

6

El índice de manejo sostenible de tierras como herramienta para la sostenibilidad y la gobernanza local

The sustainable land management index as a tool for sustainability and local governance

Alexander Fernández Velazquez ¹*, <https://orcid.org/0000-0002-4612-475X>

Álvaro Blanco Imbert ², <https://orcid.org/0000-0002-6144-7258>

Annelis García González ¹, <https://orcid.org/0000-0001-8293-3960>

¹ Subdelegación de Medio Ambiente, Delegación Territorial del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Guantánamo, Cuba.

² Unidad de Ciencia y Técnica Básica Suelos Guantánamo, Instituto de Suelos, Cuba.

*Autor de correspondencia: alexanderfv1973@gmail.com

RESUMEN

Objetivo: Elaborar un Índice de Manejo Sostenible de Tierras como herramienta para la evaluación de la sostenibilidad y el fortalecimiento de la gobernanza local.

Materiales y métodos: Mediante un enfoque descriptivo-explicativo se integraron cinco dimensiones (física, ecológica, social, económica y humana); se seleccionaron los indicadores a través de consultas a expertos con el método Delphi, la revisión bibliográfica y el análisis multicriterio. Los datos se recopilaban a partir de encuestas validadas, el diagnóstico ambiental participativo y la prueba piloto en la Cooperativa de Créditos y Servicios Enrique Campos, con normalización de valores y validación estadística mediante Alfa de Cronbach.

Resultados: Los resultados mostraron un Índice de Manejo Sostenible de Tierras alto, con confiabilidad estadística confirmada, donde los indicadores de uso eficiente del agua y diversidad biológica mostraron la mayor sostenibilidad, mientras el acceso a bienes individuales presentó el valor más bajo.

Conclusiones: El estudio demuestra que el Índice de Manejo Sostenible de Tierras es una herramienta confiable y multidimensional para la evaluación de la sostenibilidad, permitiendo identificar prioridades estratégicas y fortalecer la toma de decisiones en el Manejo Sostenible de Tierras en ecosistemas semiáridos, recomendándose su implementación en programas de desarrollo local y su replicación en regiones con características ecológicas similares.

PALABRAS CLAVE: sostenibilidad, gobernanza, indicadores, validación, agroecosistemas

ABSTRACT

Objective: To develop a Sustainable Land Management Index as a tool for assessing sustainability and strengthening local governance.

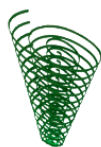
Materials and methods: Using a descriptive-explanatory approach, five dimensions (physical, ecological, social, economic, and human) were integrated. Indicators were selected through expert consultations using the Delphi method, a literature review, and multi-criteria analysis. Data were collected from validated surveys, a participatory environmental assessment, and a pilot test at the Enrique Campos Credit and Services Cooperative. Values were normalized and statistically validated using Cronbach's alpha.

Results: The findings revealed a high Sustainable Land Management Index with confirmed statistical reliability. Indicators related to efficient water use and biodiversity showed the highest levels of sustainability, while access to individual goods had the lowest score.

Conclusions: The study demonstrates that the Sustainable Land Management Index is a reliable and multidimensional tool for sustainability assessment, enabling the identification of strategic priorities and strengthening decision-making in Sustainable Land Management in semi-arid ecosystems. Its implementation in local development programs and replication in regions with similar ecological characteristics is recommended.

KEYWORDS: sustainability, governance, indicators, validation, agroecosystems

Cómo citar: Fernández, A., Blanco, A., & García, A. (2025). El índice de manejo sostenible de tierras como herramienta para la sostenibilidad y la gobernanza local. *Retos de la Dirección*, 19, e2506. <https://reduc.edu.cu/index.php/retos/article/view/e2506>



Introducción

En la actualidad se demandan marcos de gobernanza inclusivos y descentralizados que fomenten la soberanía alimentaria y la resiliencia socioambiental, asegurando así la viabilidad de sistemas agrícolas justos y regenerativos (Val & Rosset, 2022).

A nivel mundial los indicadores son esenciales para evaluar el avance hacia la equidad social y la sostenibilidad ecológica. En el ámbito del Manejo Sostenible de Tierras (MST), se emplean índices especializados como el de calidad del suelo (SQI) y biodiversidad edáfica (BII), que ayudan a identificar zonas críticas y orientar acciones estratégicas (Burton *et al.*, 2023; Lenka *et al.*, 2022; Shah *et al.*, 2022).

La restauración de ecosistemas y la sostenibilidad, impulsada por el Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas, subraya que la sostenibilidad solo es alcanzable si se establecen estructuras de gobernanza inclusivas y adaptativas (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN], 2022).

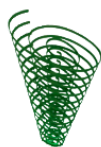
La restauración efectiva de los ecosistemas requiere una gobernanza inclusiva que articule intereses ecológicos, sociales y económicos, respaldada por mecanismos financieros sostenibles y sistemas de monitoreo adaptativo. La participación activa de las comunidades locales es esencial para garantizar la legitimidad, la equidad y la sostenibilidad a largo plazo de las intervenciones (UICN, 2025).

