

CARACTERIZACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES EN LA ELABORACIÓN DE BIOLADRILLOS, ECUADOR

CHARACTERIZATION OF ENVIRONMENTAL ASPECTS AND IMPACTS IN THE PRODUCTION OF BIOBRICKS, ECUADOR

Cedeño, Jessica.*, Galarza, Priscila.*, Freire, Ninoschka.*, & Morejón, Fernando.*

*Universidad Agraria del Ecuador

Autor correspondal: priscila.galarza.montero@uagraria.edu.ec

DOI: [www.doi.org/10.55867/qual31.01](https://doi.org/10.55867/qual31.01)

Como citar (APA): Cedeño Bermeo, J. E. ., Galarza Montero, P., Freire Moran, N. D. ., & Morejon Troya, F. J. . (2026). Caracterización de aspectos e impactos ambientales en la elaboración de bioladrillos, Ecuador. Qualitas Revista Científica, 31(31), 001 - 022. <https://doi.org/10.55867/qual31.01>

Manuscrito recibido el 18 de julio de 2025.

Aceptado para publicación, tras proceso de revisión, el 05 de enero de 2026.

Publicado, el 07 de enero de 2026.

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo caracterizar los aspectos e impactos ambientales asociados al proceso de producción de bioladrillos en Ecuador, con el fin de evaluar su viabilidad como alternativa sostenible frente a los ladrillos tradicionales. Se utilizó un enfoque mixto bajo el paradigma pragmático, combinando métodos cualitativos (observación y entrevistas) y cuantitativos (evaluación con la matriz de doble entrada). La investigación realizada fue aplicada y descriptiva, el lugar donde se realizó el estudio fue la empresa Biofabrik. En el sitio fueron identificados ocho macroprocesos operativos, partiendo desde la obtención de materias primas (aserrín y micelio) hasta el secado y almacenaje del producto terminado. El análisis de aspectos ambientales y la posterior evaluación de impactos ambientales asociados a los mismos indicó que las principales incidencias son las emisiones a la atmosfera y la generación de material particulado, propias de las actividades de uso de maquinarias y manejo del aserrín. Una vez aplicada la matriz de evaluación de impacto ambiental se obtuvo que, de los veintiséis impactos ambientales identificados, veinticuatro son bajos y únicamente dos son de tipo moderado vinculados a la utilización de la mezcladora de concreto. Por lo que se puede concluir que la producción de bioladrillos presenta poca afectación al entorno, lo que incrementa su potencial como alternativa ambientalmente amigable para el sector de la construcción. Sin embargo, se sugiere mejorar los procesos que generen impactos ambientales moderados con alternativas tecnológicas más eficientes y amigables con el medio ambiente. Además, se sugiere establecer sistemas de monitoreo y promover una cultura organizacional orientada a la sostenibilidad.

Palabras clave: bioladrillos, aspectos ambientales, impactos ambientales, producción sostenible, matriz de doble entrada

Abstract

This study aims to characterize the environmental aspects and impacts associated with the biobrick production process in Ecuador, in order to evaluate its viability as a sustainable alternative to traditional bricks. A mixed methodology was employed under the pragmatic paradigm, combining qualitative methods (observation and interviews) and quantitative methods (evaluation using a two-way matrix). The research was applied and descriptive, and the study was conducted at the Biofabrik company. Eight operational macro-processes were identified at the plant, ranging from the acquisition of raw materials (sawdust and mycelium) to the drying and storage of the finished product. The analysis of the environmental aspects and the subsequent evaluation of the associated environmental impacts indicated that the main impacts are atmospheric emissions and particulate matter generation, resulting from the use of machinery and the handling of sawdust. Following the application of the environmental impact assessment matrix, it was found that of the twenty-six environmental impacts identified, twenty-four are low and only two are moderate, both related to the use of the concrete mixer. Therefore, it can be concluded that the production of bio-bricks has a reduced environmental impact, increasing its potential as an

ecological alternative for the construction sector. However, it is suggested that the processes generating moderate environmental impacts be improved through more efficient and environmentally friendly technological alternatives. Furthermore, it is recommended to establish monitoring systems and promote an organizational culture focused on sustainability.

Key words: Biobricks, environmental aspects, environmental impacts, sustainable production, double-entry matrix

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, el sector de la construcción cumple un rol estratégico en la dinamización del aparato productivo nacional. En este sentido, resulta crucial establecer condiciones de estabilidad mediante políticas públicas efectivas, responder a la demanda insatisfecha de vivienda, fortalecer la confianza en el sistema financiero y promover la inversión inmobiliaria como una vía para impulsar la reactivación tanto del sector como de la economía en su conjunto (Díaz--Kovalenko & Barros-Naranjo, 2022). Simultáneamente, hoy en día la sostenibilidad se ha vuelto relevante en Ecuador. Por lo que, es necesario que las distintas empresas garanticen su estabilidad a través del tiempo. Para alcanzar este objetivo las organizaciones deben integrar los pilares del desarrollo sostenible (dimensión ambiental, dimensión económica y dimensión social) (Gutiérrez-Rúa y otros, 2019). La articulación de estas dimensiones ayuda a tener una conexión mayor con las políticas del Ecuador en materia de ambiente, cambio climático y sostenibilidad. En consecuencia, las empresas no deben concebir su gestión exclusivamente desde una lógica económico-financiera, sino también asumir el compromiso de preservar el entorno como espacio social y desarrollar programas que impulsen soluciones colectivas a los desafíos que enfrentan las comunidades (Cardenas y otros, 2019).

