ha llevado a generar una problemática mundial e incluyendo múltiples actores; definiendo ampliamente el plástico es un material sintético elaborado principalmente a partir de derivados del petróleo y que por sus compuestos es modificable a la necesidad del cliente.

En términos generales, Colombia produce más de 10.3 toneladas al año de residuos sólidos y se proyecta un promedio de 4.3 kg diario por hogar. La gestión de residuos sólidos en el Putumayo es un asunto de gran incertidumbre puesto que no existen rellenos sanitarios, son 13 municipios que constituyen el departamento del Putumayo, pero estos tienen celdas transitorias, las cuales se llenan rápidamente por el desconocimiento de la población durante el proceso de clasificación de los residuos en la fuente y los debidos procesos de separación en el sitio de los operarios. En la ciudad de Mocoa, constantemente la Corporación (Corpoamazonia) hace cerrar las celdas transitorias puesto que están colapsadas y generan malos olores, aves de rapiña, insectos, plagas y demás que afectan a las comunidades aledañas (Putumayo, 2024).

La metodología Kanban es una herramienta que permitirá una excelente planificación durante el proceso del aprovechamiento de residuos plásticos y de cartón en la producción y comercialización de ladrillos ecológicos como una alternativa de construcción sostenible en el municipio de Mocoa, departamento del Putumayo, con el objetivo de priorizar las actividades que generen valor y optimizar recursos.

En respuesta a esta grave problemática se está integrando la metodología ágil Kanban para optimizar procesos, planificarlos, evaluar y controlar el proyecto de aprovechamiento de los residuos plásticos y de cartón que son los generadores de grandes volúmenes en los rellenos sanitarios, la producción de ladrillos ecológicos promueven opciones económicas y sostenibles para la construcción teniendo en cuenta que son aisladores térmicos y acústicos, resistentes a la abrasión y a el fuego, su peso es bajo en comparación a los ladrillos convencionales, se adaptan fácilmente al diseño estructural que desee el cliente, son sismorresistentes.

1.1 Pregunta de investigación

¿Cómo se puede integrar la metodología ágil Kanban para el aprovechamiento de residuos plásticos y de cartón en la producción y comercialización de ladrillos ecológicos como una alternativa de construcción sostenible en el municipio de Mocoa, departamento del Putumayo?

1.1 Objetivos de investigación

1.1.1 Objetivo general

Proponer la integración de la metodología ágil Kanban en el aprovechamiento de residuos plásticos y de cartón en la producción y comercialización de ladrillos ecológicos como una alternativa de construcción sostenible en el municipio de Mocoa, departamento del Putumayo.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analizar la situación actual de la planificación en el aprovechamiento de residuos plásticos y de cartón en la producción de ladrillos ecológicos para fortalecer el proceso mediante la metodología ágil Kanban.
- Realizar un diagnóstico que permita analizar qué tan eficiente puede ser la metodología Kanban en el aprovechamiento de residuos sólidos en la producción de ladrillos ecológicos.
- Elaborar una estrategia pedagógica con el fin de fortalecer el aprovechamiento de los residuos plásticos y de cartón en la producción de ladrillos ecológicos mediante la metodología ágil Kanban.

1.2 Justificación de la investigación

Después de la noche del 31 de marzo del 2017; la tragedia de Mocoa, las fuertes lluvias del presente día ocasionaron una avenida torrencial acabando con vidas humanas, daños en infraestructura, familias destruidas económicamente y psicológicamente por el quebranto del 90% de sus hogares, la economía del municipio no se ha podido recuperar y muchas familias carecen de viviendas dignas, frente a esta situación es indispensable articular el uso de nuevas tecnologías con soluciones ambientales sostenibles.

Frente a este contexto la tecnología aporta un sin número de software con múltiples metodologías con el fin de mejorar la eficiencia operativa dentro de las organizaciones ya que el auge de la inteligencia artificial facilita los métodos y la manera de gobernanza sin embargo el municipio de Mocoa atraviesa una problemática de contaminación generando un descontento en la comunidad local y visitantes ya que por el colapso de las celdas transitorias del municipio se presentan los residuos en las calles y vías aledañas, los ríos que son muy apetecidos por los turistas son propensos a este tipo de contaminantes. En este contexto es urgente encontrar alternativas confiables y certeras para la reducción de los residuos plásticos y de cartón en los diferentes sectores del municipio de Mocoa, departamento del Putumayo.

Finalmente, integrar la metodología ágil Kanban en este proyecto busca planificar bien los procesos para dar una puesta en marcha del proyecto y generar dinamización en la economía del municipio, sensibilizar a la población y a los actores de la construcción sobre la importancia de hacer construcciones sostenibles y amigables con el medio para minimizar la producción de CO₂ (dióxido de carbono), GEI (gases de efecto invernadero); esto se logra con el uso de residuos plásticos y de cartón en la producción de ladrillos ecológicos, alternativas que cambiaran el planeta. De esta manera el proyecto se alinea a los objetivos de desarrollo sostenible y la política nacional (Colombia potencia mundial de la vida). Esta iniciativa contribuirá a la economía del sector, mitigación de los problemas ambientales y a la cultura de innovación y construcción sostenible del municipio de Mocoa, departamento del Putumayo.

2 MARCO DE REFERENCIA

2.1 Marco de Antecedentes

La investigación presenta algunos estudios importantes de resaltar tales como el trabajo desarrollado por Romo, (2023). Se enfocó en la evaluación del manejo de los residuos sólidos en una vereda llamada Planadas del municipio de Mocoa – Putumayo, en el año 2023. Este estudio tuvo como propósito analizar el plan de inversión implementado en la vereda Las Planadas, municipio de Mocoa (Putumayo), en 2023, para incentivar el manejo adecuado de los residuos sólidos generados por la comunidad, especialmente tras el crecimiento poblacional provocado por la avenida torrencial del 31 de marzo de 2017. Se usó una metodología de tipo cualitativo, con enfoque participativo. Se realizaron actividades de sensibilización ambiental dirigidas a la comunidad, incluyendo la elaboración de materiales didácticos como plegables informativos sobre la clasificación, separación y reutilización de residuos. Las actividades desarrolladas permitieron mejorar la conciencia ambiental y aumentaron los conocimientos de los habitantes sobre la gestión adecuada de los residuos.

Asimismo, Martínez y Orozco (2023). Incentivaron el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de las instituciones educativas Ciudad Mocoa y Santa María Goretti, de Mocoa Putumayo. Este estudio tuvo como objetivo fortalecer el pensamiento crítico en estudiantes de grado sexto de las instituciones educativas Ciudad Mocoa y Santa María Goretti, promoviendo al mismo tiempo una conciencia ambiental enfocada en el manejo adecuado de residuos sólidos. La investigación adoptó un enfoque cualitativo, con la implementación de estrategias pedagógicas y actividades formativas diseñadas para desarrollar habilidades de pensamiento crítico.

En complemento a lo anterior, Arboleda et al. (2022). Proyecto Escolar Ambiental (PRAE): consistió en una implementación de estrategia pedagógica de sensibilización y cuidado del medio ambiente para la Institución Educativa Pío XII del municipio de Mocoa (Putumayo). Este estudio tuvo como objetivo diseñar una estrategia apoyada en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), con el fin de fortalecer el Proyecto Escolar Ambiental (PRAE) en la Institución Educativa Pío XII del municipio de Mocoa, promoviendo la sensibilización ambiental tanto en la comunidad educativa como en los habitantes del entorno. Para lograr este propósito, se implementó una metodología cualitativa que integró la creación de narrativas digitales como herramienta principal para comunicar problemáticas ambientales locales.

En consecuencia, se concluyó que la implementación de estrategias pedagógicas mediadas por tecnología puede potenciar la educación ambiental en entornos escolares, especialmente

cuando se articulan con iniciativas como el PRAE y se integran a los contextos sociales de los estudiantes. Por ello, se recomienda replicar este tipo de estrategias en otras instituciones educativas, capacitando a los profesores en el uso de herramientas TIC y fortaleciendo el vínculo entre escuela y comunidad para fomentar una conciencia ambiental más amplia. Sin embargo, una limitación del estudio fue su aplicación a una única institución educativa, lo cual restringe la posibilidad de generalizar los resultados. Además, el nivel de apropiación tecnológica por parte de algunos actores educativos fue desigual, lo que generó barreras iniciales en el proceso.

Siguiendo con las iniciativas orientadas a la sostenibilidad, Insaurralde (2023). Materiales sustentables para la construcción: elaboración de ladrillo ecológico Natublock. Este estudio tuvo como objetivo socializar y concientizar a la población sobre la importancia de desarrollar alternativas innovadoras para una construcción sostenible, mediante la elaboración de ladrillos ecológicos denominados Natublock, fabricados sin cocción y con residuos provenientes de aserraderos. Con ese propósito, se aplicó una metodología de investigación aplicada, basada en el diseño y experimentación de prototipos de ladrillos ecológicos. El enfoque estuvo centrado en valorar la viabilidad técnica y ambiental de producir estos bloques, reduciendo la emisión de dióxido de carbono (CO₂) asociada a los procesos tradicionales de cocción.

A partir de los resultados, se comprobó que el ladrillo Natublock no solo es más amigable con el ambiente, sino también más económico que los ladrillos convencionales, lo cual facilita su acceso por parte de sectores vulnerables. Además, se identificó un alto potencial de vinculación con las industrias maderera y ladrillera del norte argentino, promoviendo una articulación regional para su producción y uso. Por ende, se concluyó que este tipo de materiales representa una solución viable para disminuir el impacto ambiental del sector construcción, al tiempo que se promueve la inclusión social y el aprovechamiento de residuos industriales.