En Cuba, el MST ha sido fundamental para enfrentar los desafíos del cambio climático y la degradación del suelo. Según un artículo reciente, se han implementado modelos de gestión en zonas semiáridas, como en la provincia de Guantánamo, donde se han desarrollado indicadores ambientales y estrategias para mejorar la producción agrícola sostenible y la calidad de vida de las comunidades (Fernández, García *et al.*, 2025).

La validación de un Índice de Manejo Sostenible de Tierras (IMST) es fundamental para eliminar los vacíos técnicos referidos a la necesidad de contar con herramientas metodológicas y prácticas sostenibles para garantizar la eficacia en la evaluación de la gobernanza, la sostenibilidad ambiental y el fortalecimiento de la gobernanza local.

Las iniciativas en curso han reafirmado la relevancia de diseñar, validar e implementar un IMST como herramienta principal para ofrecer evaluaciones integrales sobre la sostenibilidad de los ecosistemas en una región que enfrenta retos como la desertificación y la sequía.





El IMST se consolida como herramienta fundamental para evaluar la sostenibilidad y calidad de la gobernanza territorial, al integrar dimensiones ambientales, sociales y políticas en un marco analítico unificado. La necesidad de su desarrollo y validación revela importantes brechas en los sistemas de gestión de los recursos naturales donde predominan enfoques fragmentados que dificultan la articulación entre políticas públicas, prácticas locales y criterios de sostenibilidad.

Para la evaluación de la gobernanza y la sostenibilidad el IMST permite integrar múltiples dimensiones en un marco que facilita la medición del desempeño de los agroecosistemas. Su aplicación permite identificar tendencias, establecer umbrales críticos y orientar políticas hacia prácticas de manejo sin comprometer la capacidad de producción futura.

Además, el IMST promueve un enfoque interdisciplinario y multiescalar, lo que lo convierte en una herramienta adaptable a diversas realidades geográficas para evaluar la gobernanza y la sostenibilidad. Instituciones como el INTA en Argentina han desarrollado metodologías e índices para monitorear la sustentabilidad, demostrando su utilidad en la toma de decisiones territoriales y en la construcción de agroecosistemas resilientes (Issaly *et al.*, 2021).

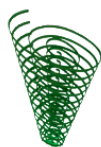
La evaluación del IMST evidencia su potencial como instrumento de gobernanza, particularmente en la mediación de conflictos de uso y en la transición a modelos sostenibles. Ese índice, al trascender las mediciones convencionales, permite identificar déficits técnicos y asimetrías de modelos extractivistas y construir sistemas de gobernanza más inclusivos y efectivos.

Su desarrollo metodológico representa así, un avance crucial para superar las limitaciones de los marcos normativos actuales, que privilegian indicadores cuantitativos sobre procesos cualitativos de transformación socioambiental.

La situación problemática que enfrenta la zona semiárida del sur de la provincia Guantánamo se caracteriza por una profunda vulnerabilidad socioambiental. La ausencia de mecanismos eficaces de gobernanza evidencia la necesidad de transformar los sistemas de manejo hacia esquemas de gobernanza más sostenibles.

En ese contexto, el IMST se plantea como una herramienta clave para diagnosticar los agroecosistemas, y visibilizar las brechas de gobernanza que perpetúan la situación problemática de la región, facilitando la construcción de modelos de gestión que promuevan la regeneración de los recursos sin comprometer la capacidad productiva futura. Su aplicación responde a una necesidad técnica, social y de soberanía posicionando el IMST como eje articulador entre sostenibilidad del MST y gobernanza local transformadora.





Considerando lo expuesto con anterioridad, se plantea el siguiente objetivo: elaborar un Índice de Manejo Sostenible de Tierras como herramienta para la evaluación de la sostenibilidad y el fortalecimiento de la gobernanza local.

Materiales y métodos

Se emplearon métodos de recopilación de datos, incluyendo la encuesta, diseñada para medir la participación, capacitación y bienestar de las comunidades locales; así como de líderes comunitarios, agricultores y expertos locales sobre aspectos financieros, sociales y ambientales (Troncoso-Pantoja & Amaya-Placencia, 2017).

El diseño de los indicadores ambientales se fundamentó en referentes teóricos ampliamente utilizados en la evaluación de fenómenos complejos, entre ellos destaca el marco de Impulsor-Presión - Estado- Impacto y Respuesta (DPSIR). Este se ha aplicado ampliamente a nivel mundial en la evaluación, el tratamiento y la comunicación con respecto a los problemas ambientales. Además, proporciona un nexo entre las causas de los problemas ambientales y las presiones resultantes, los impactos asociados y las respuestas necesarias para resolver y gestionar problemas y desafíos ambientales específicos (Dzoga *et al.*, 2020).

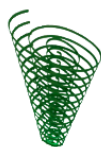
Los modelos de evaluación multicriterio también desempeñaron un papel esencial, pues permitieron integrar múltiples dimensiones para abordar la sostenibilidad de sistemas complejos y otras herramientas específicas para supervisar ecosistemas terrestres y su estado de conservación. Por otra parte, se consideró un enfoque amplio para el diseño de los indicadores que reflejó interacciones entre los componentes de los sistemas ambientales, como suelo, agua y biodiversidad.

