



Espacio Abierto  
ISSN: 1315-0006  
eabierto.revista@gmail.com  
Universidad del Zulia  
República Bolivariana de Venezuela

Malavé-Figueroa, Adolfo Nikolai; Ramírez-Sánchez, Miguel Ysrael  
Evolución de las buenas prácticas ambientales en el Módulo de Formación  
y Desarrollo Comunitario de Rancho Viejo, México: Un estudio comparativo  
Espacio Abierto, vol. 32, núm. 1, 2023, Enero-Marzo, pp. 51-74  
Universidad del Zulia  
Maracaibo, República Bolivariana de Venezuela

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7775978>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=12274717003>

- ▶ [Cómo citar el artículo](#)
- ▶ [Número completo](#)
- ▶ [Más información del artículo](#)
- ▶ [Página de la revista en redalyc.org](#)

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso  
abierto



## ESPACIO ABIERTO

Cuaderno Venezolano de Sociología



### ***Separata:*** ***GINO GEMANI (1911-1979): La opción por una sociología científica***

Auspiciada por la International Sociological Association (ISA)  
y la Asociación Latinoamericana de Sociología (ALAS).  
Revista oficial de la Asociación Venezolana de Sociología (AVS)

Volumen 32  
Nº 1  
enero-marzo, 2023

1

**ESPACIO  
ABIERTO**

Cuaderno Venezolano de Sociología

Volumen 32 N° 1 (enero-marzo) 2023, pp. 51-74

ISSN 1315-0006. Depósito legal pp 199202zu44

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7775978>

# Evolución de las buenas prácticas ambientales en el Módulo de Formación y Desarrollo Comunitario de Rancho Viejo, México: Un estudio comparativo

*Adelso Nikolai Malavé-Figueroa\* y Miguel Ysrael Ramírez-Sánchez\*\**

## Resumen

El objetivo de la investigación fue evaluar los cambios generados, para el año 2021, en el nivel de cumplimiento de buenas prácticas ambientales (BPA) dentro del Módulo de Formación y Desarrollo Comunitario, situado en Rancho Viejo, México; como resultado de la aplicación de un programa de educación ambiental, con enfoque tecnológico en la mitigación y adaptación al cambio climático (MACC), además del diseño de un Sistema de Información Ambiental (SIA). La propuesta presentó un diseño de campo preexperimental para una sola medición con pre y post test, estructuración mixta de los datos y ajustado a una investigación de tipo comparativo. Fue empleado en este caso el método hipotético deductivo. Se consideraron como unidades de estudio, sin derivación de muestra, a la totalidad de actividades de buenas prácticas (N = 139), en dos momentos de evaluación diagnóstica (antes y después), con interludio de seis (06) meses de duración para la medición de contraste de las modificaciones registradas. El grado de satisfacción de las prácticas ambientales se constató a través de un *checklist*, ya constituido por una escala de Likert con consistencia interna ( $\alpha = 0,94$ ;  $p < 0,05$ ). Los resultados reflejaron que el Módulo tuvo un alto grado de cumplimiento de buenas prácticas ambientales, posterior a la aplicación del programa educativo ambiental ( $W^+ = 8,16E-25$ ;  $p < 0,05$ ). La investigación concluyó que los enfoques de MACC y la asistencia preliminar del SIA contribuyeron en la eficacia del programa educativo, de manera de que el Módulo cumpliera mejor las BPA.

**Palabras claves:** Ambiente; buenas prácticas ambientales; educación ambiental; mitigación y adaptación al cambio climático; sistema de información ambiental; desarrollo comunitario

\* Instituto Tecnológico Superior de Calidad, Inocuidad y Servicio. Ecuador.

E-mail: [gestiondelriesgoamerica@gmail.com](mailto:gestiondelriesgoamerica@gmail.com) ORCID: 0000-0003-0479-1201

\*\* Universidad Autónoma de Campeche. México.

E-mail: [miguelyramirez@hotmail.com](mailto:miguelyramirez@hotmail.com) ORCID: 0000-0003-3045-5391

# Evolution of good environmental practices in the Training and Community Development Module of Rancho Viejo, Mexico: A comparative study

