



## *ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD AMBIENTAL DEL PROYECTO “APOYO DE LAS FRE A LA DESCENTRALIZACIÓN MUNICIPAL EN JESÚS MENÉNDEZ (LAS TUNAS): CAPACIDADES EN AGROINDUSTRIA Y ECONOMÍA CIRCULAR. FASE I”.*

Autoría: Aramis Rivas Diéguez, Lorenza de las Mercedes Hernández Labrada, y Miguel Peña Pérez.

Centro Universitario Municipal “Jesús Menéndez”. Universidad de Las Tunas. Cuba

### **Resumen**

El Análisis de Factibilidad Ambiental al proyecto *Apoyo de las FRE a la descentralización municipal en Jesús Menéndez (Las Tunas): capacidades en agroindustria y economía circular. Fase I* evalúa, de forma ex-post, los efectos ambientales derivados de la incorporación de fuentes renovables de energía (FRE) y prácticas de economía circular en 12 escenarios productivos y una mini-industria de pienso. El estudio combina registros técnicos (bombas fotovoltaicas, aerogenerador, secadores solares), estimaciones de reducción de emisiones a partir del diésel sustituido, observaciones de productores y la evaluación de cambios en manejo hídrico, post-cosecha y agrobiodiversidad. Los resultados muestran impactos predominantemente positivos: disminución de la dependencia de combustibles fósiles, reducción potencial de emisiones de GEI, mejora en la conservación post-cosecha mediante secado solar y fortalecimiento de la economía circular (valorización de subproductos para pienso). La matriz de interacción identifica al componente agua como el principal riesgo ambiental —con magnitud media y carácter permanente pero reversible— debido al incremento del consumo asociado a riego, producción animal e industrialización. Los impactos negativos de la fase de obra son puntuales y mitigables. El estudio concluye que la intervención es ambientalmente factible si se implementan medidas de gestión hídrica, monitoreo energético y planes de manejo de residuos; además recomienda consolidar la gobernanza local para garantizar la sostenibilidad y la replicabilidad del modelo.

**Palabras claves:** factibilidad ambiental, fuentes renovables de energía, economía circular



## Introducción

La agricultura contemporánea se enfrenta al doble desafío de garantizar la seguridad alimentaria y, simultáneamente, reducir su huella ambiental (Foley et al., 2011). Los sistemas convencionales suelen depender intensivamente de combustibles fósiles, ser ineficientes en el uso del agua y generar externalidades negativas como la erosión del suelo, la contaminación y la pérdida de biodiversidad.

La relación entre agricultura y energía es bien documentada. Pimentel et al. (2005) destacaron la alta dependencia de los insumos fósiles en la producción agrícola moderna, una dependencia que incrementa la vulnerabilidad económica y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). La energía solar fotovoltaica aplicada al bombeo de agua para riego se ha posicionado como una alternativa técnica y económicamente viable, especialmente en regiones con alta irradiación, permitiendo reducir o eliminar el uso de diésel (Chandel et al., 2017).

Paralelamente, la gestión post-cosecha representa un punto crítico de pérdidas y desperdicio. Según la FAO (2019), aproximadamente un tercio de los alimentos producidos a nivel global se pierde o desperdicia, con implicaciones ambientales severas debido a la energía incorporada en su producción. Tecnologías de secado y refrigeración alimentadas por fuentes renovables pueden atacar esta problemática, reduciendo el deterioro sin incrementar la huella de carbono (Elkhadraoui et al., 2015).

En el ámbito hídrico, la irrigación por gravedad o aniego presenta bajos niveles de eficiencia, exacerbando el estrés de los acuíferos. Los sistemas presurizados, como el riego por aspersión, mejoran sustancialmente la productividad del agua, y su acoplamiento con bombas solares maximiza el beneficio ambiental (García et al., 2020). Esta eficiencia debe complementarse con prácticas agronómicas de conservación de suelos para contrarrestar la erosión.