En este contexto, resulta imprescindible desarrollar materiales alternativos que promuevan la sostenibilidad en el sector de la construcción (Hernández-Zamora y otros, 2021). Uno de los materiales más utilizados en esta industria es el ladrillo, el cual ha sido objeto de numerosas investigaciones orientadas a encontrar opciones más eficientes y sostenibles (Roux y otros, 2015; Gareca y otros, 2020). Dentro de los estudios más innovadores se presentan los ladrillos elaborados con PET (Polietileno Tereftalato) y cemento, que presento buenos resultados en cuanto a su capacidad de carga (Ortiz-Castellanos y otros, 2019). Recientemente, se han explorado nuevas alternativas mediante la fabricación de ladrillos que combinan materiales resistentes y micelio (hongo), obteniendo resultados prometedores para su aplicación en el sector (Espinoza, 2022).

El objetivo del presente estudio es caracterizar los aspectos ambientales y evaluar los impactos generados durante la fabricación de bioladrillos. Esto se plantea considerando que la producción de ladrillos tradicionales conlleva impactos ambientales significativos (Pozo, 2019; Cuchí & Argüello, 2008). En este sentido, la fabricación de bioladrillos a partir de aserrín y micelio (hongo) se presenta como una alternativa viable, ya que genera un menor impacto ambiental y contribuye a mejorar la sostenibilidad en el sector de la construcción. De igual manera, el uso de aserrín (considerado actualmente como un residuo) eleva las ventajas en materias de protección ambiental (Serrano y otros, 2017; Chino & Mathios, 2020; Rojas, 2024).

Bajo esta perspectiva, se genera la hipótesis sobre si la fabricación de bioladrillos utilizando micelio y aserrín genera menor cantidad de impactos ambientales que la producción de ladrillos tradicionales, en especial a los relacionados con el uso de energía y liberación de gases nocivos para el ambiente. A pesar de que, en los tiempos recientes, en Ecuador se ha venido trabajando en la incorporación de residuos orgánicos en la elaboración de materiales e insumos para el sector de la construcción, todavía existe una limitada evaluación de los impactos ambientales asociados a la elaboración de bioladrillos fabricados utilizando micelio como material aglutinante (Hilas, 2023). En comparación con el alto impacto ambiental que genera la fabricación de ladrillos con materiales convencionales, el presente trabajo busca responder: ¿Cuáles son los impactos ambientales que se generan en la fabricación de bioladrillos (a base de micelio y aserrín) en comparación con la fabricación de ladrillos convencionales?

MÉTODOS

Enfoque

Para el presente trabajo se implementa un enfoque que integra tanto las características del enfoque cualitativo (integra componentes descriptivos y analíticos en la identificación y análisis de aspectos ambientales y procesos operativos) y del enfoque cuantitativo (mediante la utilización de herramientas de evaluación estructurada y numérica en la evaluación con la matriz de doble entrada), por lo que el enfoque seleccionado es el enfoque mixto. El enfoque mixto posibilita una comprensión más amplia del problema y un planteamiento más adecuado de los objetivos y el marco teórico. Aquí los métodos (cualitativos y cuantitativos) se integran lo que permite que se complementen entre sí.

En el caso de los métodos cuantitativos estos aportan datos numéricos, variables, formulas y por su parte los métodos cualitativos contribuyen con recursos visuales, textos y símbolos. Este enfoque se sustenta en

el pragmatismo, lo cual implica que la combinación de ambos métodos resulta útil y eficaz gracias a su carácter pluralista (Calixto & Javier, 2023).

Paradigma

El presente trabajo se acoge al paradigma pragmático debido a que el pragmatismo es una corriente que se aleja de la idea de una verdad objetiva y sostiene que el valor de una teoría científica no radica en su capacidad para representar con precisión la realidad, sino en su utilidad o beneficio en situaciones específicas (Mejía, 2022). En el caso del presente estudio este requirió usar un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), además posee objetivos prácticos y aplicados y tiene un interés central en evaluar el impacto de la producción de bioladrillos.

Tipo de Investigación

Investigación aplicada

La investigación aplicada surge como respuesta a la necesidad de atender problemáticas concretas, con el propósito de generar mejoras en diversos ámbitos y contribuir al bienestar de la sociedad (Vásquez y otros, 2023). En el caso de presente trabajo buscó resolver un problema práctico concreto: caracterizar los aspectos e impactos ambientales del proceso de producción de bioladrillos. Tiene un enfoque hacia la sostenibilidad en la industria de la construcción, con el objetivo de evidenciar que los bioladrillos generan menos impactos ambientales altos o significativos que los ladrillos elaborados de material convencional.