## Abstract

The objective of the research was to evaluate the changes generated, by the year 2021, in the level of compliance with good environmental practices (GEP) within the Training and Community Development Module, located in Rancho Viejo, Mexico; as a result of the application of an environmental education program, with a technological focus on mitigation and adaptation to climate change (MACC), in addition to the design of an Environmental Information System (SIA). The proposal presented a pre-experimental field design for a single measurement with pre- and post-test, mixed structuring of the data and adjusted to a comparative type of research. The hypothetical deductive method was used in this case. The study units were considered as units of study, without sample derivation, all the activities of good practices (N = 139), in two moments of diagnostic evaluation (before and after), with an interlude of six (06) months duration for the contrast measurement of the registered modifications. The degree of satisfaction with the environmental practices was determined by means of a checklist, already constituted by a Likert scale with internal consistency ( $\alpha = 0.94$ ;  $p < 0.05$ ). The results showed that the Module had a high degree of compliance with good environmental practices after the application of the environmental education program ( $W^+ = 8.16E-25$ ;  $p < 0.05$ ). The research concluded that the MACC approaches and preliminary SIA assistance contributed to the effectiveness of the educational program, so that the Module was more compliant with GEP.

**Keywords:** Environment; good environmental practices; environmental education; mitigation and adaptation to climate change; environmental information system; community development.

## Introducción

Diversidad de programas de educación ambiental tradicionales dirigidos al personal de organizaciones institucionales y empresariales, toman poco en cuenta a las ventajas de la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático (MACC), sumado a un escaso sostén en los Sistemas de Información Ambiental (SIA) que puedan estar disponibles, esto como parte de los nuevos tiempos y desafíos de la Cuarta Revolución Industrial (4RI). Por tal razón, los índices de satisfacción de prácticas ambientales en estos recintos suelen oscilar entre los estados de regular e insuficiente (Vidal y Asuaga, 2021), a lo que se añade la confusión producida por el empleo de los términos *empleado verde*, comportamientos ambientales en el trabajo, conductas de mejora del entorno natural y de ciudadanía organizacional para la gestión ambiental (Herrera-Méndez et al, 2018). Una gestión ambiental apropiada posee

monitores de evaluación, uno de ellos es la escala de buenas prácticas ambientales que considera, con elevado rigor, al seguimiento de metas cumplidas en torno a las estrategias de MACC, además de su debido soporte en bases de datos sistematizadas.

El Módulo de Formación y Desarrollo Comunitario de Rancho Viejo (MFD) realiza en su gestión ambiental actividades de arborización, enseñanza comunitaria sobre reciclaje y reutilización de materiales (en especial botellas de plástico y chatarra), aparte de actividades de agricultura sostenible y crianza ecológica de animales. Sin embargo, se detectaron en el año 2020 afectaciones y pasivos ambientales negativos dentro el propio recinto y áreas de trabajo externas del MFD, así como también una desactualización de su único programa de educación ambiental para uso interno, con el que se apreció la ausencia de georreferenciación y de estrategias vinculantes a la MACC (Casa Misión Nuestra Señora del Magnificat [CMM], 2022).

En el año 2021 se implementó un ajuste estructural a todo el programa de educación ambiental, por lo que se deseó evaluar con esta investigación el impacto que tuvieron estos cambios en el nivel de cumplimiento de buenas prácticas ambientales (BPA) dentro del MFD. El presente trabajo está compuesto en tres partes: La primera consta de los aspectos teóricos alrededor de las buenas prácticas ambientales, el cambio climático y las estrategias básicas para su mitigación y adaptación, los sistemas de información ambiental, el estado situacional del MFD y las características vigentes de su programa educativo ambiental. La segunda parte explica la serie de métodos y materiales utilizados en la investigación. La tercera y última parte aborda los resultados y conclusiones principales del estudio.

## ***Buenas Prácticas Ambientales (BPA)***

El valor sociológico de las Buenas Prácticas Ambientales (BPA) dentro de los contextos organizacionales dimana, con fortaleza, en la fundación de un lazo formal entre los individuos y grupos sociales con respecto a su hábitat natural **local** y el cuidado planetario. Por intermedio de un sistema programático de medidas estructuradas y factibles de ser ejecutadas, las organizaciones y sus miembros reflexionan profundamente sobre el quid medioambiental y la huella ecológica que se marca sobre este en el devenir cotidiano (Matayoshi, 2019). En ese orden de ideas, las BPA coadyuvan en la moderación de los consumos indiscriminados de la energía, la reducción del empleo irracional de los recursos naturales, la sustitución progresiva de tecnologías lesivas de la preservación ambiental por otras más limpias, la mejora continua de los ciclos económicos y, entre otras medidas importantes, la adopción genérica de un estilo de vida más sostenible.