Finalmente, el marco conceptual de la economía circular y la agroecología ofrece un paradigma integral. La valorización de subproductos agrícolas para alimentación animal cierra ciclos de nutrientes y reduce la dependencia de insumos externos (Gliessman, 2015), mientras que el incremento de la diversidad de cultivos y razas fortalece la resiliencia funcional y la salud del agroecosistema (Altieri & Nicholls, 2020).

En este sentido, como se ha venido abordando, no cabe dudas, que la integración de tecnologías de energía renovable y prácticas de manejo sostenible emerge como una vía fundamental para la transición hacia sistemas agroalimentarios más resilientes y de bajo impacto. Este trabajo de investigación tiene como objetivo realizar un análisis de la



factibilidad ambiental del proyecto “Apoyo de las FRE a la descentralización municipal en Jesús Menéndez (Las Tunas): capacidades en agroindustria y economía circular. Fase I” (AFRE-I), buscando evaluar de manera crítica cómo se contribuye a la mitigación del cambio climático, la conservación de recursos y el fomento de la biodiversidad, estructurando el análisis en las dimensiones de energía, agua, economía circular y agrobiodiversidad.

### **Metodología, métodos y técnicas de investigación**

Se desarrolló un estudio de factibilidad ambiental ex-post con enfoque mixto y predominio cualitativo, sustentado en investigación-acción participativa para integrar evidencia técnica y conocimiento local (Rivas Diéguez et al., 2026). Se basó en la evaluación cualitativa y cuantitativa de los resultados documentados en el proyecto AFRE-I, en fincas agrícolas participantes en las acciones.

Se organizó a través de las siguientes fases metodológicas, entre ellas:

1. Revisión documental y línea base: recopilación de registros técnicos del proyecto (especificaciones e instalaciones de FRE, facturas, informes y escritos, notas de campo) y normativa aplicable.
2. Diagnóstico participativo: talleres y entrevistas semiestructuradas con productores, Comité de Gestión, ONG (Cubasolar, Sodepaz) y autoridades municipales para identificar cambios en prácticas productivas y percepciones ambientales.
3. Inventario energético y estimación de emisiones evitadas: contabilización de generación renovable (kWh) registrada; cálculo de diésel sustituido.
4. Evaluación hídrica: mediciones de caudal bombeado, estimación de consumo y análisis de calidad en pozos/reservorios.
5. Identificación y valoración de impactos: aplicación de lista de chequeo, matriz de interacción (acciones vs. componentes ambientales) y valoración según criterios: magnitud, extensión, duración, reversibilidad, posibilidad de corrección y tendencia.
6. Análisis de economía circular y residuos: mapeo de flujos materiales, cuantificación de subproductos valorizables (pienso, harinas, compost) y evaluación de tasas de valorización.
7. Validación y diseño del Plan de Manejo Ambiental (PMA): talleres de validación con actores locales y elaboración de medidas preventivas, correctoras y de monitoreo.

**En relación a las técnicas se utilizaron las siguientes**



- Entrevistas semiestructuradas y grupos focales para percepción y apropiación.
- Observación participante y recorridos de campo para verificación in situ.
- Mediciones instrumentales, como en el caso de las lecturas de contadores eléctricos, medición de volúmenes en los reservorios y pozos y muestreos de agua.
- Revisión documental (facturas, registros de ventas, informes técnicos).
- Matrices y listas de chequeo para identificación y priorización de impactos.
- Cálculos energéticos en hojas de balance y estimaciones de emisiones evitadas.
- Triangulación de datos cuantitativos y cualitativos para robustecer conclusiones.

## Resultados y Discusión

Información general del proyecto al cual se le realizará el estudio de factibilidad, **Título:** “Apoyo de las FRE a la descentralización municipal en Jesús Menéndez (Las Tunas): capacidades en agroindustria y economía circular. Fase I”.