En la misma línea de innovación en materiales sostenibles, Gareca et al. (2020). Se desarrolla un material nuevo sustentable para la elaboración de ladrillos ecológicos a base de residuos inorgánicos. Este estudio tuvo como objetivo elaborar ladrillos ecológicos a partir de residuos inorgánicos, como una alternativa sustentable para la arquitectura en la ciudad de Sucre (Bolivia), contribuyendo a la disminución de la contaminación ambiental derivada de la construcción tradicional. Para alcanzar este objetivo, se aplicó una metodología experimental que consistió en explorar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos producidos con dichos residuos. Posteriormente, se identificó un proceso de fabricación que optimiza el uso de materiales inorgánicos, manteniendo la resistencia y funcionalidad necesarias para su uso estructural.

Como resultado, se logró validar la viabilidad técnica del ladrillo ecológico, destacando su capacidad de soportar cargas adecuadas para construcciones urbanas, y su potencial para mitigar el impacto ambiental negativo del sector construcción al reutilizar materiales de desecho. Por consiguiente, el estudio concluye que esta innovación representa un avance importante hacia la sostenibilidad urbana, al ofrecer una alternativa arquitectónica que combina funcionalidad, bajo impacto ambiental y reutilización de residuos. A partir de estas conclusiones, se recomienda fomentar investigaciones adicionales en otros contextos urbanos, así como apoyar políticas de reciclaje y construcción verde que integren este tipo de materiales en los proyectos de infraestructura pública y privada. Sin embargo, el estudio presenta una limitación debido a que se realizaron ensayos en condiciones ideales de laboratorio, por lo que aún se requiere evaluar el comportamiento del ladrillo ecológico en condiciones reales de uso y en diferentes entornos climáticos.

Continuando con las propuestas enfocadas en la sostenibilidad constructiva, López et al. (2020). Nace un modelo de costeo para la construcción de viviendas sustentables en base a material reciclable. Este estudio tuvo como objetivo implementar un modelo de costeo para la construcción de viviendas sustentables utilizando materiales reciclables. El proyecto, impulsado por la Universidad Católica de Cuenca, responde a la necesidad de ofrecer soluciones habitacionales accesibles para poblaciones vulnerables, al mismo tiempo que promueve prácticas respetuosas con el medio ambiente. Para cumplir con este propósito, se diseñó una metodología que integró el análisis de costos, la eficiencia en el uso de recursos (energía, agua, tiempo) y la viabilidad de materiales reciclados como alternativa en procesos constructivos.

Además el enfoque fue tanto económico como ambiental, evaluando el impacto positivo de estas construcciones en la reducción del calentamiento global. Los resultados obtenidos demostraron que es posible construir viviendas de bajo costo sin sacrificar calidad ni sostenibilidad. El modelo permitió identificar estrategias de ahorro en la ejecución de obras, al tiempo que se optimizaban los recursos y se fomentaba el uso de materiales reutilizables.

En consecuencia, el estudio concluyó que una adecuada planificación financiera basada en modelos de costeo sustentables puede facilitar el acceso a la vivienda digna y ecológica para sectores socialmente marginados, contribuyendo al desarrollo urbano inclusivo y ambientalmente responsable. A partir de esta experiencia, se recomienda aplicar este modelo en políticas públicas de vivienda social, así como promover alianzas entre universidades, gobiernos locales y comunidades para replicar la estrategia en diferentes contextos territoriales. No obstante, una limitación radica en que los datos fueron obtenidos en una región específica (Cuenca, Ecuador),

por lo que su aplicabilidad en otras regiones requiere ajustes a las condiciones económicas, sociales y climáticas locales.

Complementando las propuestas orientadas a la sostenibilidad e innovación en materiales de edificación, Ampuero y Romero (2020). Características físicas y mecánicas de ladrillos ecológicos hechos a base de material reciclado (plástico PET) para construcción: una revisión. Este estudio tuvo como objetivo implementar una revisión sistemática de 20 investigaciones que analizan la creación y producción de ladrillos ecológicos fabricados a partir de plástico reciclado tipo PET, uno de los residuos más abundantes a nivel mundial. Con este propósito, se desarrolló una revisión bibliográfica que incluyó investigaciones publicadas en distintas regiones, enfocándose en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos producidos con PET.

Además, se examinaron dos normas internacionales para comparar los parámetros técnicos requeridos para su uso en el sector construcción. Como resultado, se identificaron propiedades relevantes de este tipo de ladrillos, como la resistencia a la compresión, la durabilidad, el índice de absorción, la densidad y el aislamiento térmico. Estos parámetros permiten examinar la factibilidad de los ladrillos PET como alternativa real frente a materiales tradicionales, sobre todo en zonas donde el reciclaje y la economía circular son prioritarios.

En consecuencia, el estudio concluye que los ladrillos a base de PET presentan un potencial significativo para la industria de la construcción, especialmente en contextos urbanos y rurales que requieren soluciones sostenibles, accesibles y técnicamente confiables. A partir de estas conclusiones, se recomienda seguir avanzando en investigaciones experimentales que validen el comportamiento de estos materiales en condiciones reales, así como fomentar políticas de reciclaje que faciliten su integración en los sistemas productivos de la construcción. No obstante, una limitación destacada del estudio es que, al tratarse de una revisión documental, los resultados dependen de la calidad y contexto de los estudios incluidos, por lo que se requiere validación empírica adicional en proyectos piloto.

En la misma línea de investigación sobre materiales constructivos sostenibles, Baldeon (2024). Fabricación de ladrillos ecológicos con residuos de construcción y demolición para su empleo en la mampostería ordinaria. Este estudio tuvo como objetivo reutilizar residuos generados en procesos de construcción y demolición para la fabricación de ladrillos ecológicos, buscando cumplir con los estándares de calidad establecidos en la Norma Técnica Peruana. Para alcanzar este objetivo, se desarrolló una investigación aplicada en la que se procesaron diversos tipos de residuos (como fragmentos de concreto, ladrillo, cerámica y mortero) con el fin de integrarlos

como materia prima para nuevos elementos de mampostería. Se llevaron a cabo ensayos físicos y mecánicos para verificar su desempeño estructural y funcional.

Asimismo los resultados del estudio indicaron que los ladrillos elaborados a partir de residuos de construcción no solo cumplen con las propiedades necesarias para su uso en mampostería ordinaria, sino que además representan una solución viable para reducir el volumen de desechos depositados en botaderos o espacios urbanos. A partir de estos hallazgos, se concluye que el uso de residuos de construcción como insumo en la fabricación de ladrillos ecológicos es una alternativa efectiva para promover una economía circular dentro del sector constructivo, fomentando la sostenibilidad ambiental sin comprometer la calidad estructural de los materiales.

En consecuencia, se recomienda impulsar la reglamentación y estandarización del uso de residuos en procesos productivos en el rubro de la construcción, así como realizar capacitaciones dirigidas a constructores y productores de materiales. No obstante, una de las principales limitaciones del estudio radica en que se evaluaron materiales bajo condiciones controladas de laboratorio, por lo cual se sugiere realizar pruebas a mayor escala y en diferentes entornos climáticos y geográficos.

Por otro lado, Morelos et al. (2023). Evolution of Construction Project Management in the Application of the PMI Standard and Agile Methodologies. Este estudio tuvo como objetivo analizar la evolución de la gestión de proyectos de construcción en Colombia a partir de la aplicación de metodologías tradicionales como el estándar PMI (Project Management Institute) y metodologías ágiles, con el fin de abordar las falencias comunes en el control y ejecución de obras en este sector. Con este fin, se empleó una metodología de análisis descriptivo y comparativo, en la que se revisó el ciclo de vida de los proyectos constructivos, desglosando sus etapas para identificar los beneficios del uso de enfoques estructurados en la planificación, ejecución y seguimiento de actividades.

Entre los principales hallazgos, se identificó que la implementación del estándar PMI facilita la organización detallada de tareas y recursos, mientras que las metodologías ágiles aportan flexibilidad y capacidad de adaptación frente a cambios imprevistos, especialmente en entornos complejos y variables como los que enfrenta el sector de la construcción en Colombia. A partir de este análisis, se concluye que una combinación estratégica entre PMI y metodologías ágiles puede optimizar la gestión de proyectos, mejorar los tiempos de entrega y reducir errores derivados de una planificación deficiente o de la falta de adaptación al entorno.

En este sentido, se recomienda formar a los equipos de trabajo en ambas metodologías, e incorporar herramientas digitales de gestión colaborativa para facilitar la implementación práctica de estos modelos en los diferentes tipos de obras. Sin embargo, el estudio se limita a un enfoque teórico y contextual, por lo que se requiere realizar investigaciones aplicadas que evalúen en campo los resultados reales de combinar ambos enfoques en proyectos constructivos específicos.

Finalmente, profundizando en el enfoque de mejora en la gestión de proyectos de construcción, Vásquez y Bazan (2024). Propuesta de una guía técnica para mejorar la planificación en la etapa de diseño de estructuras en centros de salud a través de la metodología Kanban con el uso de herramientas colaborativas. Este estudio tuvo como objetivo diseñar una guía técnica para optimizar la planificación durante la etapa de diseño estructural en centros de salud, haciendo uso de la metodología Kanban y la herramienta colaborativa Trello. La propuesta busca enfrentar problemáticas recurrentes como los sobrecostos y los retrasos en los cronogramas.

Para tal fin, se realizó un estudio de caso en tres centros de salud, donde se identificaron los principales cuellos de botella y deficiencias en la planificación de las fases iniciales de diseño. Posteriormente, se implementó una propuesta metodológica basada en Kanban, orientada a gestionar de forma visual y eficiente las tareas pendientes, en proceso y finalizadas, facilitando así la toma de decisiones. Los resultados del estudio evidenciaron que el uso de herramientas colaborativas como Trello, en combinación con Kanban, permite una mayor transparencia en el seguimiento de actividades, mejor comunicación entre los equipos, y una reducción notable de errores y reprocesos durante la fase de diseño.