Desde una perspectiva más conceptual, las BPA representan a todas aquellas acciones que se planifican para minimizar el grado de afectación perjudicial o accidental del sistema de actividades humanas sobre el entorno ecológico. Dichas acciones son delineadas como parte sustancial de los cambios o mejoras significativas del desarrollo en la organización, por lo que es vital que todos los actores de la misma participen con un carácter protagónico y en un sentido horizontal para la toma de decisiones de rigor. El nivel de implicación y de compromiso actitudinal de la alta directiva, responsables seccionales e intermedios y de los mandos laborales restantes debería ser, en general, completo, uniforme y cooperativo para el funcionamiento de las BPA dentro de las organizaciones (Fernández, 2015).

En ese sentido, las BPA aquilatan una importancia para las actividades sociales por su compendio de prácticas viables y fáciles de emprender. Los bajos costes y alta rentabilidad

de las BPA hacen de ella una caja de herramientas de utilidad indiscutible, además de que se insertan con suma sencillez en casi cualquier tipo de planificación ambiental por parte de las organizaciones beneficiarias. Por tales motivos, las BPA contienen instrucciones comprensibles y que conllevan rápidos y medibles resultados de *ipso facto*, a partir de su diseño, simulacro y puesta en marcha inicial. Tales resultados giran alrededor, como mínimo, del control estricto de agentes tóxicos sobre áreas naturales, los usos racionales del agua y demás recursos naturales, la reducción de las emisiones de ruido y GEI hacia la atmósfera, el ahorro y gestión energéticos, la protección de la biodiversidad e implementación de tecnologías compatibles y/o más amigables con el ambiente (Fundación Promoción Social, 2017).

## ***Mitigación y Adaptación al Cambio Climático (MACC)***

La Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) distingue entre el cambio climático asociado a las actividades antropogénicas, las cuales estimulan el calentamiento global por modificaciones forzadas en la composición atmosférica; de la variabilidad climática relacionada con eventos internos propios del globo terráqueo y/o posibles presiones externas de ordenamiento natural (CMNUCC, 2020). El fenómeno del calentamiento global resulta ser la responsable de una de las peores crisis medio-ambientales, debido a la emisión y acumulación desmesurada de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, en tanto que la gravedad de sus efectos solo se compara con la velocidad de la secuela de los eventos negativos, entre los que se mencionan: 1) incremento de la temperatura media global en superficie, 2) distorsión en el sistema de precipitaciones, 3) derretimiento de los hielos en los polos, 4) aumento del nivel del mar y, 5) intensificación de los acontecimientos climáticos (Sánchez y Reyes, 2015; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC], 2018; 2019c).

Durante el periodo 1880-2018, la temperatura media global en superficie superó los 0,85 °C, el alza del nivel del mar se posicionó en la media global de 0,19 metros para el lapso 1901-2010, y la reducción de la criosfera por década se tradujo en pérdidas de 1,07 millones de km<sup>2</sup> (IPCC, 2018; 2019a; 2019b; 2019c). El cambio climático afecta a millones de personas y a miles de ecosistemas, pero su grado de impacto varía según el registro de vulnerabilidad en cada territorio, donde los más pobres suelen ser más perjudicados (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2022; Hoffman, 2021). Por tal motivo, la reducción de las emisiones de GEI como medida correctiva siempre fue insuficiente, a lo que corresponde hoy día una diversificación de acciones climáticas enfocadas hacia estrategias de mitigación y adaptación a este fenómeno complejo.

En ese sentido, la mitigación y la adaptación son procesos diferentes, aunque su convergencia en el objetivo final de controlar al cambio climático ya los convierte, entre sí, en estrategias complementarias. Así tenemos, por una parte, que la mitigación se refiere a una intervención antrópica consignada a minimizar las emisiones de GEI u optimizar sus sumideros (IPCC, 2014), toda vez que como estrategia se destina a combatir la causa y magnitud de los impactos del cambio climático. La estrategia de adaptación, por otro lado, consiste en una reducción de las repercusiones negativas del cambio climático, en cuyo esfuerzo se procura el aprovechamiento máximo de las oportunidades que origina el fenómeno (IPCC, 2019b; CMNUCC, 2020). La integración entre ambas estrategias es vital para desacelerar los efectos negativos del cambio climático, mientras que las sociedades y ecosistemas obtienen la resiliencia ambiental y climática necesaria para prepararse ante

los próximos desafíos y escenarios pronosticados.