**Objetivo General:** Contribuir a la construcción de una industria agroalimentaria local sostenible y resiliente en el municipio Jesús Menéndez.

### Objetivos Específicos:

Fomentar las FRE y los principios de la economía circular en la producción agroalimentaria en el municipio Jesús Menéndez.

Resultados (R) y actividades (A) del proyecto:

RI. Incrementada la producción de mini-industrias de pienso criollo en el municipio gracias a las FRE.

- A.1.1 Adquisición e Instalación 6 sistemas de bombeo de agua fotovoltaicos.
- A.1.2. Adquisición e Instalación de 3 sistemas de riego por aspersión de 1 ha.
- A.1.3 Adquisición e Instalación de 2 sistemas de riego por aspersión de 2 ha.
- A.1.4 Puesta en marcha de 4 secadores solares para granos, frutas y vegetales.
- A.1.5 Asesoría y acompañamiento de la ONG CUBASOLAR a los productores.

RII. Mejoradas las condiciones de crías de ovino y caprino para la producción de carne, leche y derivados.



- A.2.1 Instalación y montaje de 6 cercas eléctricas fotovoltaicas para acuartonamiento de animales.
- A.2.2 Instalación y montaje de 3 molinos a viento o aerogeneradores para el bombeo y abasto de agua.
- A.2.3 Adquisición e instalación de Aerogenerador para la industrialización de la leche de cabra.
- A.2.4 Dotación de equipamiento básico para tratamiento y conservación de leche, carne y derivados.
- A.2.5 Asesoría y acompañamiento de la ONG CUBASOLAR al Gobierno Local de Jesús Menéndez.
- A.2.6 Adquisición e Instalación 1 sistema de bombeo de agua fotovoltaico para la Finca "La Aurora".
- A.2.7 Iniciado un proceso piloto de comercialización local sostenible.

RIII. Implementado un programa de creación de capacidades para un mercado justo y el uso de las FRE.

- A.3.1 Visitas de intercambio a experiencias similares de industrialización agroalimentaria.
- A.3.2 Realización de cinco talleres que satisfacen las necesidades formativas del proyecto.
- A.3.3 Participación en el Taller Internacional Cubasolar 2024.
- A.3.4 Publicación de dos artículos divulgativos del proyecto en la Revista Energía y Tú.
- A.3.5 Preparación de un estudio para la construcción de indicadores para la línea base de la 2º fase.
- A.3.6 Preparación de un plan de comercialización local dentro de la economía circular.

Presupuesto del proyecto

Equipos, materiales y suministros, 165.100,00 Euros.

Servicios técnicos y profesionales, 43.735,00 Euros.



Gastos financieros 900,00 Euros

Total, de presupuesto previsto, 209.735,00 Euros.

### Identificación de Impactos Ambientales

La aplicación de la lista de chequeo (Tabla 1) proporciona una visión general del perfil ambiental del proyecto.

**Tabla 1** Lista de Chequeo para Identificación Preliminar de Impactos

Pregunta de Chequeo	Respuesta	Calificación/Comentario
¿Se producirá algún cambio perjudicial o beneficioso?	Sí	Predominantemente <b>beneficioso</b> .
¿Qué componentes ambientales se alterarían?	Múltiples	Suelo, agua, biodiversidad (por prácticas agroecológicas); Producción, servicios, empleo, cultura (socioeconómicos).
¿Se afectará para bien o para mal la población?	Sí	Para <b>bien</b> (empleo, seguridad alimentaria).
¿Serán los impactos inusuales en el área?	No	Alineados con el desarrollo agroecológico territorial.
¿Se extenderá sobre una gran superficie?	No	Dispersión focalizada y puntual.
¿Existirán otros receptores afectados?	Sí	<b>Positivamente:</b> fauna y flora asociada a agroecosistemas; economía local.
¿Se verán afectados elementos de gran valor o escasos?	No	No se interviene en áreas con recursos críticos.
¿Riesgo de afectar lugares protegidos?	No	Las ubicaciones previstas no coinciden con áreas protegidas.
¿Riesgo de sobrepasar límites legales?	No	El diseño pro-sostenibilidad busca el cumplimiento normativo.