Cada indicador se diseñó para reflejar un aspecto crítico de la sostenibilidad del MST en Guantánamo.

Las ponderaciones fueron realizadas por el Método Analítico Jerárquico (AHP) de Saaty y Vargas (2012) que fue utilizado para la toma de decisiones multicriterio, asignando pesos cuantitativos a indicadores basados en rangos cualitativos que describen la relevancia de cada indicador del IMST.

Para la normalización de los datos se siguieron los resultados de Martínez-Sánchez *et al.* (2021) sobre armonización, normalización de datos, coeficiente de variación y requisitos de calidad de los datos.





Los indicadores fueron seleccionados mediante una revisión exhaustiva de la literatura, consultas con expertos y análisis de estudios previos realizados en el contexto internacional y nacional.

Cada grupo de indicadores tiene un peso total dentro del índice, determinado por su relevancia relativa. Asimismo, los indicadores individuales dentro de cada grupo se distribuyen en función de su contribución al peso total del capital correspondiente. Las ponderaciones permitieron equilibrar el índice atribuyendo mayor peso a los factores más determinantes. Ese enfoque se desarrolló utilizando el método Delphi, una técnica aplicada en diversos contextos ambientales para lograr consensos entre expertos sobre temas complejos y se siguieron los resultados de Mercately (2025).

A partir de los criterios anteriores se definió la normalización como método para ajustar los valores de un conjunto de datos dividiendo cada uno por el valor más grande del conjunto. Eso asegura que los valores queden en un rango estándar, generalmente entre 0 y 1, la base de cálculo se muestra a continuación.

La fórmula para normalizar los datos por el mayor valor es la siguiente:

$$X_i^I = \frac{X_i}{X_{máx}}$$

Donde:

X_i^I : es el valor normalizado.

$X_{máx}$: es el valor más grande del conjunto de datos.

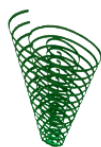
X_i : es el valor original del conjunto de datos.

Ese proceso ajustó todos los valores al rango de 0 a 1, donde el valor máximo será igual a 1 tras la normalización.

Se realizó una normalización lineal y ponderación de cada indicador para garantizar la comparabilidad, para lo que se elaboró una fórmula normalizada del IMST.

En la fórmula cada indicador fue normalizado a partir de sus valores mínimos y máximos esperados y para calcular la contribución de cada indicador se multiplicó su valor normalizado por su ponderación.

Cada indicador se calculó utilizando la fórmula de normalización, transformando esos valores en una escala estandarizada de 0 a 1. Lo anterior aseguró que el valor final del índice se mantuviera dentro del rango de 0 a 1, facilitando la interpretación de los resultados.



Se elaboró una escala de evaluación del IMST que facilita la identificación de prioridades para la toma de decisiones. Los valores de la escala se interpretaron según niveles que van de “Muy Bajo” (Si $0 \leq \text{IMST} \leq 0,2$) a “Muy Alto” (Si $\text{IMST} \geq 0,81$).

Se diseñó una escala detallada de evaluación que refleja la sostenibilidad, que distingue niveles de MST desde nivel de sostenibilidad muy bajo hasta muy alto, facilitando la identificación de prioridades para la toma de decisiones. Dicha escala fue validada, según criterios de expertos (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008).

La región de Guantánamo fue seleccionada como área de estudio debido a su diversidad ecológica y los desafíos socioeconómicos que enfrenta. La región incluye ecosistemas agrícolas, boscosos y semiáridos, lo que permitió evaluar diferentes contextos de sostenibilidad. Las áreas representativas se identificaron mediante un mapeo participativo con comunidades locales y expertos.

El área se denomina Zona Semiárida y se encuentra en la zona sur de la provincia de Guantánamo en los municipios Niceto Pérez, Caimanera, Guantánamo, San Antonio del Sur, Imías y Maisí (Fernández, Rodríguez *et al.*, 2025).

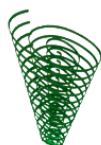
Resultados y discusión

Diseño y elaboración del índice

Se llevó a cabo un estudio descriptivo y explicativo con el propósito de desarrollar y validar un IMST. Para ello, se adoptó un enfoque multidimensional que integra y evalúa de manera integral aspectos físicos, ecológicos, sociales, económicos y humanos, evaluando integralmente la sostenibilidad de las prácticas de manejo en áreas representativas de la provincia de Guantánamo, Cuba. El IMST, como herramienta principal del análisis, permitió consolidar diversas variables en un único indicador que facilita la toma de decisiones fundamentadas y orientadas hacia la sostenibilidad.

El IMST es una herramienta integral que facilita la evaluación de la sostenibilidad del MST en los ecosistemas, considerando diversos capitales o recursos terrestres: físico, natural, social, financiero y humano. Proporciona una visión integral de la sostenibilidad de los ecosistemas permitiendo identificar áreas de mejora y tomar decisiones informadas para promover prácticas sostenibles.