Investigación descriptiva

La investigación descriptiva tiene como propósito principal detallar de manera precisa un fenómeno o situación específica. Su enfoque se centra en la recolección y análisis de datos que permitan construir una representación clara y exhaustiva del objeto de estudio (Vásquez y otros, 2023). El presente trabajo identifica y describe insumos, procesos y aspectos ambientales en la producción de bioladrillos.

Hipótesis

La fabricación de bioladrillos a base de micelio y aserrín genera menores impactos ambientales que la producción de ladrillos tradicionales, especialmente en lo que respecta al consumo energético y la emisión de gases contaminantes.

Objetivo General

Caracterizar los aspectos e impactos ambientales asociados al proceso de producción de bioladrillos en Ecuador, con el fin de explorar una alternativa sostenible para el sector de la construcción.

Objetivos Específicos

- Identificar los procesos operativos y las actividades asociadas a la elaboración de bioladrillos.
- Analizar los aspectos ambientales presentes en cada fase de la elaboración de bioladrillos.
- Evaluar los impactos ambientales potenciales mediante la aplicación de la matriz de doble entrada en todas las fases del proceso de producción.

Población y Muestra

En estadística, la población hace referencia al conjunto de elementos que son importantes para un estudio (Monserate y otros, 2023). En el presente estudio la población se constituye por las empresas ecuatorianas que se dedican a la elaboración de bioladrillos. El tipo de muestreo escogido para el presente estudio fue el muestreo intencional o de conveniencia, mismo que se distingue por su enfoque en obtener muestras cualitativas representativas, seleccionando grupos que, a juicio del investigador, poseen características relevantes para el estudio.

La selección de los participantes suele hacerse de forma intencional, eligiendo individuos de fácil acceso o mediante convocatorias abiertas en las que los interesados se integran voluntariamente, hasta alcanzar el tamaño muestral requerido, que en este caso la empresa Biofabrik dio la apertura para caracterizar los aspectos e impactos ambientales asociados a su proceso de producción de bioladrillos (Hernandez & Carpio, 2019).

Técnicas e instrumentos

En el caso del primer objetivo específico (Identificar los procesos operativos y las actividades asociadas a la elaboración de bioladrillos) las técnicas requeridas para alcanzarlo fueron la observación directa y la entrevista. En el caso de la entrevista se utilizó un cuestionario y en la observación directa los datos fueron registrados en una guía de observación (Calixto & Javier, 2023).

Para el segundo objetivo (Analizar los aspectos ambientales presentes en cada fase de la elaboración de bioladrillos.) las técnicas requeridas fueron la observación, la entrevista y la revisión documental. Los instrumentos requeridos al igual que en el anterior objetivo fue la guía de observación, el cuestionario y la

revisión documental. Cabe recalcar que la entrevista y la observación se hicieron para ambos objetivos en el mismo momento (Mejía, 2022).

El tercer objetivo (Evaluar los impactos ambientales potenciales mediante la aplicación de la matriz en todas las fases del proceso de producción) requirió utilizar la metodología de la matriz de doble entrada tomando en cuenta los criterios de magnitud y peligrosidad (Calixto & Javier, 2023).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Objetivo 1: Identificar los procesos operativos y las actividades asociadas a la elaboración de bioladrillos

Los procesos y actividades asociadas en la producción de bioladrillos a base de aserrín y el micelio (hongo), se mencionan en la tabla 1.

Tabla 1. Desarrollo del proceso operativos y sus actividades

Procesos Operativos	Actividades
Adquisición de Materia Prima	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinación del traslado desde los proveedores de materia prima. • Evaluación y selección del aserrín como materia prima conforme a los estándares de calidad establecidos. • Carga y aseguramiento de la materia prima en el vehículo de transporte. • Transporte de la materia prima hacia las instalaciones de la empresa. • Estacionamiento y ubicación adecuada de los vehículos utilizados en el proceso logístico.
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Descarga controlada de sacos de aserrín en el área de almacenamiento. • Operación de encendido y apagado de equipos de procesamiento (mezcladora de concreto). • Transferencia del aserrín triturado a recipientes de almacenamiento intermedio. • Transferencia del aserrín tamizado a recipientes destinados para su uso en procesos posteriores.
Preparación del Aserrín	<ul style="list-style-type: none"> • Descarga de sacos de aserrín en bodega.