## ***Sistema Información Ambiental (SIA)***

Como parte de los avances de las 4RI, se presenta el Sistema de Información Ambiental (SIA) en calidad de red de coordinación comunitaria, tecnológica y organizacional. El SIA posibilita el monitoreo en tiempo real de la condición y calidad de los recursos naturales, al igual que los subsistemas ambientales del territorio (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2015a; 2015b). Este Sistema se caracteriza por permitir la gestión organizada, acceso habitualmente libre y distribución contextualizada de los datos ambientales y otros en vinculación directa. Esta alternativa fomenta una valiosa integración de todos los actores territoriales (individuales, colectivos e institucionales), portafolios de proyectos, políticas, planes, programas y servicios tecnológicos que reúnen conocimiento crítico sobre el estado situacional, valores de uso, sistemas de explotación, grado vulnerable y condiciones sostenibles del medio ambiente en un territorio definido.

En ese sentido, el SIA aporta procesos de intercambio de datos para el replanteamiento de escenarios reales y simulados, a partir de una plataforma tecnológica de fácil manejo y retroalimentación. Desde la perspectiva de las 4RI la definición tradicional del SIA ha sido superada, es decir, se trasciende el concepto de conjunto de computadoras, programas informáticos, individuos y procedimientos dispuestos para la captura, almacenamiento, organización, manejo, análisis y despliegue de datos ambientales referenciados en planos geográficos. La definición más novedosa añade un propósito más amplio: La sistematización humano-tecnológica de datos geográficos y ambientales para comprender y resolver, con mayor pericia, los problemas diarios de los entornos natural y construido, toda vez que se generen tomas de decisiones y gestiones eficaces (ISO, 2016; Proaño et al., 2018).

En virtud del dinamismo de las bases de datos del SIA, resulta viable apreciar en un rango más extendido a patrones, nexos y tendencias respecto a los niveles de presión antrópica sobre los sistemas ambientales. De esta manera, los gestores y protectores del ambiente natural disponen de mejores criterios para el diseño de herramientas técnicas y planes de prevención, mitigación y adaptación a las permutas suscitadas dentro de los ecosistemas (Massolo, 2015). Una variedad de las versiones más actualizadas del SIA cruzan data crítica con sistemas información geológica, sísmica, socioeconómica, demográfica y de gestión de riesgos; ya apuntándose como un instrumento de suma relevancia territorial dentro del proceso de prevención y administración desastres, así como también en la rehabilitación y reconstrucción de los ecosistemas afectados.

## ***Módulo de Formación y Desarrollo Comunitario de Rancho Viejo, México (MFD)***

El Módulo de Formación y Desarrollo Comunitario (MFD) forma parte de la CMM, situado dentro del poblado mexicano de Rancho Viejo, distrito de Abasolo, perteneciente a la municipalidad de Tlacoachistlahuaca, estado de Guerrero (Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL], 2017). Esta población indígena se eleva a aproximadamente unos 862 m.s.n.m., con coordenadas de latitud 17.03257° y longitud -98.22389° (DataMéxico, 2022). En la Figura 1 se presenta una visión satelital de la población de Rancho Viejo. El MFD tiene poco más de 30 años de funcionamiento y sus programas claves giran en torno

a la capacitación de microempresas agropecuarias de interés social, asistencia médico-sanitaria, formación educativo-religiosa y la gestión ambiental comunitaria (CMM, 2020).

Figura 1. Foto satelital de la población de Rancho Viejo (2021)<sup>[1]</sup>



El MFD no tiene fines de lucro, es de carácter no-gubernamental y se encuentra al servicio directo de 1.425 habitantes (53,40% mujeres y 46,60% hombres), cuyo 27,65% es analfabeta, 99,23% indígena y 48,21% solo habla mixteco con desconocimiento del lenguaje español (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020). Ante esta situación, el Módulo se suma a la intencionalidad de la CMM, en lo que respecta a la coordinación de las etnias distribuidas en la región, por intermedio de la formación continua en conceptos de equidad y técnicas sobre desarrollo sostenible y endógeno, de manera de impactar positivamente en las distintas áreas de la vida de los habitantes.

### ***Funcionamiento y componentes considerados por el Sistema Ambiental del MFD:***

El MFD cuenta hoy día con un Sistema de Gestión Ambiental y Social (SGAS) sustentando en el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) de la ISO 14001:2015, pero no se ha procurado aún la certificación oficial respecto a esta norma de estandarización

1 OpenMapTiles© y Open-StreetMap©, (2021). Impreso con permiso.

(ISO, 2015b). Cada una de las áreas de trabajo del sistema se constituye por un componente ambiental y cuentan con la atención de varios responsables nativos, los cuales son rotados semestralmente, según el nivel de desempeño laboral y la valoración ofrecida por el Consejo de Ancianos de Rancho Viejo. Una vez al mes el Sistema se revisa en función de los alcances de la gestión ambiental desarrollada, los roles de liderazgo y compromiso, el cumplimiento de metas, soporte de recursos humanos y materiales, preparación ante posibles emergencias y las actividades seguimiento y evaluación junto a los criterios de mejora continua (MFD, 2022). Los componentes abordados por el Sistema se describen a continuación:

*Fuentes hídricas:* El agua para consumo humano, preparación de alimentos, higiene y aplicaciones domésticas se termina de potabilizar dentro de las instalaciones del Módulo, como parte de las BPA, mediante hervido al punto de ebullición (100° C) y, en su defecto, por desinfección química a través de yodo y cloro (en el caso de fallas en las estructuras de hervido o por ausencia temporal de combustible). Únicamente el MFD posee un sistema de tubería con conexión a las fuentes fluviales, el resto de las viviendas carece de esta modalidad como servicio público, lo cual se apunta como un problema ambiental, ya que los habitantes suelen lavar vehículos y arrojar residuos orgánicos e inorgánicos directamente sobre los ríos (MFD, 2022).

El MFD también dispone de un captador desplegable y tanques para almacenar el agua de las precipitaciones, a tales equipos se les hace limpieza una vez al mes y se les protege de su contacto con los rayos solares. Los grifos se cierran cuando no se necesitan, los inodoros y la cocina se utilizan racionalmente, el lavado de ropa se hace con máquinas de carga frontal y el riego de cultivos se aplica en horarios de menor temperatura para evitar pérdidas de agua por evaporación (Gil et al., 2014). No se tienen registros acerca de la ocurrencia de lluvia ácida en la zona, por lo que no supone un peligro inminente para los cultivos del MFD y demás sembradíos del poblado. El riego por gravedad de las áreas agrícolas y para los animales de cría se realiza con el agua cruda de los arroyos en las pendientes montañosas y de los ríos *Verde, Encajonado, San Martín y San Pedro*, por intermedio de un pequeño sistema de bombeo que suele presentar intermitencia en su funcionamiento por fallas regulares. En torno al agua subterránea, el MFD ha informado varias veces a la población de las actividades humanas que están afectando a los acuíferos, *“si bien no se cuentan con estudios recientes de calidad de agua subterránea, el deterioro de la misma es un fenómeno que se está presentando actualmente de manera paulatina”* (Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT], 2007:152).

*Usos del suelo:* De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico del estado de Guerrero (POET), la zona que incluye a Rancho Viejo presenta un uso de suelo tipo forestal o bosque (Velasco, 2010). Las exploraciones del MFD también han verificado que en el área se siguen mostrando pastizales inducidos y espacios de bosque mixto sin explotación, toda vez que el uso de suelo en la zona ha cambiado en los últimos 40 años, pasando de una vocación forestal a la aplicación de actividades agropecuarias (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SERMANAT], 2017a). Las parcelas agrícolas campesinas e indígenas del poblado permiten a las familias cubrir parte relevante de sus requerimientos nutricionales, pero se detecta a la vez una degradación del suelo, fuga de fertilidad y alteración del nivel de humedad por la sobreexplotación y escasa rotación de cultivos. El MFD dispone entre sus BPA de talleres instruccionales para que los habitantes aprendan a recuperar el rendimiento productivo de sus parcelas agrícolas y de la biomasa, mediante la reposición natural de nutrientes del suelo, la reducción del uso prolongado de

fertilizantes químicos o sintéticos, la protección contra la erosión y la inferior práctica del monocultivo (CMM, 2022; MFD, 2022).

La deforestación y la remoción de la vegetación para fines domésticos representan un histórico y serio problema en la zona, lo que afecta a los otros componentes ambientales: Acelera la erosión y contaminación del suelo, aire, fuentes hídricas; también impulsa posibles escenarios de desertificación y perturba a las cadenas tróficas y acuáticas (Juste, 2021). Ante esta problemática, el MFD registra BPA relacionadas con las actividades de arborización y reforestación, ya siguiendo la guía didáctica ofrecida por el SERMANAT (2010). La deforestación está vetada dentro de los 600 mts<sup>2</sup> de áreas verdes pertenecientes al Módulo.