Selección de indicadores

Los indicadores se clasificaron en cinco categorías (capitales), físico, natural, social, financiero y humano considerando las diferentes dimensiones de la sostenibilidad y según el Manual de Procedimientos para el Manejo Sostenible de Tierras (Urquiza *et al.*, 2011).

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la selección de indicadores según su peso específico y relevancia relativa, siguiendo los criterios de los autores y los establecidos por expertos, mediante un análisis Delphi, de acuerdo con los postulados de Álvarez *et al.* (2024).

Tabla 1. Selección de indicadores según su peso específico y relevancia relativa

Capitales y sus indicadores de MST	Peso asignado (%)	Ponderación (0-1)	Valor Normalizado (0-1)
1.Capital Físico			
1.1 Estado de la vivienda.	5	0,05	0-1
1.2 Infraestructura, maquinaria y equipamiento.	10	0,10	0-1
1.3 Acceso a bienes individuales.	5	0,05	0-1
2.Capital Natural			
2.1Uso eficiente del agua.	10	0,10	0-1
2.2 Diversidad biológica.	10	0,10	0-1
2.3 Eventos meteorológicos.	5	0,05	0-1
2.4 Calidad del suelo.	10	0,10	0-1
3.Capital Social			
3.1 Participación en la toma de decisiones.	5	0,05	0-1
3.2 Participación de redes e instituciones.	5	0,05	0-1
4. Capital Financiero			
4.1 Créditos bancarios, y seguros.	5	0,05	0-1
4.2 Incentivos económicos.	5	0,05	0-1
4.3 Medios de vida.	5	0,05	0-1
5. Capital Humano			
5.1 Servicios básicos.	5	0,05	0-1
5.2 Formación de capacidades.	10	0,10	0-1
5.3 Generación de empleos.	5	0,05	0-1

Fuente: elaboración propia.

La tabla 2 presenta los resultados del diseño de los indicadores, incluyendo sus ponderaciones, procesos de normalización y los valores asignados a cada uno.

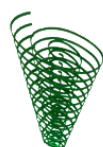


Tabla 2. Resultados del diseño, de la ponderación y de la normalización de los indicadores

No.	Indicadores de MST	Ponderación (0-1)	Máximo valor normalizado (0-1)	Valor normalizado ($P_i \times VN_i$) (0-1)
1	Estado de la vivienda.	0,05	1	0-1
2	Infraestructura, maquinaria y equipamiento.	0,10	1	0-1
3	Acceso a bienes individuales.	0,05	1	0-1
4	Uso eficiente del agua.	0,10	1	0-1
5	Diversidad biológica.	0,10	1	0-1
6	Eventos meteorológicos.	0,05	1	0-1
7	Calidad del suelo.	0,10	1	0-1
8	Participación en la toma de decisiones.	0,05	1	0-1
9	Participación de redes e instituciones.	0,05	1	0-1
10	Créditos bancarios y seguros.	0,05	1	0-1
11	Incentivos económicos.	0,05	1	0-1
12	Medios de vida.	0,05	1	0-1
13	Servicios básicos.	0,05	1	0-1
14	Formación de capacidades.	0,10	1	0-1
15	Generación de empleos.	0,05	1	0-1
IMST = $\sum(P_i \times VN_i)$		1	1	1

Fuente: elaboración propia

Para el cálculo del valor de la contribución máxima al IMST se multiplicó la ponderación por el valor normalizado de cada indicador.

La fórmula con la que se calculó el índice integra las contribuciones individuales de cada indicador, sintetiza las múltiples dimensiones en un valor representativo, lo que permitió una evaluación coherente y estructurada de los elementos clave analizados:

Fórmula normalizada:

$$IMST = \sum(P_i \times VN_i)$$

P_i : Ponderación VN_i : Valor Normalizado

La fórmula se normalizó dentro del rango (0-1) y la suma de todas las ponderaciones igual a 1 (o 100%), a partir del peso que fue asignado a cada indicador según su importancia.

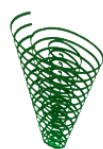
Para el cálculo del IMST se sumaron todas las contribuciones ponderadas de los indicadores normalizados para obtener el valor final, que estuvo automáticamente dentro del rango (0-1).

Escala de evaluación del IMST

Se asumió una escala de colores para representar el estado de implementación y la sostenibilidad del IMST, según sus valores y clasificado en muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

Como muestra la Tabla 3 se incluyó la escala de valores del índice, los niveles de sostenibilidad y la descripción del estado del ecosistema estudiado. En la literatura consultada no fueron





encontrados resultados similares de un IMST con una batería de indicadores, la descripción del estado de los ecosistemas y una evaluación de su sostenibilidad.

Tabla 3. *Escala de evaluación del IMST*

Valor IMST	Nivel de sostenibilidad	Descripción del estado del MST
Si $0 \leq \text{IMST} \leq 0,2$	Muy bajo	Sostenibilidad crítica. Es necesario priorizar mejoras urgentes.
Si $0,2 < \text{IMST} \leq 0,4$	Bajo	Déficit notable. Se requieren ajustes significativos.
Si $0,4 < \text{IMST} \leq 0,6$	Medio	Sostenibilidad moderada. Hay margen para mejorar.
Si $0,6 < \text{IMST} \leq 0,8$	Alto	Buen nivel. Aplicar ajustes menores para optimizar.
Si $\text{IMST} \geq 0,81$	Muy Alto	Excelente sostenibilidad. Modelo a seguir.