	<ul style="list-style-type: none"> • Encendido y apagado de equipos como la mezcladora de concreto • Colocación del aserrín triturado en baldes. • Depósito del aserrín previamente tamizado en recipientes.
Preparación del micelio (hongo)	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción del aserrín con textura uniforme en la autoclave, seguida de la operación controlada de encendido y apagado del equipo según los protocolos establecidos. • Actividad de enfriamiento del aserrín para alcanzar la temperatura ambiente • Incorporación regulada de agua con el objetivo de humedecer uniformemente el aserrín acorde a los requerimientos óptimos del proceso productivo.
Mezclado de los componentes para la elaboración de bioladrillos (aserrín y micelio)	<ul style="list-style-type: none"> • Triturado del aserrín previamente humedecido para adquirir la estructura necesaria antes de la mezcla con el micelio. • Combinación del aserrín con el micelio, asegurando una distribución adecuada del micelio. • Transporte controlado de la mezcla al área de incubación (vernadero), conforme a los parámetros establecidos para el cultivo.
Moldeado	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de la mezcla en moldes
Incubación	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte de los moldes que contienen la mezcla inoculada hacia el área designada de incubación (vernadero), siguiendo condiciones controladas de manipulación. • Disposición de los moldes en reposo para permitir el proceso de colonización fúngica en condiciones ambientales óptimas. • Inspección periódica del estado de colonización del micelio, evaluando el avance del crecimiento y detectando posibles anomalías.
Secado	<ul style="list-style-type: none"> • Desmolde cuidadoso del bioladrillo y traslado inmediato al área de ventilación para asegurar un secado adecuado. • Inspección detallada de la superficie para verificar que sea limpia y plana, además de evaluar el grado de secado del bioladrillo.

- Ubicación del bioladrillo en el área de almacenamiento designada, garantizando condiciones óptimas para su conservación.

Fuente: Autores

Objetivo 2: Analizar los aspectos ambientales asociados a cada etapa del proceso productivo

Teniendo en cuenta los procesos operativos y sus actividades asociadas, se realizó el análisis de los aspectos ambientales asociados. Los resultados de dicho análisis se evidencian en la tabla 2.

Tabla 2. Aspectos ambientales asociados a las actividades y procesos operativos.

Procesos Operativos	Actividades	Aspectos Ambientales
Adquisición de Materia Prima	Coordinación del traslado desde los proveedores de materia prima.	Emisiones a la atmósfera
	Evaluación y selección del aserrín como materia prima conforme a los estándares de calidad establecidos.	Generación de material particulado
	Carga y aseguramiento de la materia prima en el vehículo de transporte.	Emisiones a la atmósfera
	Transporte de la materia prima hacia las instalaciones de la empresa.	Emisiones a la atmósfera
	Estacionamiento y ubicación adecuada de los vehículos utilizados en el proceso logístico.	Generación de material particulado
Almacenamiento	Descarga controlada de sacos de aserrín en el área de almacenamiento.	Emisiones a la atmósfera
	Operación de encendido y apagado de equipos de procesamiento (mezcladora de concreto).	Emisiones a la atmósfera
	Transferencia del aserrín triturado a recipientes de almacenamiento intermedio.	Generación de material particulado

Procesos Operativos	Actividades	Aspectos Ambientales
Preparación del Aserrín	Transferencia del aserrín tamizado a recipientes destinados para su uso en procesos posteriores.	Emisiones a la atmósfera
	Descarga de sacos de aserrín en bodega.	Generación de material particulado
	Encendido y apagado de equipos como la mezcladora de concreto	Emisiones a la atmósfera
	Colocación del aserrín triturado en baldes.	Emisiones a la atmósfera
Preparación del micelio (hongo)	Depósito del aserrín previamente tamizado en recipientes.	Generación de material particulado
	Introducción del aserrín con textura uniforme en la autoclave, seguida de la operación controlada de encendido y apagado del equipo según los protocolos establecidos.	Generación de material particulado
	Actividad de enfriamiento del aserrín para alcanzar la temperatura ambiente	Emisiones a la atmósfera
Mezclado de los componentes para la elaboración de bioladrillos (aserrín y micelio)	Incorporación regulada de agua con el objetivo de humedecer uniformemente el aserrín acorde a los requerimientos óptimos del proceso productivo.	Consumo de agua
	Triturado del aserrín previamente humedecido para adquirir la estructura necesaria antes de la mezcla con el micelio.	Emisiones a la atmósfera
	Mezcla homogénea del aserrín con el micelio, asegurando una distribución uniforme del agente biológico.	Generación de material particulado
	Transporte controlado de la mezcla al área de incubación (invernadero), conforme a los parámetros establecidos para el cultivo.	Generación de material particulado

Procesos Operativos	Actividades	Aspectos Ambientales
Moldeado	Colocación de la mezcla en moldes	Generación de material particulado
De Incubación	Transporte de los moldes que contienen la mezcla inoculada hacia el área designada de incubación (invernadero), siguiendo condiciones controladas de manipulación.	Generación de material particulado
	Disposición de los moldes en reposo para permitir el proceso de colonización fúngica en condiciones ambientales óptimas.	Generación de material particulado
	Inspección periódica del estado de colonización del micelio, evaluando el avance del crecimiento y detectando posibles anomalías.	Emisiones a la atmósfera
Secado	Desmolde cuidadoso del bioladrillo y traslado inmediato al área de ventilación para asegurar un secado adecuado.	Generación de material particulado
	Inspección detallada de la superficie para verificar que sea limpia y plana, además de evaluar el grado de secado del bioladrillo.	Emisiones a la atmósfera
	Ubicación del bioladrillo en el área de almacenamiento designada, garantizando condiciones óptimas para su conservación.	Emisiones a la atmósfera

Fuente: Autores

Objetivo 3: Evaluar los impactos ambientales potenciales mediante la aplicación de la matriz de doble entrada en todas las fases del proceso de producción

Teniendo en cuenta los procesos operativos, las actividades asociadas y los aspectos ambientales se realizó la identificación de los impactos ambientales asociados en la tabla 3.