Por lo tanto, se concluye que la planificación visual mediante tableros Kanban mejora significativamente la gestión de tiempos y recursos en los proyectos de infraestructura en salud, lo cual puede traducirse en menores costos y mejores condiciones para el cumplimiento de plazos. De esta manera, se recomienda integrar esta metodología en las etapas tempranas de proyectos similares, capacitando a los actores del diseño estructural en el uso de plataformas colaborativas que promuevan la organización y trazabilidad del trabajo. Sin embargo, la principal limitación del estudio radica en su aplicación en un número reducido de casos, lo cual restringe la generalización de los resultados. Se sugiere validar la guía técnica en diferentes tipos de proyectos y entornos institucionales.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Metodología Ágil Kanban

La metodología Kanban es una técnica de gestión visual utilizada para optimizar el flujo de trabajo y aumentar la eficiencia en la planificación de tareas. Originada en el sistema de producción de Toyota, Kanban se basa en la visualización del trabajo a través de tableros que permiten identificar cuellos de botella, gestionar el tiempo y mejorar la productividad de los equipos (Anderson, 2010). En proyectos de innovación y sostenibilidad, como la fabricación de materiales alternativos, su implementación contribuye a una planificación más clara y adaptativa frente a los cambios.

2.2.2 Residuos plásticos y de cartón como materia prima

Los residuos sólidos como el plástico PET y el cartón representan un grave problema ambiental debido a su volumen y baja tasa de biodegradabilidad. Diversos estudios han propuesto su reutilización como materia prima para la fabricación de materiales de construcción, como los ladrillos ecológicos, con el objetivo de disminuir el impacto ambiental y fomentar la economía circular (Ampuero & Romero, 2020). Estos materiales, una vez procesados adecuadamente, pueden presentar características físicas aceptables para su uso en obras civiles.

2.2.3 Ladrillos ecológicos

Los ladrillos ecológicos son unidades constructivas elaboradas a partir de materiales reciclados o naturales no cocidos, lo cual reduce significativamente la emisión de dióxido de carbono (CO₂) durante su fabricación. Estos pueden estar compuestos de residuos industriales, agrícolas o urbanos, como PET, cartón, ceniza volante o escombros de construcción, y deben cumplir parámetros establecidos de resistencia, durabilidad y absorción para su empleo en estructuras habitacionales (Gareca et al., 2020).

2.2.4 Propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos

Las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos son esenciales para su validación estructural. Entre las más importantes se encuentran la resistencia a la compresión, la absorción de agua, la densidad aparente y el aislamiento térmico. Estas características aseguran que el ladrillo cumpla con las normas técnicas requeridas para ser utilizado en la construcción de viviendas u otras estructuras (Torres Baldeon, 2024). Evaluar estas propiedades permite determinar la viabilidad del material frente a condiciones reales de uso.

2.2.5 Construcción sostenible

La construcción sostenible es un enfoque integral que considera el impacto ambiental, social y económico en todo el ciclo de vida de una edificación. Su propósito es reducir el consumo de recursos naturales, minimizar los residuos, y mejorar la calidad de vida de los ocupantes mediante prácticas responsables (López et al., 2020). El uso de materiales reciclados, como ladrillos ecológicos, es una de las estrategias clave para avanzar hacia modelos constructivos más amigables con el medio ambiente.

2.2.6 Impacto socioeconómico y cultural

Además de los beneficios ambientales, la incorporación de materiales ecológicos y metodologías de innovación como Kanban tiene un impacto positivo en las economías locales. En el caso del municipio de Mocoa, esta iniciativa puede incentivar la economía circular, generar empleo, reducir los costos constructivos y fomentar una cultura de sostenibilidad entre los habitantes (Insaurralde, 2023). La educación ambiental y la participación comunitaria son fundamentales para consolidar este cambio cultural.

2.2.7 Proyectos

Moreno Sánchez y Velosa (2019), definen los proyectos como un grupo de actividades que están enfocadas a cumplir un objetivo específico teniendo en cuenta los alcances técnicos, tecnológicos, humanos, económicos y financieros.

2.2.8 Gerencia de proyectos

Para Agualimpia y Zapata (2022), la gerencia de proyectos ha evolucionado significativamente que el gerente de los proyectos debe estar enfocado en la cadena de valor de los productos o servicios que oferta con el fin de generar sostenibilidad al proyecto y que su ciclo de vida siga en pie. Para que los proyectos se concluyan de manera exitosa debe existir un compromiso profundo de todos los colaboradores, esto con el fin de optimizar recursos y cumplir con un producto de calidad. (Hernandez, 2012)

2.2.9 Aplicación de las metodologías ágiles en los proyectos de construcción

Las metodologías ágiles traen consigo múltiples beneficios que aplicándolos a los proyectos de construcción facilitaran procesos, se tendrá un correcto seguimiento y control de las actividades, la evaluación del personal será significativo, la optimización de tiempo y recursos serán fundamentales. De acuerdo con Monroy (2022), estas metodologías permiten al gerente del proyecto y a sus colaboradores agilizar con los procesos constructivos y cumplir con los requisitos pactados con el cliente.

3. METODOLOGÍA

3.1 Enfoque y alcance de la investigación

La presente investigación se relaciona con un alcance correlacional-explicativo ya que busca relacionar la implementación de la metodología ágil Kanban dentro de la producción de ladrillos ecológicos y se explica cómo esta metodología logra impactar el proyecto dentro de la etapa de planificación y la optimización de recursos y tiempo en cada uno de sus procesos. En términos metodológicos, el proyecto de investigación es de tipo aplicada y se basa en un enfoque cuantitativo; la investigación aplicada se orienta en resolver problemas prácticos y específicos, en este caso la integración de la metodología ágil Kanban; el enfoque cuantitativo permite evaluar la eficiencia y resistencia de los ladrillos reciclados en la construcción (Sampieri y Mendoza, 2018).

3.2 Población objeto de estudio.

Teniendo en cuenta a Sampieri (2014) toda investigación debe ser transparente y esto se logra si el investigador delimita con claridad la población objeto de estudio y se hace explícito el proceso de selección de la muestra; para el proceso cuantitativo la muestra se tomara una muestra sobre la población total del municipio se focalizará a las personas entre 25 y 55 años que son aquellas personas que se encuentran inmersas en el tema constructivo y tienen amplio conocimiento de los procesos de innovación y nuevas tendencias de materiales en el mercado. Para seleccionar la muestra nos ayudamos con la calculadora de QuestionPro con un nivel de confianza del 95% un margen de error del 7 para un tamaño de muestra de 162 habitantes.



The image shows a screenshot of the 'Calculadora de muestra' (Sample Size Calculator) interface from QuestionPro. The interface is light blue and contains the following elements:

- Calculadora de muestra**: Title of the calculator.
- Nivel de confianza:** Radio buttons for 95% (selected) and 99%.
- Margen de Error:** Input field containing the value 7.
- Población:** Input field containing the value 64807.
- Limpiar**: A yellow button to clear the inputs.
- Calcular Muestra**: A blue button to calculate the sample size.
- Tamaño de Muestra:** Output field containing the calculated value 162.

Ilustración 1. Calculadora de muestra. Autor QuestionPro.2025

3.3 Instrumento

Para la recolección de datos cuantitativos el método más práctico y sólido que se abordará es una encuesta compuesta por 15 preguntas con selección múltiple; transferida por medios tecnológicos como mensaje directo vía WhatsApp; los datos se analizarán a través del software JAMOVI (Hernández & Mendoza, 2018) esto con el objetivo de recolectar información con validez, la información que se recolecta es con el ánimo de entender y comprender y poder dar respuesta al planteamiento del problema generando conocimiento. Para Fakis, Hilliam, Stoneley y Townend, 2013 y Axinn y Perace, 2006) muchos de los datos recolectados se codifican con números y también como texto transformándolos de cuantitativos a cualitativos y viceversa de manera que los programas como SPSS y ATLAS TI y JAMOVI serán herramientas de análisis de datos.

3.4 Descripción del procedimiento

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la encuesta es una de las técnicas más utilizadas en investigaciones cuantitativas para recolectar información directamente de los participantes, permitiendo obtener datos sobre percepciones, actitudes y comportamientos. Asimismo, Creswell y Creswell (2018) señalan que las encuestas son eficaces para recopilar datos estandarizados en poblaciones grandes, especialmente cuando se busca identificar tendencias o describir fenómenos sociales de forma estructurada.

El procedimiento para la recolección de datos se desarrollará de la siguiente manera primero se diseña la encuesta de 15 preguntas cerradas con selección múltiple. La encuesta fue aplicada a través de Microsoft Forms desde el correo institucional de UNIMINUTO, está dirigida a personas entre 25 y 55 años involucradas en actividades relacionadas con la construcción en el municipio de Mocoa, Putumayo, incluyendo maestros de obra, arquitectos, ingenieros, trabajadores de ferreterías y ciudadanos interesados en temas ambientales. Una vez validada la encuesta se distribuirá el link por mensaje de texto vía WhatsApp al grupo poblacional que se desea encuestar.

3.5 Codificación de datos

Para el análisis y codificación de datos se utilizó el software Jamovi, permitiendo el tratamiento tanto de variables continuas como de variables cualitativas nominales, ordinales, dicotómicas y politómicas, de acuerdo con el enfoque de investigación propuesto. Las variables analizadas incluyeron: edad, sexo, estrato socioeconómico, ocupación, tipo de grupo focal, conocimiento de ladrillos ecológicos, percepción sobre reciclaje y sostenibilidad, y familiaridad con la metodología Kanban.

Los datos fueron inicialmente organizados en Microsoft Excel, después de su recolección a través de Microsoft Forms (Outlook institucional de UNIMINUTO). Una vez limpiados, estructurados y validados, fueron importados a Jamovi para su análisis estadístico.