Fuente: elaboración propia

Validación del Índice

La validación del IMST se llevó a cabo mediante:

Análisis de consistencia interna: utilizando métodos estadísticos como el Coeficiente de Alfa de Cronbach para evaluar la consistencia del índice (Cronbach, 1951) y la fiabilidad de sus componentes (Torres, 2021).

Prueba piloto: aplicación del índice en la Zona Semiárida de Guantánamo para identificar posibles ajustes en los indicadores o ponderaciones.

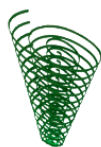
Análisis de consistencia interna mediante el Coeficiente Alfa de Cronbach y criterios de expertos

Para validar la efectividad y confiabilidad del índice, se emplearon metodologías complementarias como el análisis estadístico del coeficiente alfa de Cronbach (Cronbach, 1951) y la evaluación por criterios de expertos (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008).

El análisis del alfa de Cronbach, realizado mediante el paquete estadístico SPSS 27, obtuvo un valor de 0,83, lo que evidencia una alta consistencia interna entre los 15 indicadores que conforman el índice. Eso implica que los indicadores seleccionados están adecuadamente alineados con los objetivos del estudio y que, en conjunto, miden de manera coherente las dimensiones esenciales de la sostenibilidad. Un valor dentro del rango aceptable (0,70-0,90) refuerza la validez del índice, sugiere la ausencia de redundancia excesiva entre los indicadores, lo cual mantiene la claridad y funcionalidad del modelo (Cronbach, 1951).

Asimismo, la validación por criterios de expertos desempeñó un papel crucial al aportar una perspectiva cualitativa sobre la pertinencia de los indicadores, sus ponderaciones y la interpretación de los resultados. Ese enfoque asegura que el índice no solo sea estadísticamente





sólido, sino también contextualizado y relevante para el escenario en el que se aplica. Las observaciones y sugerencias de los expertos permitieron ajustar y perfeccionar los componentes del índice, mejorando su utilidad práctica en la toma de decisiones.

La combinación de un valor robusto del alfa de Cronbach y la validación por criterios de expertos respalda que el IMST es una herramienta fiable, coherente y metodológicamente sólida. Ese enfoque integrado asegura que el índice refleje de manera precisa las condiciones de sostenibilidad del área evaluada, fortaleciendo su capacidad como instrumento clave para guiar y optimizar las estrategias de manejo sostenible de tierras. El análisis anterior proporciona una base clara y consistente para la implementación de mejoras y el monitoreo continuo.

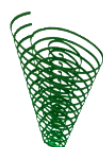
Durante el proceso de validación del IMST, los expertos realizaron recomendaciones claves para optimizar las prácticas implementadas y fortalecer los resultados del índice, señalaron áreas específicas para ajustes, con el objetivo de potenciar aún más el manejo sostenible, entre las principales recomendaciones destacaron:

- Mejorar el acceso a bienes individuales: crear programas que faciliten la disponibilidad de herramientas y recursos esenciales para actividades productivas, promoviendo así mayor equidad y eficiencia en el uso de estos bienes.
- Fortalecer la formación de capacidades: incentivar la capacitación en manejo sostenible, adaptación basada en ecosistemas, soluciones basadas en la naturaleza, conservación de recursos y resiliencia climática, fomentando el empoderamiento comunitario y el compromiso con prácticas sostenibles.
- Optimizar la infraestructura, maquinaria y equipamiento: realizar evaluaciones periódicas para detectar necesidades de actualización y garantizar el óptimo funcionamiento de las actividades vinculadas a la sostenibilidad.
- Fomentar la diversificación de los medios de vida: reducir la dependencia de un único recurso o actividad, promoviendo una mayor resiliencia económica y ecológica en las comunidades.

Cálculo del IMST

El cálculo del IMST se basó en una metodología que combina la normalización de valores y la asignación de ponderaciones específicas a cada indicador evaluado. Ese proceso aseguró una representación precisa y equilibrada de las dimensiones clave de la sostenibilidad. A continuación, se describe el procedimiento empleado:





1. **Normalización de valores:** cada indicador se evaluó en función de una escala de 0 a 1, donde 0 representa el valor mínimo y 1 el máximo posible. Ese enfoque permite estandarizar los datos y facilitar comparaciones entre indicadores de distinta naturaleza.

2. **Asignación de ponderaciones:** las ponderaciones se determinaron con base en la importancia relativa dentro del contexto de manejo sostenible de tierras. Por ejemplo, indicadores como “Uso eficiente del agua” y “Diversidad biológica” recibieron mayores ponderaciones debido a su impacto significativo en la sostenibilidad ambiental.

3. **Cálculo del valor del índice:** el IMST se obtuvo sumando los productos de los valores normalizados de cada indicador y sus respectivas ponderaciones. Esa fórmula asegura que el índice refleje de manera integral el desempeño general en sostenibilidad.