Tabla 3. Impactos ambientales asociados a las actividades, procesos operativos y aspectos ambientales.

Procesos Operativos	Actividades	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales
Adquisición de Materia Prima	Coordinación del traslado desde los proveedores de materia prima.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire
	Evaluación y selección del aserrín como materia prima conforme a los estándares de calidad establecidos.	Generación de material particulado	Contaminación del aire
	Carga y aseguramiento de la materia prima en el vehículo de transporte.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire
	Transporte de la materia prima hacia las instalaciones de la empresa.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire
	Estacionamiento y ubicación adecuada de los vehículos utilizados en el proceso logístico.	Generación de material particulado	Contaminación del aire
Almacenamiento	Descarga controlada de sacos de aserrín en el área de almacenamiento.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire
	Operación de encendido y apagado de equipos de procesamiento (mezcladora de concreto).	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire
	Transferencia del aserrín triturado a recipientes de almacenamiento intermedio.	Generación de material particulado	Contaminación del aire
	Transferencia del aserrín tamizado a recipientes destinados para su uso en procesos posteriores.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire
Preparación del Aserrín	Descarga de sacos de aserrín en bodega.	Generación de material particulado	Contaminación del aire
	Encendido y apagado de equipos (concretera).	Emisiones a la atmósfera	Disminución de recursos naturales
	Colocación del aserrín triturado en baldes.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire
	Colocación del aserrín tamizado en baldes.	Generación de material particulado	Contaminación del aire

Procesos Operativos	Actividades	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales
Preparación del micelio (hongo)	Introducción del aserrín con textura uniforme en la autoclave, seguida de la operación controlada de encendido y apagado del equipo según los protocolos establecidos.	Generación de material particulado	Contaminación del aire
	Proceso de enfriamiento natural del material (viruta) hasta alcanzar la temperatura ambiente.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire
	Adición controlada de agua para lograr la humidificación uniforme del aserrín, conforme a los requerimientos del proceso.	Consumo de agua	Disminución de recursos naturales
Mezclado de los componentes para la elaboración de bioladrillos (aserrín y micelio)	Triturado del aserrín previamente humedecido para adquirir la estructura necesaria antes de la mezcla con el micelio.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire
	Mezcla homogénea del aserrín con el micelio, asegurando una distribución uniforme del agente biológico.	Generación de material particulado	Contaminación del aire
	Transporte controlado de la mezcla al área de incubación (invernadero), conforme a los parámetros establecidos para el cultivo.	Generación de material particulado	Contaminación del aire
Moldeado	Colocación de la mezcla en moldes	Generación de material particulado	Contaminación del aire
Incubación	Transporte de los moldes que contienen la mezcla inoculada hacia el área designada de incubación (invernadero), siguiendo condiciones controladas de manipulación.	Generación de material particulado	Contaminación del aire
	Disposición de los moldes en reposo para permitir el proceso de colonización fúngica en condiciones ambientales óptimas.	Generación de material particulado	Contaminación del aire

Cedeño, J., Galarza, P., Freire, N., & Morejón, F.

Caracterización de aspectos e impactos ambientales

Procesos Operativos	Actividades	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales
	Inspección periódica del estado de colonización del micelio, evaluando el avance del crecimiento y detectando posibles anomalías.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire
	Desmolde cuidadoso del bioladrillo y traslado inmediato al área de ventilación para asegurar un secado adecuado.	Generación de material particulado	Contaminación del aire
Secado	Inspección detallada de la superficie para verificar que sea limpia y plana, además de evaluar el grado de secado del bioladrillo.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire
	Ubicación del bioladrillo en el área de almacenamiento designada, garantizando condiciones óptimas para su conservación.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire

Fuente: Autores

Una vez que se realizó la identificación de impactos se escogió los criterios de Magnitud y Peligrosidad, a los cuales se les asignó calificación cualitativa como cuantitativa.

Tabla 4. Criterios de evaluación (Magnitud y Peligrosidad)

Criterios de Evaluación	Descripción	Calificación Cualitativa	Calificación Cuantitativa
	Gran cantidad de recurso consumido o residuo generado.	Alto	3
Magnitud	Cantidad moderada o intermedia de recurso o residuo.	Medio	2
	Bajo consumo o generación mínima de residuos.	Bajo	1
	El aspecto implica sustancias o actividades altamente peligrosas	Alto	3
Peligrosidad	El aspecto representa un riesgo moderado.	Medio	2

Cedeño, J., Galarza, P., Freire, N., & Morejón, F.