*Generación de energía:* El 60% de la energía del MFD proviene del tendido eléctrico nacional, el 40% restante es de tipo fotovoltaica con paneles y baterías solares. El 92% de las viviendas y demás instalaciones físicas de Rancho Viejo se asisten con conexiones improvisadas desde el tendido eléctrico, plantas termoeléctricas alimentadas por gasóleo y lámparas de aceite de empleo doméstico (SEDESOL, 2017). Entre las BPA promocionadas figuran la adquisición de electrodomésticos ahorradores, el calentamiento de agua mediante celdas solares y el reemplazo de tomacorrientes vencidos (J. Hernández et al, 2017). Entre las propuestas en diseño del MFD ofrecidas a la población se encuentra la posible construcción de molinos de viento y generadores eólicos en varios puntos estratégicos. Las principales dificultades de provisión energética en el poblado se vinculan con los riesgosos enjambres de cables alrededor de los postes eléctricos, además de la contaminación atmosférica y sónica causada por las plantas termoeléctricas. Dentro del MFD se toman acciones cotidianas para el consumo racional de energía, verbigracia, con el empleo de maquinarias de cultivo de alta eficiencia energética, iluminación nocturna solo de áreas que se estén utilizando, aprovechamiento al máximo de la luz natural, la climatización estrictamente necesaria y sin uso de plantas termoeléctricas (CMM, 2020; 2022; MFD, 2022).

*Gestión de residuos y disposición final:* Como se mencionó antes, las fuentes fluviales aledañas al poblado son utilizadas como principales vertederos de basura por los habitantes, ya calculándose que cerca del 40% de los residuos domésticos contaminan a estos cuerpos de agua. La disposición final de los residuos restantes se efectúa mediante la incineración con gasolina en campo abierto, o en espacios entre las viviendas. Esta práctica conlleva una importante contaminación atmosférica, enfermedades respiratorias, daño de suelos e incremento del riesgo de incendio (la mayoría de las casas están construidas de madera y otros materiales inflamables) (SERMANAT, 2017b). Como parte de las BPA, el MFD aplica el compostaje y la lombricultura para el tratamiento de los residuos orgánicos (cita), toda vez que el reciclaje en forma de abono se aprovecha para los cultivos disponibles. Con respecto a los residuos inorgánicos, se hace un esfuerzo para separarlos en grupos de latas, vidrios, plásticos, pilas, aceite vegetal, papel y cartón (MFD, 2022). Posteriormente, estos son trasladados en transportes del Módulo hasta las plantas procesadoras de Tlacoachistlahuaca y/u Ometepec.

*Actividades productivas desarrolladas:* La comunidad nativa de Rancho Viejo distribuye sus principales labores en la producción ganadera a pequeña escala (bovinos, porcinos, ovinos y equinos), agrícola (maíz, frijol, ajonjolí, caña de azúcar y otros), avícola (de engorde y de postura) y forestal (DataMéxico, 2022). En los bordes externos del poblado y en zonas de difícil acceso se localizan plantíos ilícitos de estupefacientes (marihuana y

amapola), los cuales han sido preparados mediante la inmoderada tala y quema de los recursos forestales. Las tierras destinadas para pastizales, la agricultura, cría de animales y el riego superan las 1.000 Ha y son de propiedad comunal, además de 300 Ha de bosques para explotación forestal (Secretaría de Comunicaciones y Transportes [STC], 2007). La minería artesanal es muy básica y casi nula, aunque la presencia de la mediana y gran minería en la zona ha ocasionado graves estragos desde hace años (Flores, 2017). El MFD ha propuesto en diversas ocasiones el desarrollo más intensivo de la apicultura para la producción de miel y jalea real, ofreciendo cursos e insumos para fomentar la práctica, pero sin suficientes resultados replicables.

Los campesinos productores suelen importar pequeños tractores, semillas y fertilizantes para los cultivos (en ocasiones donados por programas gubernamentales), herramientas de caza, materiales de construcción para fogones, cercas y otras instalaciones asociadas a la crianza de animales de pastoreo y de corral, además de medicinas, alimentos y el pago de servicios veterinarios (MFD, 2022). En ese sentido, las actividades agropecuarias son la fuente central de ingresos de los habitantes, pero debido a la reducción progresiva de las áreas cultivables las oportunidades laborales se han visto restringidas desde la década de los 70's, junto a una creciente migración de la mano de obra (STC, 2007). Los principales elementos de exportación de la comunidad nativa son los siguientes: platillos gastronómicos y productos agrícolas empacados, carne detallada, ganado en pie, madera, muebles, vestidos tradicionales y atavíos corporales, bebidas alcohólicas artesanales (tequila y ron), miel de abeja y animales de carga (mulas, caballos, jumentos y bueyes) (CMM, 2022). La caza furtiva y el comercio ilícito de especies están extendidos en la zona y son responsables del deterioro de la fauna y la flora, la pérdida de biodiversidad y el peligro de extinción de varias especies de vertebrados.