La metodología aplicada, que incluye normalización, ponderación y cálculo demostró ser robusta y adecuada para capturar las dinámicas de sostenibilidad en el área evaluada. Ese procedimiento estandarizado contribuyó a la claridad y utilidad del IMST como herramienta de evaluación y mejora.

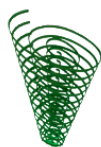
Los resultados obtenidos del análisis de expertos y de la prueba piloto que se muestran en la Tabla 4 evidenciaron la pertinencia y la utilidad del IMST como herramienta de evaluación y mejora. Esas recomendaciones representan ajustes menores que, al implementarse, contribuirán a alcanzar niveles óptimos de sostenibilidad, consolidando las buenas prácticas ya existentes.

Tabla 4. Resultados de la Prueba piloto del cálculo del IMST para el polígono de la CCS Enrique Campos, en la Zona Semiárida de Guantánamo

No.	Indicadores de MST	Ponderación (0-1)	Valor normalizado (0-1)	Valor normalizado $P_i \times VN_i$ (0-1)
1	Estado de la vivienda.	0,10	0,6	0,06
2	Infraestructura, maquinaria y equipamiento.	0,10	0,6	0,06
3	Acceso a bienes individuales.	0,05	0,4	0,02
4	Uso eficiente del agua.	0,10	0,8	0,08
5	Diversidad biológica.	0,10	0,8	0,08
6	Eventos meteorológicos.	0,05	1	0,05
7	Calidad del suelo.	0,10	0,6	0,06
8	Participación en la toma de decisiones.	0,05	0,8	0,04
9	Participación de redes e instituciones.	0,05	0,6	0,03
10	Créditos bancarios, y seguros.	0,05	0,6	0,03
11	Incentivos económicos.	0,05	1	0,05
12	Medios de vida.	0,05	0,6	0,03
13	Servicios básicos.	0,05	0,6	0,03
14	Formación de capacidades.	0,05	0,6	0,03
15	Generación de empleos.	0,05	0,8	0,04
IMST = $\sum (P_i \times VN_i)$				0,67

Fuente: *elaboración propia*





El IMST, diseñado, validado y calculado con valor de 0.67 muestra que, según la escala de evaluación, corresponde a un nivel de sostenibilidad del MST alto. El indicador de Acceso a bienes individuales es el que muestra el valor más bajo de sostenibilidad, mientras que los indicadores que muestran mayor sostenibilidad son los referidos a Uso Eficiente del Agua y Diversidad Biológica, mostrando una tendencia a la recuperación del ecosistema estudiado.

Lo anterior indica un buen desempeño en términos de sostenibilidad y sugiere que las condiciones actuales de manejo sostenible son favorables, aunque existe margen para realizar ajustes menores que optimicen aún más las prácticas implementadas.

Los resultados del estudio permitieron determinar la existencia de limitaciones potenciales referidas a la subjetividad en la valoración de los expertos para brindar mayor transparencia al análisis y determinar las posibles áreas de mejora futura. Se empleó el índice como herramienta práctica para profundizar en la implementación de políticas públicas, planificación ambiental o gestión de recursos locales.

IMST, sostenibilidad y gobernanza local

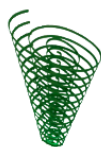
Para González (2022) la sostenibilidad ambiental depende profundamente de una gobernanza eficaz de los ecosistemas, entendida como el conjunto de normas, instituciones y procesos que regulan el uso y conservación de los recursos naturales.

Esa perspectiva promueve una visión holística que considera la biodiversidad no solo como un activo ecológico, sino como un componente esencial para el bienestar humano y la justicia ambiental y por ello el papel del IMST como herramienta vital en ese escenario para evaluar la sostenibilidad y la gobernanza local de las zonas de estudio.

Los resultados indican que el desarrollo de un índice para evaluar la sostenibilidad y la gobernanza local encuentra una aplicación concreta en el IMST, el cual permite medir de forma integrada el estado y la gestión de los recursos naturales en un territorio determinado. Ese índice no solo considera variables biofísicas como la calidad del suelo, el uso de la tierra y la cobertura vegetal, sino que incorpora dimensiones socioeconómicas y de gobernanza, como la participación comunitaria, la planificación estratégica y la resiliencia institucional frente a fenómenos como la desertificación y el cambio climático.

Según el Manual de Procedimientos para el Manejo Sostenible de Tierras, el MST se plantea como una herramienta metodológica que facilita la evaluación del impacto de políticas públicas y proyectos ambientales, permitiendo declarar áreas bajo manejo sostenible y replicar buenas prácticas en paisajes similares (Urquiza et al., 2011).





El IMST cuenta con un enfoque que se complementa con las guías metodológicas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (PNUD), que promueven una evaluación holística del estado de la tierra, integrando aspectos físicos, biológicos y sociales para orientar la toma de decisiones a nivel local (PNUD, 2021).

Importancia del Índice y su repercusión en la gobernanza y la sostenibilidad

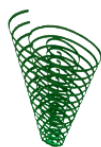
La implementación del IMST fortalece la gobernanza territorial al ofrecer datos comparables, fomentar la transparencia y facilitar la rendición de cuentas. Además, permite a los gobiernos locales y comunidades identificar prioridades, diseñar intervenciones adaptativas y monitorear el progreso hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En definitiva, el IMST representa una herramienta estratégica para avanzar hacia modelos de desarrollo más resilientes, inclusivos y sostenibles.