Caracterización de aspectos e impactos ambientales

Criterios de Evaluación	Descripción	Calificación Cualitativa	Calificación Cuantitativa
	El aspecto no representa peligro significativo para la salud o el ambiente.	Bajo	1

Fuente: (Blanco y otros, 2018)

Posteriormente se procedió a definir los tipos de impactos ambientales según resultado de evaluación, lo que se puede apreciar en la tabla 5.

Tabla 5. Tipos de impactos ambientales según resultado de evaluación

Magnitud x Peligrosidad	Tipo de Impacto Ambiental	Interpretación
7-9	Alto	Impacto significativo o crítico. Requiere medidas de control urgentes.
4-6	Moderado	Impacto controlable con medidas preventivas y correctivas.
1-3	Bajo	Impacto menor o aceptable. Puede no requerir intervención.

Fuente: (Blanco y otros, 2018)

Finalmente se procedió a calificar los impactos ambientales conforme a la tabla 4 y 5. En la tabla 6

Tabla 6. Tipos de impactos ambientales según resultado de evaluación

Actividades	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales	Criterios		Total
			Magnitud	Peligrosidad	
Coordinación del traslado desde los proveedores de materia prima.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire	2	1	2 Bajo
Evaluación y selección del aserrín como materia prima conforme a los estándares de calidad establecidos.	Generación de material particulado	Contaminación del aire	2	1	2 Bajo
Carga y aseguramiento de la materia prima en el	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire	1	1	1 Bajo

Cedeño, J., Galarza, P., Freire, N., & Morejón, F.

Caracterización de aspectos e impactos ambientales

Actividades	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales	Criterios		Total
			Magnitud	Peligrosidad	
vehículo de transporte.					
Transporte de la materia prima hacia las instalaciones de la empresa.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire	3	1	3 Bajo
Estacionamiento y ubicación adecuada de los vehículos utilizados en el proceso logístico.	Generación de material particulado	Contaminación del aire	1	1	1 Bajo
Descarga controlada de sacos de aserrín en el área de almacenamiento.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire	2	1	2 Bajo
Operación de encendido y apagado de equipos de procesamiento (mezcladora de concreto).	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire	3	2	6 Moderado
Transferencia del aserrín triturado a recipientes de almacenamiento intermedio.	Generación de material particulado	Contaminación del aire	2	1	2 Bajo
Transferencia del aserrín tamizado a recipientes destinados para su uso en procesos posteriores.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire	2	1	2 Bajo
Descarga de sacos de aserrín en bodega.	Generación de material particulado	Contaminación del aire	2	1	2 Bajo
Encendido y apagado de equipos como la mezcladora de concreto.	Emisiones a la atmósfera	Disminución de recursos naturales	2	2	4 Moderado
Colocación del aserrín triturado en baldes.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire	2	1	2 Bajo

Cedeño, J., Galarza, P., Freire, N., & Morejón, F.

Caracterización de aspectos e impactos ambientales

Actividades	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales	Criterios		Total
			Magnitud	Peligrosidad	
Depósito del aserrín previamente tamizado en recipientes.	Generación de material particulado	Contaminación del aire	2	1	2 Bajo
Introducción del aserrín con textura uniforme en la autoclave, seguida de la operación controlada de encendido y apagado del equipo según los protocolos establecidos.	Generación de material particulado	Contaminación del aire	1	2	2 Bajo
Actividad de enfriamiento del aserrín para alcanzar la temperatura ambiente.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire	1	1	1 Bajo
Incorporación regulada de agua con el objetivo de humedecer uniformemente el aserrín acorde a los requerimientos óptimos del proceso productivo.	Consumo de agua	Disminución de recursos naturales	2	1	2 Bajo
Triturado del aserrín previamente humedecido para adquirir la estructura necesaria antes de la mezcla con el micelio.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire	1	1	1 Bajo
Combinación del aserrín con el micelio, asegurando una distribución	Generación de material particulado	Contaminación del aire	2	1	2 Bajo

Cedeño, J., Galarza, P., Freire, N., & Morejón, F.

Caracterización de aspectos e impactos ambientales

Actividades	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales	Criterios		Total
			Magnitud	Peligrosidad	
adecuada del micelio.					
Transporte controlado de la mezcla al área de incubación (invernadero), conforme a los parámetros establecidos para el cultivo.	Generación de material particulado	Contaminación del aire	1	1	1 Bajo
Colocación de la mezcla en moldes.	Generación de material particulado	Contaminación del aire	1	2	2 Bajo
Transporte de los moldes que contienen la mezcla inoculada hacia el área designada de incubación (invernadero), siguiendo condiciones controladas de manipulación.	Generación de material particulado	Contaminación del aire	1	1	1 Bajo
Disposición de los moldes en reposo para permitir el proceso de colonización fúngica en condiciones ambientales óptimas.	Generación de material particulado	Contaminación del aire	1	1	1 Bajo
Inspección periódica del estado de colonización del micelio, evaluando el avance del crecimiento y	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire	1	1	1 Bajo

Cedeño, J., Galarza, P., Freire, N., & Morejón, F.