La Matriz de Interacción (Tabla 2) confirma este panorama, identificando interacciones mayormente positivas.

**Tabla 2** *Matriz de Interacción Acciones del Proyecto vs Componentes Ambientales*

Acciones del Proyecto	Suelo	Agua	Biodiversidad	Empleo	Calidad de Vida
Implementación de prácticas agroecológicas	+++	++	+++	+	+
Instalación de mini-industrias (con FRE)	-	-	-	+++	++
Gestión circular de residuos	+	+	+	+	+
Capacitación y generación de empleo	0	0	0	+++	+++
<b>Leyenda:</b> +++ Impacto positivo alto; ++ Impacto positivo medio; + Impacto positivo bajo; - Impacto negativo bajo; 0 Sin impacto directo.					

### Valoración Preliminar de Impactos Negativos

Los impactos negativos identificados de forma preliminar están asociados a la fase de construcción o instalación de infraestructura (mini-industrias): posible remoción de vegetación, generación temporal de polvo y escombros, y un leve incremento en la demanda de agua y energía durante la obra. Según la matriz, su magnitud se valora como baja (-), dada la escala reducida de las construcciones, su localización alejada de áreas sensibles y en algunos casos, su carácter temporal.

Estos impactos son fácilmente mitigables mediante un Plan de Manejo Ambiental de Obra que incluya control de erosión, manejo de desechos de construcción y programas de ahorro de recursos. No se identifican impactos negativos significativos, irreversibles o de largo plazo durante la operación del proyecto, gracias a su diseño basado en la sostenibilidad.

### Análisis de factibilidad ambiental para el proyecto

Para la realización del estudio se tuvo en cuenta la metodología de análisis de factibilidad ambiental propuesta por un colectivo de autores del CEDEL (Colectivo de autores, 2019), en el marco del proyecto "Plataforma Articulada de Desarrollo Integral Territorial" (PADIT) y que a saber comprende cinco pasos. A continuación, se procede al desarrollo de la metodología aplicada al caso concreto del proyecto en cuestión.



## **Análisis de situación inicial y de variantes de soluciones propuestas**

Este análisis debe partir, en primer lugar, de considerar las características y estado actual del medio biofísico y socioeconómico donde se implementa el proyecto. Los insumos para este análisis los da el resultado del diagnóstico inicial (línea base) realizado en la fase primera de identificación del proyecto.

En este caso se parte de un proyecto cuyo propósito es el de contribuir a la industrialización agroalimentaria de un territorio que ha identificado este como un proceso necesario a partir del potencial productivo existente con escasa infraestructura para la transformación agroindustrial, lo que trae como resultado:

- 1) la salida de producciones agropecuarias como materia prima o las pérdidas de esta en el campo, contribuyendo con ello a vulnerar la capacidad del territorio para satisfacer las necesidades de alimentación de la sociedad local en una etapa post pandémica, de crisis económica y ambiental;
- 2) la poca infraestructura en el espacio rural limitando con ello la generación de fuentes de empleo con énfasis en mujeres y jóvenes lo que acelera los procesos de migración del campo a la ciudad en el territorio.