La obtención de un IMST representa un avance crucial para la gestión ambiental y territorial, ya que permite traducir datos complejos en información comprensible y útil para la toma de decisiones. Ese índice no solo facilita el diagnóstico del estado de los ecosistemas, sino que también permite monitorear el impacto de las políticas públicas, identificar zonas críticas y priorizar acciones de restauración o conservación. Al integrar variables ecológicas, sociales y de gobernanza, el IMST se convierte en una herramienta estratégica para promover un desarrollo equilibrado, resiliente y adaptado a las condiciones locales.

Su repercusión en la gobernanza y la sostenibilidad es profunda al ofrecer evidencia objetiva y sistematizada, el índice fortalece la transparencia, la rendición de cuentas y la participación ciudadana. Los gobiernos locales pueden utilizarlo para justificar decisiones, atraer financiamiento y coordinar esfuerzos interinstitucionales, mientras que las comunidades pueden apropiarse del proceso evaluativo y exigir mejoras en la gestión de sus territorios. En ese sentido, el IMST no es solo un instrumento técnico, sino un catalizador de transformación democrática y ecológica, indispensable para avanzar hacia modelos de gobernanza más inclusivos y sostenibles.

El IMST permite traducir la complejidad del territorio en métricas claras que vinculan directamente la salud ambiental con la capacidad de gestión local. Al integrar variables como la cobertura vegetal, la erosión del suelo, el acceso equitativo a los recursos y la participación comunitaria, el IMST ofrece una visión integral del desempeño territorial. Esa herramienta no solo mide el estado físico de la tierra, sino que revela cómo las decisiones institucionales y las prácticas sociales inciden en la sostenibilidad. Así, el índice se convierte en un puente entre el conocimiento técnico





y la acción política, facilitando la planificación estratégica y el diseño de políticas públicas más coherentes con los desafíos ecológicos actuales.

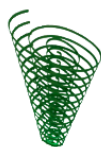
Desde la perspectiva de la gobernanza local, el IMST fortalece la capacidad de los gobiernos municipales para ejercer un liderazgo informado y participativo. Al contar con datos sistematizados y comparables, las autoridades pueden priorizar intervenciones, justificar inversiones y fomentar la corresponsabilidad ciudadana en la gestión del territorio.

Además, el índice permite monitorear el cumplimiento de compromisos internacionales como los ODS y la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD), alineando las acciones locales con marcos globales. En ese sentido, el IMST no solo es una herramienta de evaluación, sino un instrumento de transformación que impulsa una gobernanza más transparente, inclusiva y orientada al bienestar ecosistémico y social

Conclusiones

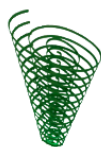
- 1- Se elaboró un IMST como herramienta para la evaluación de la sostenibilidad y el fortalecimiento de la gobernanza local. El índice integra las diferentes dimensiones de la sostenibilidad, lo que permite diagnosticar el estado del manejo territorial y orientar decisiones estratégicas que promuevan prácticas sostenibles y una gestión participativa del territorio.
- 2- La validación metodológica del IMST, mediante el coeficiente Alfa de Cronbach y la revisión de expertos, confirmó su solidez estadística y pertinencia contextual. Eso lo posiciona como un instrumento confiable para la formulación de políticas públicas y programas de intervención, tanto a nivel local como nacional, en el marco de los compromisos de desarrollo sostenible.
- 3- La aplicación piloto del índice en el polígono de la CCSF Enrique Campos evidenció su capacidad para identificar áreas prioritarias, brechas de gobernanza, sostenibilidad y oportunidades de mejora. Esa funcionalidad permite focalizar acciones, optimizar recursos y replicar buenas prácticas en otros territorios con características similares.
- 4- El IMST representa un aporte significativo al fortalecimiento de la gobernanza local, al facilitar la articulación entre actores, promover la corresponsabilidad en la gestión de los recursos naturales y generar evidencia para la toma de decisiones. Su implementación contribuye a consolidar procesos de planificación territorial más inclusivos, resilientes y orientados al desarrollo sostenible.