Caracterización de aspectos e impactos ambientales

Actividades	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales	Criterios		Total
			Magnitud	Peligrosidad	
detectando posibles anomalías.					
Desmolde cuidadoso del bioladrillo y traslado inmediato al área de ventilación para asegurar un secado adecuado.	Generación de material particulado	Contaminación del aire	1	1	1 Bajo
Inspección detallada de la superficie para verificar que sea limpia y plana, además de evaluar el grado de secado del bioladrillo.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire	1	1	1 Bajo
Ubicación del bioladrillo en el área de almacenamiento designada, garantizando condiciones óptimas para su conservación.	Emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire	1	1	1 Bajo

Fuente: Autores

En función de los resultados obtenidos en la tabla 6, se encontró que existen 26 impactos bajos y 2 impactos moderados asociados a la actividad de operación de encendido y apagado de equipos de procesamiento (mezcladora de concreto) en el proceso de almacenamiento ya la actividad de encendido y apagado de equipos (concretera) en el proceso de preparación del aserrín.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La identificación detallada de los procesos operativos y actividades vinculadas a la producción de bioladrillos permitió establecer una estructura clara y sistemática del proceso productivo, desde la adquisición de materia prima hasta el almacenamiento final del producto. Esta caracterización evidencia una cadena productiva organizada, donde se utilizan recursos como el aserrín y el micelio de hongo, integrando operaciones mecánicas, térmicas y biológicas. La delimitación adecuada de cada etapa proporciona una sólida base para determinar los aspectos ambientales y posteriormente evaluarlos facilitando así la búsqueda de oportunidades de mejorar.

La delimitación de los aspectos ambientales facilitó reconocer que a lo largo de la elaboración de bioladrillos, los aspectos más predominantes son los relacionados con emisiones a la atmósfera y generación de material particulado. Estos aspectos se asocian al uso de maquinarias, transporte y/o manipulación de materiales, por lo que si bien los materiales que generan no son peligrosos se recomienda implementar medidas que reduzcan la dispersión de material particulado y reduzcan las emisiones.

La aplicación de la matriz de doble entrada permitió cuantificar y calificar los impactos ambientales de manera objetiva, concluyéndose que la mayoría de los impactos generados durante el proceso de producción de bioladrillos son de tipo bajo, con solo dos impactos clasificados como moderados. Estos impactos moderados están asociados al encendido y apagado de maquinaria como la mezcladora de concreto. Por lo que se puede concluir que el proceso sujeto de análisis presenta Esta evaluación demuestra que, en términos generales, el proceso presenta una mínima afectación al medio ambiente, lo que lo sitúa como una alternativa adecuada para el sector de la construcción. Sin embargo, se recomienda optimizar los procesos con mayor impacto para minimizar aún más los efectos ambientales negativos.

Recomendaciones

Se recomienda implementar acciones correctivas específicas en las actividades que han sido identificadas con impactos ambientales moderados, particularmente en la operación de encendido y apagado de equipos como la mezcladora de concreto. Estas acciones pueden incluir el mantenimiento preventivo y la sustitución por equipos más eficientes energéticamente o con menores emisiones. Asimismo, el uso de energías limpias o la incorporación de tecnologías con control de emisiones contribuirían significativamente a la reducción del impacto ambiental de estas fases críticas del proceso.

Por motivo de la elevada frecuencia con la que se genera material particulado durante varias etapas del proceso se recomienda la utilización de estrategias preventivas como el uso de tecnologías de extracción o filtración, utilización de equipos de protección personal para los trabajadores, entre otras. También sería recomendable aplicar buenas prácticas de manipulación del aserrín y mantener superficies limpias y húmedas, lo que ayudaría a reducir la dispersión de polvo y minimizar los riesgos tanto ambientales como para la salud ocupacional.

Se sugiere integrar un sistema de monitoreo ambiental continuo que permita hacer seguimiento a los aspectos e impactos identificados, así como evaluar la efectividad de las medidas implementadas. Además, fomentar una cultura ambiental dentro de la empresa mediante capacitaciones periódicas contribuirá a una producción más responsable. Finalmente, se recomienda documentar y divulgar los avances en sostenibilidad del proceso de fabricación de bioladrillos, lo cual puede posicionar al producto como una alternativa ecológica viable dentro del sector de la construcción en Ecuador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Implantación del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001 y Herramientas y normas para la Gestión Ambiental Avanzada. Universidad Internacional de la Rioja.

Calixto, C., y Javier, N. (2023). *Conceptos y enfoques de la metodología de investigación*. Creser s.a.s.