En relación con el examen de las soluciones propuestas por el proyecto el análisis muestra que:

- En cuanto a localización prevé la intervención en al menos 12 sistemas agro-productivos (fincas y una minindustria de pienso criollo), no concentradas sino con dispersión variable en el municipio.
- En relación con el uso de los recursos naturales y materiales disponibles para la materialización de la iniciativa, se ha de señalar que los procesos agro-productivos previstos a beneficiar con la intervención se materializan fundamentalmente bajo principios de sostenibilidad y del paradigma agroecológico.
- En cuanto a las tecnologías y fuentes de energía que se emplearán se destaca el aporte que realizará la iniciativa en el empleo de tecnologías cada vez más amigables con el medio ambiente, cuyo principio de funcionamiento descansa en el mayor empleo y asimilación de las FRE.
- Por su parte en relación con el manejo de residuales, los productos finales de procesos productivos y de otras operaciones que se acompañan y benefician con la iniciativa se ha de resaltar que la misma promueve y fortalece el enfoque de economía circular en todos los procesos agro-productivos y de industrialización considerados.

## **Identificación de los impactos ambientales.**



En esta valoración lo fundamental es calificar el impacto en dependencia del carácter beneficioso (impacto positivo) o nocivo (impacto negativo) que resulte para los componentes ambientales.

Una forma sencilla atender la siguiente lista de chequeo que serán respondidas mayormente con “Sí” o “No” y que podrían ser las siguientes:

- ¿Se producirá algún cambio perjudicial o beneficioso en las condiciones ambientales?: Beneficioso.
- ¿Qué componentes ambientales se alterarían?: Suelo; Agua; Biodiversidad; Producción; Servicios; Empleo; Cultura.
- ¿Se afectará para bien o para mal la población del entorno?: Bien.
- ¿Serán los impactos inusuales en el área?: No.
- ¿Se extenderá sobre una gran superficie?: No.
- ¿Existirán otros receptores afectados (¿fauna, flora, economía, servicios, etcétera?: No.
- ¿Se verán afectados elementos o recursos de gran valor o escasos?: No.
- ¿Existe riesgo de que se vean afectados lugares o elementos protegidos?: No
- ¿Existe riesgo de sobrepasar límites legales ambientales?: No.

Una vez respondidas estas preguntas se puede iniciar el análisis de factibilidad con la claridad preliminar de lo que ocasionará problemas o beneficios. Para la identificación de los impactos ambientales se pueden utilizar diferentes métodos. La matriz de interacción es uno de los más empleados (Tabla 3).

### **Valoración de los impactos negativos.**

Para facilitar la valoración de los impactos ambientales se utilizó una matriz de doble entrada (Tabla 3), donde se pueden evidenciar las acciones/productos/tecnologías previstas por el proyecto que producen impactos, tanto positivos como negativos y cuáles son los componentes ambientales impactados. En las casillas de cada componente ambiental refleja el carácter del impacto esperado calificándolo de positivo (+) o negativo (-) para luego proceder hacer una ponderación general.



Los impactos negativos identificados durante la evaluación, se valoraron a partir de sus diversas manifestaciones espaciales y temporales, de acuerdo con los indicadores y criterios que a continuación se proponen.

### Indicador y criterios de valoración

- Magnitud: (Baja, Media, Alta).
- Extensión: (Puntual, Local, Regional).
- Duración: (Momentánea, Temporal, Permanente).
- Reversibilidad: (Reversible, Poco reversible, Irreversible).
- Posibilidad de corrección: (Posible, Poco posible, Imposible).
- Tendencia del impacto: (Disminuir, Mantenerse, Incrementarse).
- Plazo de aparición: (Largo plazo, Corto plazo, Inmediato).

Este análisis permitió determinar que en la ponderación de las actividades del proyecto predominan los impactos positivos (Tabla 4). De la misma forma en relación con los componentes ambientales evaluados, el componente agua es el que obtiene una evaluación negativa en todas las actividades en las que interviene el proyecto, con una ponderación general negativa (Tabla 4), como consecuencia del incremento en el consumo de agua.