Las variables continuas como la edad se conservaron en su forma numérica original. Las variables cualitativas, como sexo y estrato, fueron codificadas numéricamente: por ejemplo, sexo se codificó como '1' para mujer, '2' para hombre. Para variables dicotómicas como "¿Apoya el uso de ladrillos ecológicos?", se utilizó '1' para Sí y '2' para No. Las variables politómicas y ordinales como nivel de percepción, nivel de conocimiento o grado de acuerdo fueron etiquetadas en rangos definidos, según escalas tipo Likert o categorías establecidas (Dubrovin, Deineha & Yatsenko, 2023).

La codificación se llevó a cabo manualmente dentro de Jamovi para asegurar la precisión, trazabilidad y coherencia en la representación de los datos. Cada categoría fue etiquetada cuidadosamente para facilitar los análisis posteriores y evitar ambigüedades en la interpretación de resultados. Este paso fue clave para asegurar la confiabilidad del análisis.

La validación de la codificación consistió en la revisión detallada de todas las etiquetas asignadas en Jamovi, para confirmar que cada categoría correspondiera correctamente a su variable. En caso de detectar inconsistencias o errores en la codificación, estos fueron corregidos antes de continuar con el análisis estadístico.

Finalmente, con los datos correctamente codificados y validados, se realizaron análisis estadísticos básicos y cruzados en Jamovi para examinar relaciones, tendencias y patrones entre las variables seleccionadas, en función de los objetivos y preguntas de investigación previamente formuladas (Larson-Hall & Mizumoto, 2019).

3.6 Análisis de la información

El análisis de la información recolectada en esta investigación se desarrollará desde un enfoque cuantitativo, utilizando como fuente principal los datos obtenidos a partir de 162 encuestas aplicadas a distintos actores del sector construcción, recicladores y ciudadanía en general del municipio de Mocoa, departamento del Putumayo. Para el procesamiento y análisis estadístico de estos datos, se empleará el software Jamovi, una herramienta de análisis estadístico de código abierto, adecuada para estudios sociales y técnicos que requieren exploración estructurada de variables.

Este enfoque permitirá obtener una comprensión estadística sólida del fenómeno estudiado, facilitando la identificación de patrones, tendencias y posibles factores asociados a la disposición

de la comunidad a participar en procesos de construcción sostenible con materiales reciclables y gestión visual mediante metodologías ágiles como Kanban.

3.7 Consideraciones éticas

En el desarrollo de la presente investigación, se garantizará el cumplimiento de los principios éticos fundamentales en todas las fases del proyecto, especialmente en lo relacionado con la recolección, tratamiento y análisis de datos personales, así como en la interacción directa e indirecta con los participantes.

Previo al proceso de recolección de datos, se informará de manera clara y transparente a todos los participantes sobre el propósito de la investigación, los procedimientos involucrados, el tipo de información que se recopilará y el uso que se dará a dicha información. En el caso de encuestas aplicadas por medios digitales, el consentimiento se obtendrá mediante un formulario en línea que deberá ser aceptado antes de acceder al instrumento.

En todos los casos, se garantizará la confidencialidad de los datos recolectados. Los registros obtenidos a través de las encuestas serán anonimizados, de modo que no contengan información que permita identificar directa o indirectamente a los participantes. Los datos serán almacenados en medios digitales seguros, bajo resguardo del equipo de investigación, y sólo este tendrá acceso a la información original. Los informes y publicaciones derivados del estudio se redactarán de forma agregada, sin exponer identidades individuales ni detalles sensibles.

La utilización de los datos estará restringida exclusivamente a los fines establecidos en el marco del proyecto. En ningún caso se compartirán con terceros ni se utilizarán para propósitos distintos sin el consentimiento explícito y adicional de los participantes. La gestión de los datos cumplirá con la normativa legal vigente en Colombia, y cuando sea aplicable, con estándares internacionales de protección de datos personales, como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) de la Unión Europea.

4 RESULTADOS

A continuación, se organiza y presenta la distribución de las variables sociodemográficas y de percepción ambiental recolectadas a través de la encuesta aplicada a 162 participantes del municipio de Mocoa. La muestra estuvo conformada por un 61 % de hombres y un 39 % de mujeres, con mayor concentración en los grupos etarios de 31 a 40 años (36 %) y 41 a 50 años (31 %). En cuanto a la ocupación o vínculo con el sector, predominan los arquitectos e ingenieros (29 %), seguidos por trabajadores de ferretería (19 %), constructores informales (18 %) y ciudadanos comunes (15 %). Respecto al conocimiento ambiental, el 78 % de los encuestados afirmó conocer el término "ladrillo ecológico", mientras que una amplia mayoría (77 %) consideró como muy importante el aprovechamiento de residuos plásticos y de cartón en procesos constructivos. Estos datos permiten comprender el perfil general de los participantes y su disposición frente a iniciativas de construcción sostenible.

Tabla 1. Características socioeconómicas de la población investigada.

Variables	N = 162
Sexo	
2	99 (61%)
1	63 (39%)
Edad	
25-30	33 (20%)
31-40	58 (36%)
41-50	50 (31%)
51-55	21 (13%)
Grupo que pertenece	
Arquitecto/Ingeniero	47 (29%)
Ciudadano Común	24 (15%)
Constructor informal	29 (18%)
Maestro de Obra	16 (9.9%)
Reciclador	16 (9.9%)
Trabajador de ferretería	30 (19%)
Conocimiento del término "ladrillo ecológico"	
No	35 (22%)
Si	127 (78%)
Importancia de aprovechar residuos plásticos y de cartón en procesos constructivos	
No	15 (9.3%)
SI	23 (14%)
SI.	124 (77%)
El uso de ladrillos ecológicos puede reducir la contaminación en Mocoa	
De acuerdo	17 (10%)
En desacuerdo	16 (9.9%)
No sabe / no responde	9 (5.6%)
Totalmente de acuerdo	120 (74%)
¹ n (%)	

Fuente. Carlos Daniel Zorro Pérez (2025)

El estudio se hizo con 162 personas, donde había más hombres (61%) que mujeres (39%). Esto probablemente se debe a que la mayoría trabaja en construcción, un sector que suele tener más hombres. La mayor parte de los participantes tiene entre 31 y 50 años (67%), es decir, son adultos en edad de trabajar, lo que es importante porque suelen tomar decisiones relacionadas con construcción y medio ambiente. Respecto al uso de residuos plásticos y cartón en construcción, el 91% piensa que es importante aprovecharlos, mostrando una actitud muy positiva hacia prácticas sostenibles. Finalmente, un 84% cree que usar ladrillos ecológicos ayuda a reducir la contaminación en Mocoa. Esto refleja un fuerte apoyo social para impulsar materiales ecológicos y la posibilidad de que estas ideas se implementen con respaldo de la comunidad.

Tabla 2. *Características generales de la población investigada.*

Variables	N = 162
Utilidad de implementar herramientas de planificación visual como Kanban para mejorar procesos en construcción	
Innecesario	27 (17%)
Muy útil	109 (67%)
Poco útil	26 (16%)
Importancia de considerar la organización y planificación en la fabricación de productos sostenibles	
Moderadamente importante	23 (14%)
Muy importante	125 (77%)
Poco importante	14 (8.6%)
Apoyo de una iniciativa local para producir y comercializar ladrillos ecológicos	
No	16 (9.9%)
Si	118 (73%)
Tal vez	28 (17%)
Estos productos podrían generar empleo en la región	
No	19 (12%)
No sabe	16 (9.9%)
Si	127 (78%)
Beneficios cree que traería este proyecto a la comunidad	
Construcción más económica	46 (28%)
Educación ambiental	12 (7.4%)
Generación de empleo	38 (23%)
Mejora del medio ambiente	38 (23%)
Reducción de residuos	28 (17%)
¹ n (%)	

Fuente. Carlos Daniel Zorro Pérez (2025)

Los resultados muestran que la mayoría tiene una buena opinión sobre usar herramientas visuales como Kanban en la construcción. El 67% piensa que sería muy útil, mientras que solo un 17% cree que no es necesario y un 16% lo ve poco útil. Esto indica que hay interés en adoptar métodos visuales para mejorar los procesos, algo clave cuando la eficiencia y la coordinación son importantes. Sobre la importancia de organizar y planificar la fabricación de productos sostenibles, el 77% lo considera “muy importante” y un 14% “moderadamente importante”. Solo el 8.6% piensa que no es tan importante. Finalmente, sobre los beneficios que traería este proyecto, las respuestas fueron variadas: el 28% destacó que la construcción sería más barata, un 23% mencionó la generación de empleo, otro 23% la mejora del medio ambiente, y el 17% la reducción de residuos. La educación ambiental fue mencionada por un 7.4%. Esto muestra que la comunidad ve muchas ventajas, desde ahorrar dinero hasta cuidar el ambiente y aprender más sobre sostenibilidad.

Se presentan los resultados del análisis realizado con un parámetro de comparación se usa la herramienta “cross table” sobre la percepción que tienen las personas frente al uso de materiales reciclables en la elaboración de ladrillos ecológicos que pretende brindar un desarrollo de los objetivos específicos, haciendo uso de un enfoque cualitativo e implementación de una herramienta estadística a través de un software libre “Jamovi”, dependiendo de algunas características sociodemográficas. La muestra fue de 162 personas, clasificadas según si consideraban el ladrillo ecológico como “muy útil”, “poco útil” o “innecesario”. Se analizaron variables de edad, el nivel socioeconómico, si conocían el término “ladrillo ecológico”, y también si creen que aprovechar residuos puede ser relevante en la construcción. Para explorar si existen relaciones entre estas variables se utilizó la prueba de Chi-cuadrado de Pearson, cuyos valores p (p-values) permitieron identificar asociaciones estadísticamente significativas en algunos casos debido a la normalidad $p < 0,05$, aunque no en todos.

Tabla 3. Características socioeconómicas de la población investigada usando el software JAMOVl.