Cardenas, F., Flores, C., Peralta, A., y Lara, P. (2019). Sostenibilidad empresarial en relación a los objetivos del desarrollo sostenible en el Ecuador. *RECIAMUC*, 3(1), 670-699.
[https://doi.org/https://doi.org/10.26820/reciamuc/3.\(1\).enero.2019.670-699](https://doi.org/https://doi.org/10.26820/reciamuc/3.(1).enero.2019.670-699)

Chino, L., y Mathios, A. (2020). *Elaboración de ladrillos ecológicos a base de plásticos PET reutilizados y aserrín de la especie Huayruru (Ormosia coccinea) de las industrias madereras en Ucayali, Perú*. Universidad Nacional de Ucayali. <https://repositorio.unu.edu.pe/items/a88cb3a4-57c4-4f39-ba97-51fafe9916ea>

Cuchí, A., y Argüello, T. (2008). Análisis del impacto ambiental asociado a los materiales de construcción empleados en las viviendas de bajo coste del programa 10 x10 Con Techo-Chiapas del CYTED. *Informes de la construcción*, 60(509), 25-34. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.3989/ic.2008.v60.i509.588>

Díaz--Kovalenko, I. L.-R., y Barros-Naranjo, J. (2022). El sector de la construcción en la economía ecuatoriana, importancia y perspectivas. *Revistas Ciencias Sociales y Económicas*, 6(2), 58-69.
<https://doi.org/https://doi.org/10.18779/csye.v6i2.598>

- Espinoza, L. (2022). *Evaluación de propiedades físico-mecánicas de ladrillos de cemento con hongos miceliales en viviendas unifamiliares, distrito de Carabayllo, Lima-2021*. Tesis de pregrado , Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92298>
- Gareca, M. A., Pool, D., Barrón, F., y Villarpando, H. (2020). Nuevo material sustentable: ladrillos ecológicos a base de residuos inorganicos. *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación*, 18(21), 25-61. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2225-87872020000100003&script=sci_arttext
- Gutiérrez-Rúa, J., Posada-García, M., y González-Pérez, M. (2019). Prácticas de recursos humanos que impactan la estrategia de sostenibilidad ambiental. *Innovar*, 29(73). <https://doi.org/https://doi.org/10.15446/innovar.v29n73.78008>
- Hernandez, C., y Carpio, N. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *Revista Científica del Instituto Nacional de Salud Alerta*, 2(1), 75-79. <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/alerta.v2i1.7535>
- Hernández-Zamora, M., Jiménez-Martínez, S., y Sánchez-Monge, J. (2021). Materiales alternativos como oportunidad de reducción de impactos ambientales en el sector construcción. *Revista Tecnología en Marcha*, 34(2), 3-10. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18845/tm.v34i2.4831>
- Hilas, E. (2023). *Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos fabricados con micelio fúngico para su uso en losas aligeradas*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/6778>
- Mejía, J. (2022). Los paradigmas en la investigación científica . *Revista Ciencia Agraria*, 1(3), 7-14. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.35622/j.rca.2022.03.001>
- Monserate, M., Zhumi, A., y Goncalves, G. (2023). *Principios de Estadística*. Universidad Espiritu Santo.
- Ortiz-Castellanos, E., Cristancho-Fernández, D., y Avellaneda, B. (2019). Análisis comparativo del desempeño de los ladrillos tradicionales frente a ladrillos pet. *Revista Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 11(1), 54-64. <https://doi.org/https://doi.org/10.25213/2216-1872.36> © 2020 Fundación Universitaria Antonio de Arévalo – UNITECNAR.
- Pozo, L. (2019). *Identificación de Impactos Ambientales significativos en la industria ladrillera utilizando un modelo de Simulación Dinámica*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/2287>
- Rojas, H. (2024). *Incorporación de aserrín de pino en ladrillos de concreto para cobertura de techo, Chota, 2021*. Universidad Nacional Autónoma de Chota. <https://repositorio.unach.edu.pe/items/1f5c9d8f-a512-416a-9372-b58ead9ae3e7>

Cedeño, J., Galarza, P., Freire, N., & Morejón, F.

Caracterización de aspectos e impactos ambientales

- Roux, R., García, V., y Espuna, J. (2015). Los materiales alternativos estabilizados y su impacto ambiental. *Nova scientia*, 7(13), 243-266. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-07052015000100014&script=sci_arttext
- Serrano, M., Pérez, D., Torrado, L., y Hernández, N. (2017). Residuos inertes para la preparación de ladrillos con material reciclable: una práctica para protección del ambiente. *Revista Industrial Data*, 20(1), 131-138. [https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.15381/idata.v20i1.13507](https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.15381/idata.v20i1.13507)
- Vásquez, A., Lucy, G., Cahuana, R., Vera, R., y Holgado, J. (2023). *Métodos de investigación científica*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C. <https://doi.org/https://doi.org/10.35622/inudi.b.094>