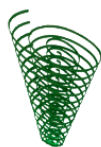
Referencias

- Álvarez, B., Mirabal, J. C., Concepción, J. A., & Naranjo, Y. (2024). Utilidad del Método Delphi para la evaluación de estrategia de autocuidado en pandemia. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 40, e2585. <http://scielo.sld.cu/pdf/mgi/v40/1561-3038-mgi-40-e2585.pdf>.
- Burton, V., Balsega, A., Palma de, A., Phillips, H., Mulder, C., Eggleton, P., & Purvis, A. (2023). Effects of land use and soil properties on taxon richness and abundance of soil assemblages. *European Journal of Soil Science*, 74(6), e13430. <https://bsssjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/ejss.13430>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Dzoga, M., Mulala, S., Munga, C., & Yonge, S. (2020). Application of the DPSIR Framework to Coastal and Marine Fisheries Management in Kenya. *Ocean Science Journal*, 55(2), 193-201. https://www.researchgate.net/publication/342054408_Application_of_the_DPSIR_Framework_to_Coastal_and_Marine_Fisheries_Management_in_Kenya
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6, 27-36. <http://investigacion.uninorte.edu.py/wp-content/uploads/Escobar-Pe%CC%81rez-y-Cuervo-Marti%CC%81nez-Validez-de-contenido-y-juicio-de-expertos-Una-apr.pdf>
- Fernández, A., García, A., Álvarez, M. L., & Capdevila, J. (2025). Manejo sostenible de tierras en zonas semiáridas: Una revisión sobre modelos de gestión. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 15(1), e1604. <https://www.revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/1604>
- Fernández, A., Rodríguez, Y., & Blanco, A. (2025). Manejo Sostenible de Tierras en ecosistemas de la zona semiárida de Guantánamo. *Avances*, 27(2), 153-165. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10117641>
- Issaly, L. C., Van den Bosch, M. E., Wilson, M. G., & Calvi, M. (2021). *Utilización del método MESMIS en la evaluación de la sustentabilidad*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/13599>
- Lenka, N. K., Meena, B. P., Lal, R., Khandagle, A., Lenka, S., & Shirale, A. O. (2022). Comparing Four Indexing Approaches to Define Soil Quality in an Intensively Cropped Region of



- Northern India. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 17-32.
<https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.865473>
- Martínez-Sánchez, L., Marques-García, F., Ozarda, Y., Blanco, A., Brouwer, N., Canalias, F., Cobbaert, C., Thelen, M., & Den Elzen, W. (2021). Big data e intervalos de referencia: motivación, prácticas actuales, prerequisites de armonización y estandarización y futuras perspectivas en el cálculo de intervalos de referencia mediante métodos indirectos. *Advances in Laboratory Medicine / Avances en Medicina de Laboratorio*, 2(1), 17-25.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10197353/pdf/almed-2-1-almed-2020>
- Mercately. (2025). *Método Delphi. Toma de decisiones*.
<https://blog.mercately.com/marketing/metodo-delphi/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). Guía herramientas metodológicas para evaluar el estado de degradación de las tierras y su aplicación en instrumentos de planificación territorial. Con base en la metodología LADA -
FAO.
https://wocat.net/documents/525/GUIA_HERRAMIENTAS_DE_MST_instrumentos.pdf
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2012). *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3597-6>
- Shah, T. I., Shah, A. M., Bangroo, S. A., Sharma, M. P., Aezum, A. M., Kirmani, N. A., Lone, A. H., Jeelani, M. I., Rai, A. P., Wani, F. J., Bhat, M. I., Malik, A. R., Biswas, A., & Ahmad, L. (2022). Soil Quality Index as Affected by Integrated Nutrient Management in the Himalayan Foothills. *Agronomy*, 12(8), 1870. <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/8/1870>
- Torres, J. D. (2021). *Fiabilidad de las escalas: Interpretación y limitaciones del Alfa de Cronbach*.
https://www.researchgate.net/publication/350589592_Fiabilidad_de_las_escalas_interpretacion_y_limitaciones_del_Alfa_de_Cronbach
- Troncoso-Pantoja, C., & Amaya-Placencia, A. (2017). Entrevista: guía práctica para la recolección de datos cualitativos en investigación de salud. *Rev. Fac. Med.*, 65(2), 329-32. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v65n2/0120-0011-rfmun-65-02-329.pdf>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2022). *Restauración de los ecosistemas basada en la ciencia para la década de 2020 y más allá*.
<https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2021-032-Es.pdf>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2025). *Plan de acción 2025*.
<https://www.uicn.es/content/uploads/2025/03/Plan-Accion-2025.pdf>





Urquiza, M. N., Alemán, C., Flores, L., Ricardo, M. P., & Aguilar, Y. (2011). *Manual de procedimientos para manejo sostenible de tierras*.
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2914139>

Val, V., & Rosset, P., M. (2022). *Agroecología(s) emancipatoria(s) para un mundo donde florezcan muchas autonomías*. Cooperativa Editorial Retos. <https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/bitstream/CLACSO/31433/1/Agroecologia-emancipatoria.pdf>

Declaración de conflicto de interés y conflictos éticos

Los autores declaramos la originalidad del manuscrito, que no ha sido enviado a otra revista y que somos responsables de todos los contenidos recogidos en el manuscrito. No existen plagios, conflictos de interés ni conflictos éticos, liberando a la revista de cualquier compromiso ético y/o legal.

Declaración de contribuciones de los autores

Alexander Fernández Velazquez: conceptualización; metodología; curación de datos; supervisión; validación; redacción- revisión y edición; metodología, visualización.

Álvaro Blanco Imbert: redacción-revisión y edición; metodología; análisis formal; redacción.

Annelis García González: conceptualización; curación de datos; análisis formal; validación – verificación; administración del proyecto; recursos; software; visualización.

Editado por: Dr. C. Lisbeth de los Ángeles Zayas Bazán Fernández