Características	Muy útil (N=109)	Poco útil (N=26)	Innecesario (N=27)	Total (N=162)	p value
Edad					
25-30 años	22.0 (20.2%)	4.0 (15.4%)	7.0 (25.9%)	33.0 (20.4%)	
31-40 años	57.0 (52.3%)	11.0 (42.3%)	11.0 (40.7%)	79.0 (48.8%)	
41-50 años	30.0 (27.5%)	11.0 (42.3%)	9.0 (33.3%)	50.0 (30.9%)	
Nivel socioeconómico					

Bajo		47.0 (43.1%)	3.0 (11.5%)	6.0 (22.2%)	56.0 (34.6%)	
Medio		29.0 (26.6%)	9.0 (34.6%)	3.0 (11.1%)	41.0 (25.3%)	
Alto		19.0 (17.4%)	9.0 (34.6%)	13.0 (48.1%)	41.0 (25.3%)	
Muy alto		14.0 (12.8%)	5.0 (19.2%)	5.0 (18.5%)	24.0 (14.8%)	
Conocimiento del término "ladrillo ecológico"						<0.001 ¹
Si		107.0 (98.2%)	12.0 (46.2%)	7.0 (25.9%)	126.0(77.8%)	
No		2.0 (1.8%)	14.0 (53.8%)	20.0 (74.1%)	36.0 (22.2%)	
Importancia de aprovechar residuos plásticos y de cartón en procesos constructivos						< .001 ¹
Sí, mucho		107.0 (98.2%)	7.0 (26.9%)	9.0 (33.3%)	123.0 75.9%)	
Sí, moderadamente		1.0 (0.9%)	13.0 (50.0%)	9.0 (33.3%)	23.0 (14.2%)	
No		1.0 (0.9%)	6.0 (23.1%)	9.0 (33.3%)	16.0 (9.9%)	
El uso de ladrillos ecológicos puede reducir la contaminación en Mocoa						0.3141
Totalmente de acuerdo	de	90.0 (82.6%)	18.0 (69.2%)	21.0 (77.8%)	129.0(79.6%)	
Totalmente de acuerdo	de	14.0 (12.8%)	6.0 (23.1%)	6.0 (22.2%)	26.0 (16.0%)	
De acuerdo		4.0 (3.7%)	1.0 (3.8%)	0.0 (0.0%)	5.0 (3.1%)	
No sabe / no responde		1.0 (0.9%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	1.0 (0.6%)	
En desacuerdo		0.0 (0.0%)	1.0 (3.8%)	0.0 (0.0%)	1.0 (0.6%)	
Si		61.0 (56.0%)	5.0 (19.2%)	2.0 (7.4%)	68.0 (42.0%)	
A veces		17.0 (15.6%)	14.0 (53.8%)	11.0 (40.7%)	42.0 (25.9%)	
No		31.0 (28.4%)	7.0 (26.9%)	14.0 (51.9%)	52.0 (32.1%)	

1. Pearson's Chi-squared test

Fuente. Cristian Felipe Valencia Valencia (2025)

Los resultados muestran que las personas entre 31 y 40 años son quienes más ven el ladrillo ecológico como algo muy útil. También se nota que quienes tienen un nivel socioeconómico más bajo valoran más este tipo de ladrillo, mientras que las personas con niveles más altos tienden a verlo como poco útil o innecesario. Además, las personas que ya conocían el término "ladrillo

ecológico" y las que creen que es importante aprovechar residuos en la construcción, son las que más lo valoran positivamente. Esto sugiere que cuando la gente sabe más sobre el tema, lo aprecia más. En cambio, aunque muchas personas creen que usar estos ladrillos puede ayudar a reducir la contaminación en Mocoa, esta opinión no está tan relacionada con si lo consideran útil o no. En resumen, el conocimiento del tema y la conciencia ambiental influyen mucho en cómo se percibe el ladrillo ecológico. Por eso, informar más a la gente podría ayudar a que se valore mejor su uso.

Tabla 4. Características generales de la población investigada usando el software JAMOVI.

Características	Si (N=81)	No (N=81)	Total (N=162)	p value
Edad				
25-30 años	18.0 (22.2%)	15.0 (18.5%)	33.0 (20.4%)	
31-40 años	43.0 (53.1%)	36.0 (44.4%)	79.0 (48.8%)	
41-50 años	20.0 (24.7%)	30.0 (37.0%)	50.0 (30.9%)	
Grupo que pertenece				< 0.001 ¹
Maestro de obra	4.0 (4.9%)	12.0 (14.8%)	16.0 (9.9%)	
Arquitecto / Ingeniero	45.0 (55.6%)	2.0 (2.5%)	47.0 (29.0%)	
Trabajador de ferretería	5.0 (6.2%)	24.0 (29.6%)	29.0 (17.9%)	
Constructor(a) informal	25.0 (30.9%)	29.0 (35.8%)	54.0 (33.3%)	
Reciclador(a)	2.0 (2.5%)	14.0 (17.3%)	16.0 (9.9%)	
Utilidad de implementar herramientas de planificación visual como Kanban para mejorar procesos en construcción				< 0.001 ¹
Muy útil	74.0 (91.4%)	35.0 (43.2%)	109.0 (67.3%)	
Poco útil	4.0 (4.9%)	22.0 (27.2%)	26.0 (16.0%)	
Innecesario	3.0 (3.7%)	24.0 (29.6%)	27.0 (16.7%)	
Beneficios cree que traería este proyecto a la comunidad				0.555 ¹
Generación de empleo	22.0 (27.2%)	16.0 (19.8%)	38.0 (23.5%)	
Reducción de residuos	11.0 (13.6%)	17.0 (21.0%)	28.0 (17.3%)	

Construcción más económica	25.0 (30.9%)	21.0 (25.9%)	46.0 (28.4%)	
Mejora del medio ambiente	18.0 (22.2%)	20.0 (24.7%)	38.0 (23.5%)	
Educación ambiental	5.0 (6.2%)	7.0 (8.6%)	12.0 (7.4%)	
Estos productos podrían generar empleo en la región				< 0.001 ¹
Si	75.0 (92.6%)	50.0 (61.7%)	125.0 (77.2%)	
No	3.0 (3.7%)	16.0 (19.8%)	19.0 (11.7%)	
No sabe	3.0 (3.7%)	15.0 (18.5%)	18.0 (11.1%)	

Fuente. Cristian Felipe Valencia Valencia (2025)

Los resultados demostraron que la mayoría de las personas apoyan el uso de ladrillos ecológicos hechos con residuos creen que usar herramientas como Kanban puede ayudar mucho a organizar mejor el trabajo. Especialmente los arquitectos e ingenieros ven esta herramienta como muy útil. En cambio, quienes no apoyan tanto el proyecto no valora igual a Kanban y muchos no la consideran necesaria. Esto sugiere que, si se quiere aprovechar bien los residuos para hacer ladrillos, enseñar a usar Kanban puede ser una buena forma de mejorar el proceso y hacerlo más eficiente.

5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de los resultados demostro que a partir de las 162 encuestas aplicadas en el municipio de Mocoa, Putumayo, permite construir una visión integral sobre el nivel de conocimiento, percepción y disposición de la población frente al uso de residuos reciclables en la producción de ladrillos ecológicos y la implementación de herramientas de planificación visual como Kanban en el contexto de la construcción sostenible.

En primer lugar, el perfil sociodemográfico de los encuestados evidencia una participación mayoritaria de hombres (61 %) y de personas entre los 31 y 50 años (67 %), es decir, una población activa laboralmente, con potencial incidencia directa en procesos productivos o de toma de decisiones en el ámbito constructivo. Asimismo, los participantes representan una diversidad de sectores, siendo más representativos los arquitectos e ingenieros (29 %), los trabajadores de ferretería (19 %) y los constructores informales (18 %), seguidos por ciudadanos comunes, recicladores y maestros de obra. Esta heterogeneidad garantiza una lectura más completa de la percepción colectiva respecto al proyecto propuesto.

Por otra parte, los datos reflejan un alto nivel de sensibilización ambiental en la comunidad. El 78 % de los encuestados manifestó conocer el término ladrillo ecológico, y de manera aún más significativa, el 77 % considera muy importante el aprovechamiento de residuos plásticos y de cartón en procesos constructivos. Esto sugiere no solo familiaridad con conceptos sostenibles, sino también una predisposición positiva hacia su aplicación práctica. Del mismo modo, la percepción sobre el impacto ambiental del uso de ladrillos ecológicos es altamente favorable: el 74 % de los encuestados se mostró totalmente de acuerdo con la afirmación de que estos productos pueden contribuir a reducir la contaminación en Mocoa. Esta aceptación generalizada refuerza la viabilidad social del proyecto, más allá de sus beneficios técnicos.

Sin embargo, en contraste con este alto nivel de conciencia ambiental, el conocimiento sobre herramientas de planificación como Kanban es limitado: solo el 49.3 % ha escuchado hablar previamente de esta metodología. No obstante, tras una breve explicación, el 66.6 % la calificó como muy útil para mejorar los procesos en construcción, lo cual evidencia una apertura al uso de enfoques modernos y colaborativos que optimicen la organización del trabajo. En ese sentido, la comunidad también reconoce el valor de la planificación estructurada: el 75.9 % de los encuestados considera que la organización y planificación son muy importantes en la fabricación de productos sostenibles.

Por otro lado, la disposición a apoyar iniciativas de producción local también es destacable. El 69.7 % de los encuestados indicó que sí apoyaría una propuesta para fabricar y comercializar

ladrillos ecológicos en la región, y un 76.5 % considera que estos productos podrían generar empleo local. Esta visión se reafirma con los beneficios identificados por los propios participantes: construcción más económica (46 menciones), generación de empleo (37), mejora del medio ambiente (37) y reducción de residuos (28). De este modo, la comunidad no solo percibe ventajas ambientales, sino también impactos sociales y económicos positivos.