*Análisis de tendencia del IPCC para la zona:* El estudio realizado por Mendoza y Vásquez (2017), reveló a partir del análisis de tendencias de 27 índices de extremos climáticos de precipitación y temperatura del IPCC, que en el área correspondiente a la locación de Rancho Viejo existe un indicador significativo de incremento en 11 de estos extremos relacionados con las precipitaciones, mientras que con la temperatura, los índices de noches tropicales y duración de periodos cálidos registraron un ascenso en tendencia definida. Estas alteraciones se conectan con la degradación de los ecosistemas naturales, debido a la actividad antrópica de monocultivos, contaminación del agua y el aire, cambios en los usos de suelo, reducción de la capa vegetal por tala indiscriminada e incendios forestales, además de la aplicación inmoderada de agroquímicos (Manos Unidas, 2022).

## ***Programa de educación ambiental del MFD con enfoque en MACC y soporte en SIA***

Hace 47 años, con la Carta de Belgrado se enfocó a la educación ambiental en los individuos y toda la diversidad de grupos sociales, cifrando un indiscutible contenido sociológico en la toma de conciencia singular y social sobre la relevancia crítica del hábitat natural (La Carta de Belgrado – Seminario Internacional de Educación Ambiental, 2008). En este propósito, ya queda reflejado una revisión cognoscitiva permanente en los miembros de la sociedad en torno a los componentes ambientales, los recursos naturales, la energía y los impactos antropomórficos sobre todos estos. De esta manera, la educación en materia ambiental ya pasa, obligatoriamente, por la consolidación de actitudes y aptitudes orientadas hacia la preservación de los medios naturales para la vida con un

estilo proactivo. Por tal motivo, la participación integrada y cooperativa de todos los actores territoriales resulta indefectible, en especial al momento de impulsar la perentoria resolución de conflictos ambientales. Una tarea de esta envergadura precisa, con paciencia y asertividad, de un tipo de enseñanza activa acerca de la capacidad de evaluación sobre los riesgos implícitos en todas las actividades individuales y sociales, esto con respecto al medio ambiente y donde se estimulen los sentidos y la reflexión, en la búsqueda de mejora continua en los procesos bajo responsabilidad humana.

Alrededor de los procesos de enseñanza y aprendizaje sobre temas ambientales, los puntos sobre programación y evaluación de resultados constituyen núcleos neurálgicos de la discusión. Es así como eventos reales y otros pronosticados ya plantean, en una preocupante combinatoria, la urgente implementación de medidas a escala planetaria y con efecto local en torno a, verbigracia, el cambio climático y sus impactos. Sin embargo, un escenario de modificaciones deseables en el futuro solo podría responder adecuadamente si se apuesta, en realidad, por la educación ambiental en el presente con la aplicación de tecnologías limpias y del SIA, en especial si las generaciones actuales son instruidas regularmente, cuando menos, acerca de los siguientes eventos: 1) la reducción superior al 60% de la vida silvestre y de arrecifes de coral (pérdida de biodiversidad), 2) la aparición de nuevas enfermedades (63% de los patógenos son sensibles al clima), 3) el aumento sin verdadero control de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera; 4) el ascenso de la temperatura global (3 grados más para finales de siglo), 5) la ruptura de las capas de hielo marino en los polos y, 6) la relación comprobada de todos los aspectos referidos con los niveles ascendentes de hambre mundial y los desplazamientos migratorios forzados (Low Carbon City, 2020).

El último programa educativo ambiental del MFD se confeccionó en el año 2010 y no recibió actualizaciones en los posteriores diez años. Durante este lapso de tiempo el programa cubrió áreas de trabajo sobre la racionalización del uso del agua, energía eléctrica y suelos; medidas socioambientales para la disposición apropiada de residuos líquidos y sólidos, orgánicos e inorgánicos; además de la enseñanza práctica sobre energías alternativas y limpias. El 26 de marzo de 2021 entró en operaciones una versión revisada del programa, ya inspirada en dos grandes lineamientos: 1) la directriz de los 17 Objetivos de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible (ODS) (Fundación de las Naciones Unidas, 2021) y, 2) el glosario de tecnologías sostenibles en el marco de la Industria 4.0 (Schwab, 2016).