**Tabla 3.** Matriz de interacción aplicada al proyecto

Acción del proyecto	Carácter del impacto		Descripción del impacto
	(+)	(-)	
Manejo agrícola del suelo	X		Se promoverán acciones encaminadas al uso, el manejo y la conservación de los suelos como recurso natural en la producción agropecuaria.
Empleo de especies vivas	X		Se fomentará el incremento de la diversidad biológica tanto en la producción agrícola como en la producción animal.
Consumo de agua		X	Las actividades previstas por el proyecto conllevarán a un incremento en el consumo del agua en los tres componentes principales del proyecto: producción agrícola, producción animal, industrialización agroalimentaria.

Manejo de residuales	X		Se aplicará el enfoque de la economía circular y se promoverá el mayor aprovechamiento y tratamiento de los residuales los que podrán ser utilizados en la producción de nuevos productos de valor agregado, la producción de bio-fertilizantes o como fuentes para la generación de energía renovable.
Empleo de recursos naturales locales	X		La iniciativa se distingue por su carácter endógeno y promueve el mayor empleo y aprovechamiento de los recursos locales, considerando en ellos también la cultura y tradición de los productores agropecuarios.
Manejo de sustancias o materiales	X		Se fomentará el uso de sustancias y materiales amigables con el medio ambiente, así como el reciclaje y tratamiento de los residuales.
Consumo de portadores energéticos	X		La iniciativa promueve el mayor uso y asimilación en el territorio de tecnologías de FRE asociadas a varios procesos agro-productivas y agro-industriales contribuyendo con ello a la disminución en el consumo de los portadores energéticos.
Empleo de la fuerza de trabajo	X		A partir de un incremento en la infraestructura para la industrialización agroalimentaria, de procesos agro-productivos y nuevos servicios se prevé la creación de nuevos empleos con potencial beneficio a mujeres y jóvenes.

**Tabla 4.** Matriz para valoración de impactos

Actividades del proyecto susceptibles de producir impacto	Componentes Ambientales											Ponderación		
	Geología	Relieve	Suelo	Atmósfera	Agua	Biodiversidad	Paisaje	Producción	Servicio	Empleo	Hábitat		Patrimonio	Cultura
1. Producción Agrícola.			(+)		(-)	(+)		(+)	(+)	(+)			(+)	(+)
2. Producción Animal.			(+)		(-)	(+)		(+)	(+)	(+)			(+)	(+)
3. Producción Industrial.					(-)			(+)	(+)	(+)			(+)	(+)
<b>Ponderación</b>			(+)		(-)	(+)		(+)	(+)	(+)			(+)	(+)

Se procede entonces a la valoración del componente ambiental agua a través de los indicadores y criterios considerados quedando el análisis como sigue:

**Valoración del impacto negativo en el componente ambiental agua:**

- Magnitud: Media.
- Extensión: Puntual.



- Duración: Permanente.
- Reversibilidad: Reversible.
- Posibilidad de corrección: Posible.
- Tendencia del impacto: Disminuir.
- Plazo de aparición: Largo plazo.

Este resultado permite identificar las actividades del proyecto que inducen impactos negativos significativos y realizar la propuesta de medidas tendientes a su erradicación o mitigación. Con ello se dispone de criterios fundamentados para que, mediante análisis comparativo de las ventajas y desventajas, tomar las decisiones pertinentes en cuanto a la factibilidad de las alternativas propuestas.

### **Propuesta de medidas preventivas, correctoras y de mitigación**

Una vez identificados y evaluados el impacto negativo del componente ambiental agua, se elabora un plan de acciones que incluye un conjunto de medidas específicas dirigidas a evitar, eliminar o mitigar los efectos negativos que potencialmente producirán las actividades previstas por el proyecto (Tabla 5).

De igual forma se considerarán otras acciones que prevén los efectos de eventuales catástrofes naturales, accidentes tecnológicos y otros, que alcancen el ciclo del proyecto incluyendo aquellas de adaptación al cambio climático. Asimismo, incorpora medidas de monitoreo para controlar la aplicación efectiva de las medidas planificadas y el estado de los componentes ambientales “sensibles” al proyecto (Tabla 5).