En conclusión, los resultados permiten afirmar que existe una base sólida de conocimiento, aceptación y respaldo social hacia proyectos de construcción sostenible con enfoque ambiental en Mocoa. La comunidad reconoce la importancia del reciclaje, la necesidad de planificación eficiente y el potencial transformador de iniciativas como la integración de Kanban en la producción de ladrillos ecológicos. Este escenario representa una oportunidad valiosa para fortalecer la economía circular, fomentar una cultura de innovación local y avanzar hacia un modelo de desarrollo más sostenible e inclusivo en el municipio.

5.1 Relevancia de los hallazgos

Los hallazgos obtenidos en esta investigación son altamente significativos tanto desde una perspectiva social como ambiental y técnica. En primer lugar, el amplio nivel de conocimiento y aceptación del ladrillo ecológico por parte de los participantes refleja una conciencia creciente en la comunidad de Mocoa frente a los desafíos ambientales, particularmente en lo relacionado con la gestión de residuos plásticos y de cartón. Este hallazgo es clave, ya que indica que existe un terreno fértil para la utilización de tecnologías sostenibles en el ámbito de la construcción.

Por otra parte, aunque el conocimiento específico sobre la metodología Kanban es aún limitado, la valoración positiva de su utilidad para mejorar la planificación en procesos constructivos indica una apertura importante hacia la innovación organizativa. Esto resalta la pertinencia de integrar herramientas de gestión visual que optimicen los procesos productivos, incrementen la eficiencia y reduzcan los reprocesos, factores esenciales en cualquier modelo de producción sostenible.

Finalmente, los hallazgos muestran una alta disposición a apoyar y participar en iniciativas locales de producción de ladrillos ecológicos, considerando además su potencial para generar empleo, reducir costos y mejorar el medio ambiente. Estos beneficios percibidos validan la propuesta como una alternativa no solo viable, sino estratégica para el desarrollo sostenible del municipio.

En conjunto, estos hallazgos aportan evidencia empírica clave que puede orientar políticas públicas, decisiones institucionales y proyectos comunitarios, consolidando la construcción sostenible como un camino viable y deseable para Mocoa y la región.

6. CONCLUSIONES

La presente investigación tuvo como propósito principal proponer la integración de la metodología ágil Kanban en el aprovechamiento de residuos plásticos y de cartón para la producción y comercialización de ladrillos ecológicos, como una alternativa sostenible en el contexto constructivo del municipio de Mocoa, departamento del Putumayo. A partir de la aplicación de una encuesta a 162 participantes y del análisis de los datos obtenidos, se alcanzaron hallazgos significativos que permiten evaluar el potencial de esta propuesta desde distintas dimensiones: ambiental, social, técnica y organizacional.

En relación con el primer objetivo específico, que buscaba identificar la situación actual de la planificación en el aprovechamiento de residuos reciclables para la producción de ladrillos ecológicos, los resultados evidencian una percepción crítica sobre los procesos de planificación en el ámbito local. Un porcentaje significativo de los participantes considera que los proyectos constructivos en Mocoa no están bien planificados, lo que revela una necesidad urgente de mejorar la organización, el seguimiento y el control en estos procesos. Esta carencia refuerza la pertinencia de incorporar metodologías ágiles como Kanban, que permiten estructurar y visualizar el flujo de trabajo, identificar cuellos de botella y fomentar una ejecución más eficiente y colaborativa.

En cuanto al segundo objetivo específico, centrado en diagnosticar la eficiencia potencial de la metodología Kanban en el aprovechamiento de residuos sólidos, se identificó una apertura importante a la implementación de herramientas de planificación visual, incluso cuando el conocimiento previo sobre Kanban es limitado entre los participantes. El hecho de que una amplia mayoría considere útil su aplicación en la construcción y reconozca la importancia de la organización en procesos sostenibles, confirma que la metodología tiene un terreno favorable para su adaptación en este tipo de proyectos. Kanban puede convertirse, por tanto, en un instrumento clave para fortalecer la coordinación entre los distintos actores involucrados en la recolección, procesamiento y transformación de residuos, mejorando tanto los tiempos de producción como la calidad del producto final.

Respecto al tercer objetivo específico, que propuso elaborar una estrategia pedagógica para fortalecer el aprovechamiento de residuos mediante la metodología Kanban, los datos muestran una comunidad dispuesta a participar en iniciativas de economía circular, siempre que estén acompañadas de procesos formativos y comunicativos claros. La mayoría de los participantes reconocen la importancia de reducir los residuos, generar empleo y promover prácticas constructivas más económicas y ecológicas. Esto sugiere que cualquier estrategia pedagógica

futura debe basarse en la apropiación comunitaria del conocimiento, en la formación práctica sobre el uso de herramientas como Kanban, y en la creación de alianzas entre instituciones educativas, el sector productivo y la ciudadanía.

De manera transversal, se destaca que el 78 % de los encuestados conoce el concepto de ladrillo ecológico y el 77 % considera muy importante el uso de residuos plásticos cartón en la construcción, lo cual refleja una conciencia ambiental creciente en Mocoa. A su vez, la disposición a comprar, recomendar o apoyar la comercialización de ladrillos ecológicos es alta, lo que valida socialmente la viabilidad de esta propuesta. Además, se reconocen beneficios claros del proyecto, como la reducción de la contaminación, la generación de empleo local, la disminución de costos constructivos y el fomento de una cultura ambiental.

Desde el punto de vista metodológico, el estudio demuestra que herramientas de gestión como Kanban, tradicionalmente aplicadas en industrias tecnológicas, pueden adaptarse eficazmente a contextos locales y a procesos relacionados con la transformación de residuos. Este hallazgo amplía el campo de aplicación de las metodologías ágiles, posicionándolas como herramientas clave para fortalecer la eficiencia, la organización y la productividad en proyectos comunitarios y de bajo presupuesto. Su incorporación no solo optimiza recursos, sino que mejora la articulación entre actores, haciendo más viable la sostenibilidad operativa de emprendimientos sociales.

Finalmente, el estudio aporta elementos valiosos al campo académico y técnico, al generar conocimiento contextualizado sobre cómo implementar estrategias sostenibles y participativas en municipios como Mocoa. Su impacto puede extenderse a otras regiones del país que enfrentan problemáticas similares de mal manejo de residuos, desempleo y baja calidad constructiva. Así, esta investigación no solo responde a una necesidad local, sino que contribuye al debate nacional e internacional sobre desarrollo sostenible, producción limpia y fortalecimiento comunitario desde un enfoque territorial.

7. RECOMENDACIONES

7.1 Acciones claves

A partir de los resultados obtenidos, se recomienda la implementación de una serie de acciones dirigidas a fortalecer el componente social del proyecto y garantizar su sostenibilidad en el tiempo. En primer lugar, es fundamental desarrollar campañas de sensibilización y educación ambiental enfocadas en el manejo adecuado de residuos plásticos y de cartón. Estas iniciativas deben estar orientadas tanto a la comunidad en general como a actores clave del sector construcción, recicladores y jóvenes en edad escolar, con el fin de fomentar una cultura ambiental sólida y compartida.

Asimismo, se sugiere fomentar procesos de formación técnica y metodológica en el uso de herramientas de planificación visual como Kanban. Esto puede lograrse mediante la realización de talleres prácticos y estrategias de acompañamiento comunitario, lo cual permitirá facilitar su adopción en proyectos locales de construcción sostenible.

Finalmente, es pertinente impulsar alianzas con instituciones educativas y centros de formación técnica, de modo que estos proyectos puedan funcionar como laboratorios de aprendizaje en sostenibilidad, innovación y organización productiva. Esto contribuiría a replicar el modelo en otras comunidades que enfrentan problemáticas ambientales similares, fortaleciendo el tejido social y las capacidades locales.

7.2 Líneas futuras de investigación

Durante el desarrollo de la investigación se identificaron diversos vacíos que podrían ser abordados en estudios posteriores, con el propósito de complementar y ampliar el alcance de los resultados obtenidos. Inicialmente, se propone realizar una evaluación experimental de la resistencia y durabilidad de los ladrillos ecológicos fabricados con residuos plásticos y de cartón en condiciones reales de uso. Este análisis permitiría compararlos con materiales tradicionales en distintos contextos climáticos y estructurales, aportando evidencia técnica sobre su viabilidad en proyectos de construcción sostenible.

Por otro lado, resulta relevante investigar modelos de gestión organizacional colaborativa, con el objetivo de explorar cómo la metodología Kanban puede ser adaptada en comunidades con bajo acceso a tecnologías digitales o con estructuras de producción informales. Esto abriría la posibilidad de fortalecer capacidades locales mediante herramientas organizativas accesibles y eficientes.

Finalmente, se sugiere desarrollar análisis del impacto social y ambiental de estas iniciativas a mediano y largo plazo, particularmente en comunidades vulnerables. Este tipo de estudios permitiría profundizar en aspectos relacionados con el empleo, la inclusión social, la cultura ambiental y la reducción efectiva de residuos, consolidando así una base de conocimiento que respalde la continuidad y expansión de proyectos de economía circular en el territorio.

7.3 Limitaciones del estudio para futuros investigadores

Si bien la investigación logró alcanzar sus objetivos planteados, es fundamental considerar algunas limitaciones que deben tenerse en cuenta al momento de replicar o ampliar el estudio en contextos similares. En primer lugar, el enfoque se centró únicamente en el análisis cuantitativo, lo que implicó que no se profundizara en las percepciones individuales, experiencias o posibles resistencias de los actores involucrados. Por lo tanto, se recomienda que futuras investigaciones integren metodologías cualitativas, tales como entrevistas, grupos focales o estudios de caso, que permitan captar una visión más completa y contextualizada del fenómeno.

En segundo lugar, el estudio se llevó a cabo exclusivamente en el municipio de Mocoa, lo que limita la posibilidad de generalizar los resultados a otros territorios del país. Dado que existen diferencias significativas en términos de condiciones socioeconómicas, ambientales e institucionales, es necesario realizar estudios comparativos en otros municipios para validar la aplicabilidad de los hallazgos en diferentes contextos.

Además, la muestra utilizada fue de 162 personas, lo que, si bien proporciona una base importante de información, podría ampliarse en investigaciones futuras con el fin de incluir una representación más diversa, especialmente del sector gubernamental y empresarial. Esto permitiría enriquecer el análisis y generar recomendaciones más integrales y multisectoriales.

Por último, no se llevó a cabo una validación experimental de la producción del ladrillo ecológico utilizando la metodología Kanban en condiciones reales de operación. En consecuencia, la propuesta se mantiene en un nivel teórico y de diagnóstico, dejando abierta la posibilidad de realizar ensayos prácticos y medir su efectividad en campo, aspecto clave para consolidar su viabilidad técnica y su impacto ambiental y social.

BIBLIOGRAFÍA

- Agualimpia, Y., & Zapata, Y. C. (2022). Metodologías y estándares utilizados en la gerencia de proyectos.
- Alessandra Adriana Ampuero Antazu, P. L. (2020). Parámetros físicos y mecánicos de ladrillos ecológicos hechos a base de material reciclado (plástico PET) para Construcción: Una Revisión . *Universidad Peruana Union*, 19.
- Baldeon, A. M. (2024). *Fabricación de ladrillos ecológicos con residuos de construcción y demolición para su empleo en la mampostería ordinaria*. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/15962>
- Becerra, E. D. (2022). *Diagnosis on the application of agile methodologies for the management of construction projects in Colombia*. Obtenido de <https://repositorio.uan.edu.co/server/api/core/bitstreams/f89ba155-b2d6-4648-a66c-956be37db81b/content>
- Bernal, C. (2010). *Metodologia de la invetsigación*. Colombia: Pearson.
- Bloomfield, J., & Fisher, M. J. (2019). Quantitative research design. *International Journal of Nursing Practice*, 25(1), e12704. <https://doi.org/10.1111/ijn.12704>
- Colombia, C. J. (Noviembre de 2019). *Clinica MASP*. Obtenido de <https://clinicamasp.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/Informe-Final-Completo-PI%C3%A1sticos-GREENPEACE.pdf>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Daniel D. Sjoberg, Margie Hannum, Karissa Whiting and Emily C. Zabor (2020). *gtsummary: Presentation-Ready Data Summary and Analytic Result Tables*. [R package]. Retrieved from <https://CRAN.R-project.org/package=gtsummary>.
- DNP. (Mayo de 2023). *Departamento Nacional de Planeacion*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/plan-nacional-de-desarrollo-2022-2026-colombia-potencia-mundial-de-la-vida.pdf>
- Dubrovin, V., Deineha, L., & Yatsenko, A. (2023). Data processing and coding for social research. *Journal of Advanced Research in Social Sciences*, 12(1), 55–68.
- Empresite, C. (2024). *El economista America, Colombia*. Obtenido de <https://empresite.eleconomistaamerica.co/Actividad/EMPRESAS-EN-PUTUMAYO-QUE-TRANSFORMAN-EL-PLASTICO/>
- Gastélum-Escalante, J. (2021). Enfoques en investigación. En *El camino de la investigación* (pp. 40-50). McGraw-Hill.
- Gómez, E., Marcillo, M. M., & Ramírez, N. (2021). Metodologías ágiles para el desarrollo de proyectos.
- Hayes-Larson E, Kezios KL, Mooney SJ, Lovasi G. (2019). Who is in this study, anyway? Guidelines for a useful Table 1.. *J Clin Epidemiol.* [link](#), 114, 125-132.

- Hernandez, M. J. (2012). *Gerencia de proyectos y el Gerente de Proyectos*. Obtenido de Academia Premium:
https://www.academia.edu/100538175/Gerencia_de_proyectos_y_el_Gerente_de_Proyectos_pdf
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P. (2018). Definición del alcance de la investigación en la ruta cuantitativa: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. En *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (pp. 104-121). McGraw-Hill.
- Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P. (2018). La ruta de la investigación cualitativa. En *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (pp. 387-423). McGraw-Hill.
- Hernández, Y. (2020). Cambio climático: causas y consecuencias. *RenovaT*, 38-53.
- Huerta, E. &. (2009). Estrategias de gestión ambiental: una perspectiva de las organizaciones modernas. *CLIO América*, 15-30.
- Insaurralde, J. I. (2023). *Universidad Abierta Interamericana*. Obtenido de <https://dspaceapi.uai.edu.ar/server/api/core/bitstreams/fbfb871e-3443-4085-bf00-a7dfada1f6c9/content>
- Jamieson, M., Govaart, G. H., & Pownall, M. (2023). Best practices for survey design and implementation. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 15(2), 321–338.
- José Morelos Gómez, E. A. (2023). Evolution of Construction Project Management in the Application of the PMI standard and Agile Methodologies. *ANFIBIOS*, 85.
- Larson-Hall, J., & Mizumoto, A. (2019). *Analyzing Linguistic Data: A Practical Guide to Statistics using R, Jamovi, and SPSS*. Routledge.
- Karina Mariuxi López Tinitana, C. I. (2020). Modelo de costeo para la construcción de viviendas sustentables en base a material reciclable . *Dialnet*, 525.
- Kazuki, Y. (2019). *tableone: Create 'Table 1' to Describe Baseline Characteristics*. [R package]. Retrieved from <https://CRAN.R-project.org/package=tableone>.
- Lendínez, L. C. (2019). Kanban. Metodología para aumentar la eficiencia de los procesos. Recuperado 1 de diciembre de 2020, de https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2019/03/ART.-2-TECNO-Ed.-29_Vol. 8_n%C2%BA-1-1.pdf
- Luz Maritza Arboleda Rodríguez, E. D. (2022). *Fundacion Universitaria del Area Andina*. Obtenido de <https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/5681>
- Maquera, R. Q. (2024). Elaboración de ladrillos ecológicos con plástico pet y papel reciclado, como alternativa para la construcción de viviendas en el distrito de llave - 2023. *ALCIRA*, 141.
- Mireya Gareca, M. A. (2020). Nuevo material sustentable: Ladrillos ecológicos a base de residuos inorgánicos. *Ciencia, tecnología e Innovación*, 61.

- Monroy, E. D. (2022). Diagnóstico sobre la aplicación de metodologías ágiles para la gestión de proyectos de construcción en Colombia.
- Moreno, N. A., Sánchez, L. M., & Velosa, J. D. (2019). Introducción a la gerencia de proyectos: conceptos y aplicación.
- Orozco, D. M. (2023). *Universidad Mariana*. Obtenido de <https://repositorio.umariana.edu.co/bitstream/handle/20.500.14112/28248/RAI.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Patiño, J. F., Salgado, M., & Rodríguez, C. Y. (2022). Análisis de las metodologías de gestión de proyectos en el sector construcción en Colombia (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios)
- Putumayo, G. d. (2024). *Gobernación del Putumayo*. Obtenido de <https://www.putumayo.gov.co/index.php/gestion-de-gobierno/datos-abiertos>
- R Core Team (2024). *R: A Language and environment for statistical computing*. (Version 4.4) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from CRAN snapshot 2024-08-07).
- Rivera, C. M. (2021). Estudio de prefactibilidad para la elaboración de ladrillos ecológicos a base de material reciclado PET. *Universidad de Lima*, 173.
- Roberto Hernández Sampieri, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: El planteamiento del problema en la ruta cuantitativa*. McGraw-Hill.
- Romo, L. (2023). *Fundacion Universitaria los Libertadores*. Obtenido de <https://repository.libertadores.edu.co/server/api/core/bitstreams/e0faf527-cbd6-46dd-859d-0bc7ca3ca1d2/content>
- Saiej, F. (2017). *La historia detrás de los ladrillos ecológicos premiados por Google*. Obtenido de jujuyalmomento: <https://www.jujuyalmomento.com/sociedad/la-historia-detras-los-ladrillos-ecologicos-premiados-google-n61121>
- Sarkovaite, J. (2022). Metodología Kanban y herramientas digitales para una gestión ágil en la internacionalización [22 de junio de 2022].
- Serdar Balci (2022). *ClinicoPath jamovi Module doi:10.5281/zenodo.3997188*. [R package]. Retrieved from <https://github.com/sbalci/ClinicoPathJamoviModule>. [link](#).
- The jamovi project (2024). *jamovi*. (Version 2.6) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- Vásquez Duran Edgar, B. T. (2024). *Propuesta de una guía técnica para mejorar la planificación en la etapa de diseño de estructuras en centros de salud a través de la metodología KANBAN con el uso de herramientas colaborativas*. Obtenido de Repositorio academico UPC: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/670319/Vasquez_DE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1. Codificación de datos

Tabla 5. Codificación de datos de la encuesta.