En relación con el análisis de los costos que implicará la aplicación de las medidas planteadas, no se consideran que la implementación del plan de medidas genere costos adicionales que afecten la realización de las acciones previstas por el proyecto.

**Tabla 5.** Plan de acciones

No.	Acción	Participa	Responsable	Fecha de cumplimiento	Método
1.	Garantizar la adquisición de tecnología que favorezca la reducción del consumo de agua.	Comité de Gestión, ONG CUBASOLAR, ONG SODEPAZ	Coordinador del proyecto	Según cronograma	Comité de compra para la adquisición de los recursos



2.	Evaluar los parámetros de la calidad del agua en pozos y reservorios asociados a las actividades del proyecto.	Comité de Gestión	de	Coordinador del proyecto	Trimestral	Recorrido itinerante por el escenario del proyecto
3.	Evaluar los parámetros de eficiencia en el consumo del agua en la producción agrícola asociada a las actividades del proyecto.	Comité de Gestión	de	Coordinador del proyecto	Mensual	Recorrido itinerante por el escenario del proyecto
4.	Evaluar los parámetros de eficiencia en el consumo del agua en la producción animal asociada a las actividades del proyecto.	Comité de Gestión	de	Coordinador del proyecto	Mensual	Recorrido itinerante por el escenario del proyecto
5.	Evaluar los parámetros de eficiencia en el consumo del agua en la producción industrial asociada a las actividades del proyecto.	Comité de Gestión	de	Coordinador del proyecto	Mensual	Recorrido itinerante por el escenario del proyecto
6.	Realizar cosecha de agua para beneficiar las actividades asociadas al proyecto: producción agrícola, producción animal y producción industrial.	Comité de Gestión	de	Productores/as, responsables de nodos de transformación	Sistemática	Crear las condiciones para el acopio de agua de lluvia en cada escenario.
7.	Garantizar la reutilización de la mayor cantidad posible del agua consumida para la obtención de nuevos productos o en beneficios de otros	Comité de Gestión	de	Productores/as, responsables de nodos de transformación	Sistemática	Incorporar el punto sobre el uso y aprovechamiento del agua en cada encuentro del Comité de Gestión.



	procesos y actividades del proyecto.				
8.	Fomentar la reforestación con especies que cumplan diversos servicios ecológicos en los escenarios de actuación del proyecto.	Comité de Gestión	Productores/as, responsables de nodos de transformación	Según cronograma	Mapificación de potenciales áreas para la reforestación en escenarios de actuación.
9.	Garantizar la preservación de los medios, tecnologías y equipamientos asignados por el proyecto ante el riesgo de catástrofes naturales.	Comité de Gestión, productores/as, responsables de nodos de transformación	Coordinador del proyecto	Eventual	Crear las condiciones para la cuidado y preservación de medios y equipos
10.	Controlar el cumplimiento del plan de medidas propuesto.	Comité de Gestión	Coordinador del proyecto	Mensual	Recorrido itinerante por escenarios del proyecto
11.	Elaborar informe de cumplimiento del plan de medidas para su presentación al Comité de Gestión del proyecto.	Comité de Gestión	Coordinador del proyecto	Trimestral	

## CONCLUSIONES

1. Se determinó que la factibilidad ambiental del proyecto es positiva, al demostrar la generación de beneficios netos asociados a la sustitución parcial de combustibles fósiles, la reducción de pérdidas post-cosecha y la promoción de prácticas de economía circular.
2. En el caso del riesgo hídrico el componente agua constituye el principal desafío ambiental; el incremento del consumo por riego, producción animal e industrialización requiere medidas sostenibles de gestión hídrica.
3. Relacionado con la construcción los impactos de consideran como mitigables. Los efectos negativos durante la construcción (polvo, remoción de vegetación, escombros) son de baja magnitud y controlables mediante un PMA de obra.