Variable	Concepto	Tipo de variable	Nominal / Ordinal / Continua	Datos / Categorías
1. Sexo	Identidad biológica al nacer	Cualitativa	Nominal / Dicotómica	1. Mujer 2. Hombre
2. Edad	Número de años de vida del encuestado	Cuantitativa	Continua / Ordinal	1. 25-30 años 2. 31-40 años 3. 41-50 años 4. 51-55 años
3. Estrato socioeconómico	Nivel socioeconómico según condiciones de vida	Cualitativa	Ordinal	1. 1 2. 2 3. 3 4. 4 o más
4. ¿A qué grupo pertenece usted?	Sector al que pertenece el encuestado	Cualitativa	Nominal / Politómica	1. Maestro de obra 2. Arquitecto / Ingeniero 3. Trabajador de ferretería 4. Constructor(a) informal 5. Reciclador(a) 6. Ciudadano común
5. ¿Conoce el término "ladrillo ecológico"?	Nivel de conocimiento previo sobre ladrillos sostenibles	Cualitativa	Nominal / Dicotómica	1. Sí 2. No
6. ¿Considera importante aprovechar residuos plásticos y de cartón en procesos constructivos?	Disposición para respaldar el uso de materiales reciclados	Cualitativa	Nominal / Dicotómica	1. Sí, mucho 2. Sí, moderadamente 3. No
7. ¿Compraría o recomendaría ladrillos ecológicos para construcciones sostenibles?	Intención de uso y difusión de la innovación	Cualitativa	Nominal / Politómica	1. Sí 2. Tal vez 3. No
8. ¿Cree que el uso de ladrillos ecológicos puede reducir la contaminación en Mocoa?	Percepción ambiental del impacto del producto	Cualitativa	Ordinal	1. Totalmente de acuerdo 2. De acuerdo 3. En desacuerdo 4. No sabe / no responde

9. ¿Ha escuchado hablar de la metodología Kanban?	Nivel de conocimiento sobre Kanban	Cualitativa	Nominal / Dicotómica	1. Sí 2. No
10. ¿Considera útil implementar herramientas de planificación visual como Kanban para mejorar procesos en construcción?	Valoración de utilidad de herramientas visuales	Cualitativa	Ordinal	1. Muy útil 2. Poco útil 3. Innecesario
11. ¿Qué tan importante considera la organización y planificación en la fabricación de productos sostenibles?	Opinión sobre la planificación organizacional	Cualitativa	Ordinal	1. Muy importante 2. Moderadamente importante 3. Poco importante
12. En su experiencia, ¿los proyectos constructivos en Mocoa están bien planificados?	Opinión sobre la planificación y desarrollo del municipio	Cualitativa	Ordinal	1. Sí 2. A veces 3. No
13. ¿Apoyaría una iniciativa local para producir y comercializar ladrillos ecológicos?	Disposición para involucrarse en proyectos locales sostenibles	Cualitativa	Nominal / Dicotómica	1. Sí 2. Tal vez 3. No
14. ¿Cree que estos productos podrían generar empleo en la región?	Percepción del impacto social de los ladrillos ecológicos	Cualitativa	Nominal / Dicotómica	1. Sí 2. No 3. No sabe
15. ¿Qué beneficios cree que traería este proyecto a la comunidad? (puede marcar más de uno)	Opinión sobre impactos positivos esperados	Cualitativa	Nominal / Politómica (múltiple opción)	1. Generación de empleo 2. Reducción de residuos 3. Construcción más económica 4. Mejora del medio ambiente 5. Educación ambiental

Anexo 2. Encuesta

1. Sexo

Masculino

Femenino

2. Edad

25-30 años

31-40 años

41-50 años

51-55 años

3. Estrato socioeconómico

1

2

3

4 o más

4. ¿A qué grupo pertenece usted?

Maestro de obra

Arquitecto / Ingeniero

Trabajador de ferretería

Constructor(a) informal

Reciclador(a)

Ciudadano común

◆ Percepción sobre reciclaje y construcción sostenible

5. ¿Conoce el término "ladrillo ecológico"?

Sí

No

6. ¿Considera importante aprovechar residuos plásticos y de cartón en procesos constructivos?

Sí, mucho

Sí, moderadamente

No

7. ¿Compraría o recomendaría ladrillos ecológicos para construcciones sostenibles?

Sí

Tal vez

No

8. ¿Cree que el uso de ladrillos ecológicos puede reducir la contaminación en Mocoa?

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

En desacuerdo

No sabe / no responde

◆ Percepción sobre Kanban y gestión de procesos

9. ¿Ha escuchado hablar de la metodología Kanban?

Sí

No

10. ¿Considera útil implementar herramientas de planificación visual como Kanban para mejorar procesos en construcción?

Muy útil

Poco útil

Innecesario

11. ¿Qué tan importante considera la organización y planificación en la fabricación de productos sostenibles?

Muy importante

Moderadamente importante

Poco importante

12. En su experiencia, ¿los proyectos constructivos en Mocoa están bien planificados?

Sí

A veces

No

◆ Impacto esperado

13. ¿Apoyaría una iniciativa local para producir y comercializar ladrillos ecológicos?

Sí

Tal vez

No

14. ¿Cree que estos productos podrían generar empleo en la región?

Sí

No

No sabe

15. ¿Qué beneficios cree que traería este proyecto a la comunidad? (puede marcar más de uno)

Generación de empleo

Reducción de residuos

Construcción más económica

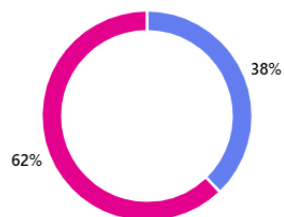
Mejora del medio ambiente

Educación ambiental

Anexo 3. Resultados de la encuesta.

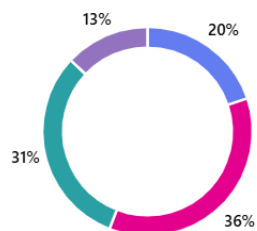
1. Sexo (0 punto)

● MUJER	59
● HOMBRE	97



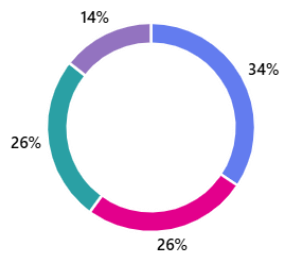
2. Edad (0 punto)

● 25-30 años	32
● 31-40 años	58
● 41-50 años	50
● 51-55 años	21



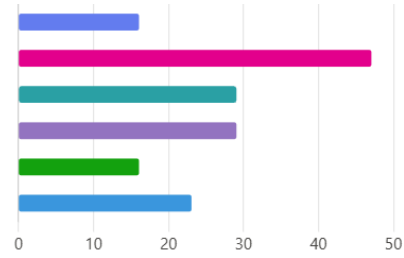
3. Nivel socioeconómico (0 punto)

● 1	55
● 2	41
● 3	41
● 4 o más	23



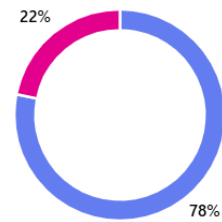
4. ¿A qué grupo pertenece usted? (0 punto)

● Maestro de obra	16
● Arquitecto / Ingeniero	47
● Trabajador de ferretería	29
● Constructor(a) informal	29
● Reciclador(a)	16
● Ciudadano común	23



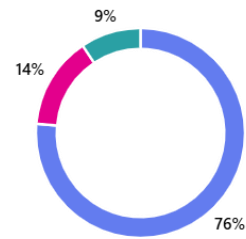
5. ¿Conoce el término "ladrillo ecológico"? (0 punto)

● Si	125
● No	35



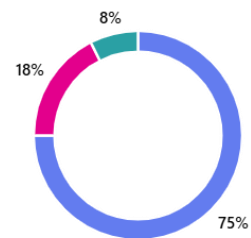
6. ¿Considera importante aprovechar residuos plásticos y de cartón en procesos constructivos? (0 punto)

● Sí, mucho	123
● Sí, moderadamente	23
● No	15



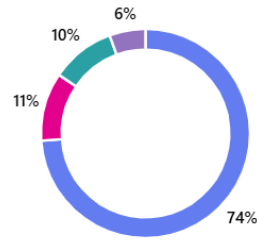
7. ¿Compraría o recomendaría ladrillos ecológicos para construcciones sostenibles? (0 punto)

● Si	120
● Tal vez	28
● No	12



8. ¿Cree que el uso de ladrillos ecológicos puede reducir la contaminación en Mocoa? (0 punto)

● Totalmente de acuerdo	119
● De acuerdo	17
● En desacuerdo	16
● No sabe / no responde	9



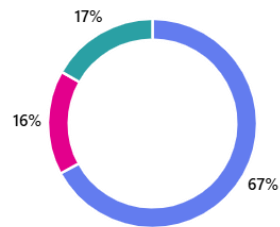
9. ¿Ha escuchado hablar de la metodología Kanban? (0 punto)

● Si	80
● No	81



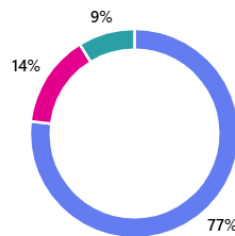
10. ¿Considera útil implementar herramientas de planificación visual como Kanban para mejorar procesos en construcción? (0 punto)

● Muy útil	108
● Poco útil	26
● Innecesario	27



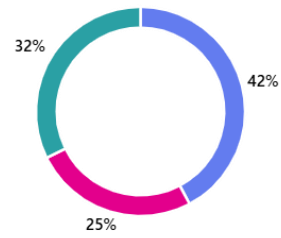
11. ¿Qué tan importante considera la organización y planificación en la fabricación de productos sostenibles? (0 punto)

● Muy importante	123
● Moderadamente importante	23
● Poco importante	14



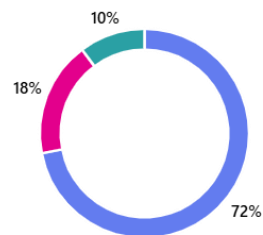
12. En su experiencia, ¿los proyectos constructivos en Mocoa están bien planificados? (0 punto)

●	Si	68
●	A veces	41
●	No	52



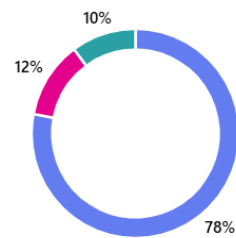
13. ¿Apoyaría una iniciativa local para producir y comercializar ladrillos ecológicos? (0 punto)

●	Si	113
●	Tal vez	28
●	No	16



14. ¿Cree que estos productos podrían generar empleo en la región? (0 punto)

●	Si	124
●	No	19
●	No sabe	16



15. ¿Qué beneficios cree que traería este proyecto a la comunidad? (0 punto)

●	Generación de empleo	37
●	Reducción de residuos	28
●	Construcción más económica	46
●	Mejora del medio ambiente	37
●	Educación ambiental	12