4. En el sentido de la apropiación y gobernanza, se pudo determinar que la participación de actores locales y la creación de modelos de gestión (OVICAP, FRE-DT, Pienso Criollo) fortalecen la sostenibilidad operativa y la posibilidad de escalamiento.
5. Mientras que se pudieron identificar limitaciones de cuantificación, dada la ausencia de un sistema estandarizado de monitoreo energético, registros de ventas y seguimiento de emisiones impide una cuantificación precisa de los beneficios netos (p. ej., toneladas CO<sub>2</sub>e evitadas).

## RECOMENDACIONES

### En relación a:

- **El monitoreo y la evaluación:** implementar un sistema integrado de monitoreo (kWh generados, litros de diésel evitados, m<sup>3</sup> de agua bombeada, calidad del agua) con registros periódicos accesibles al Comité de Gestión.
- **Para la gestión del agua:** priorizar eficiencia hídrica: promover riego por goteo donde proceda como elementos a tener en cuenta en otras acciones y proyectos, programar riegos según demanda real, instalar sistemas de cosecha y almacenamiento de agua de lluvia y reutilizar aguas de proceso.
- **Desarrollar un Plan de Manejo Ambiental:** que permita formalizar y ejecutar el PMA con medidas de control de erosión, manejo de residuos de obra, protocolos de mantenimiento y planes de contingencia ante eventos extremos.
- **Para el manejo de residuos y economía circular:** se propone sistematizar la valorización de subproductos (pienso, harinas, compost) y diseñar rutas locales de aprovechamiento para reducir residuos y dependencia de insumos externos, de manera más óptima en cada momento del proceso.
- También tener en cuenta, el análisis de ciclo de vida de las tecnologías y planificar con antelación, el manejo de partes y piezas de las instalaciones una vez que cumplan con su vida útil o en caso de roturas.
- Se considera que, en materia de institucionalidad y sostenibilidad financiera, es oportuno consolidar la EMGER como entidad técnica y financiera para gestión de activos, mantenimiento y acceso a fondos; definir modelos de tarifas y servicios para sostener operación.
- Mientras que, en materia de capacitación y género, se propone mantener formación continua con enfoque de género y priorizar la inclusión de mujeres y jóvenes en roles técnicos y de gestión, así como prever presupuestos específicos para actividades de género.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). *Agroecology and the design of resilient agroecosystems*. Routledge.
2. Colectivo de autores. (2019). *Análisis de la factibilidad ambiental de proyectos de desarrollo local* (Sistema: Guías de herramientas complementarias). Plataforma Articulada para el Desarrollo Integral Territorial (PADIT) / Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
3. Chandel, S. S., Naik, M., & Chandel, R. (2017). *Economic and environmental assessment of solar photovoltaic water pumping systems for irrigation in India*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78, 648–657.
4. Elkhadraoui, M., et al. (2015). *Solar drying technologies for food preservation: a review*. *Journal of Food Engineering*, 150, 1–12.
5. FAO. (2019). *The State of Food and Agriculture 2019: Moving forward on food loss and waste reduction*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
6. Foley, J. A., et al. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478(7369), 337–342.
7. García, R., et al. (2020). *Eficiencia hídrica y tecnologías de riego acopladas a energías renovables*. *Revista Cubana de Recursos Hídricos*, 12(1), 23–38.
8. Gliessman, S. R. (2015). *Agroecology: The ecology of sustainable food systems* (3rd ed.). CRC Press.
9. Pimentel, D., et al. (2005). *Energy inputs in food production in developing and developed nations*. *Ecological Economics*, 52(2), 143–155.
10. Rivas Diéguez, A., Hernández Labrada, L. M., & Peña Pérez, M. (2026). *Análisis de factibilidad ambiental del proyecto AFRE-I*. Centro Universitario Municipal “Jesús Menéndez”, Universidad de Las Tunas.