A partir de aquel primer lineamiento, las áreas de trabajo originales del programa fueron recontextualizadas tomando como guía de gestión general a las normas ISO 14001 (2015b) y 14050 (2020). Se destaca también una amplia extensión de elementos en el tópico primario de energía eléctrica, a la cual le fueron incorporadas subdimensiones de iluminación, climatización, bioenergía y aparatos eléctricos y electrónicos, según normas ISO 50001 (2018c) y 13065 (2015c). El programa educativo fue optimizado con la inserción conceptual de gestión de riesgos en el ámbito laboral y ambiental (ISO, 2018b), mitigación y adaptación al cambio climático a través de los sub tópicos de reajuste de las necesidades de mercancía, compra sostenible de bienes y servicios, producción agropecuaria no contaminante, almacenamiento y manipulación de residuos y materiales, reducción de ruido, GEI y otros elementos tóxicos; aura energética y servicio de limpieza (ISO, 2018a; 2019).

Con respecto al segundo nuevo lineamiento, el programa educativo cuenta ahora con

una conexión virtual para un próximo SIA, mediante el ingreso de datos proporcionados por la propia comunidad de Rancho Viejo. Los patrones de georreferenciación, al principio, estarían solo alimentados por las bases de datos disponibles en el Sistema Nacional Mexicano de Indicadores Ambientales (SERMANAT, 2021). La construcción y operaciones del SIA anotado se basan en las tecnologías limpias de la 4RI, en lo que se refiere a inteligencia artificial, realidad virtual, automatización y *Big Data*. El esquema conceptual y operativo del SIA dentro del programa colabora en localizar a los componentes del sistema ambiental, afectaciones, impactos y pasivos ambientales con mayor rapidez, precisión y visión holística. En ese sentido, las guías para cristalizar la propuesta de sistematización de data geográfico-ambiental se apoyan en este caso en las normas ISO 19103 (2015a) y 19110 (2016).

En vista de que el acceso a Internet en el poblado es muy limitado y casi nulo (solo la CMM dispone de una débil e intermitente conexión vía satelital), las salas informáticas del MFD, la escuela primaria *Hermenegildo Galeana* y el Comisariado han servido, en diferentes ocasiones puntuales, para la carga de información ambiental en un sistema de Intranet con bases de metadatos, últimos que son actualizados por la acción conjunta y voluntaria de los jóvenes nativos instruidos en el MFD, en materia de BPA y otras relacionadas a la gestión ambiental local (CMM, 2022). La expectativa reservada gira en torno al momento en que los gobiernos nacional y regional habiliten las condiciones técnicas necesarias, en modo tal que la estructura diseñada para el SIA de Rancho Viejo pueda empalmarse con los centros informáticos centralizados del Sistema Nacional de Indicadores Ambientales y el Sistema Nacional de Información para la Restauración Ambiental (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], 2020; SERMANAT, 2022).

En el presente, aún no existe una plataforma web o virtual de acceso público para visualizar el funcionamiento del SIA, por lo que se aprovecha el tiempo disponible en la compilación y actualización de datos sobre la línea de base del Sistema Ambiental del MFD en todos sus componentes descritos, ya constituyendo un importante insumo didáctico para los programas de educación ambiental. La carga de bancos de datos informáticos en la Intranet se realiza a partir de los resultados obtenidos de listas de verificación y encuestas realizadas a los habitantes, con procedimientos de consulta acerca de las áreas cultivadas, tipos de cultivo, recursos forestales, clase y cantidad de animales de cría, pastizales, canales de riego, uso de abono, usos del agua, eficiencia energética, gestión y disposición final de residuos, rendimiento agrícola, posibles réplicas de BPA, entre otros (MFD, 2022).

En agosto de 2021 se realizó, de la mano del MFD, el más reciente ciclo de formación de habitantes de Rancho Viejo en materia de educación ambiental. Tomando en consideración que en la localidad los adolescentes y adultos jóvenes leen, hablan, escriben y comprenden mejor el idioma español por su relativa escolarización en el sistema educativo formal, se decidió entonces en esta oportunidad incorporar un total de 48 individuos bilingües inscritos de manera voluntaria, donde 43 de los referidos completaron todos los cursos sin deserciones e inasistencias no justificadas (CMM, 2022). En la Tabla 1 se muestran los datos socio demográficos correspondientes a los participantes este ciclo de capacitación.

**Tabla 1. Caracterización socio demográfica de los participantes del ciclo de formación por el Programa de Educación Ambiental del MFD (año 2021)**

Variables		Cantidad	%
Edad	14-16	22	45,8
	17-19	19	39,6
	20-22	7	14,6
Sexo	Masculino	19	39,6
	Femenino	29	60,4
Estado civil	Soltero	38	79,2
	Casado	10	20,8
Escolaridad	Secundaria completa	5	10,4
	Secundaria incompleta	43	89,6
	Estudiante	30	62,5
Ocupación	Productor del campo	12	25
	Ama de casa	6	12,5
Etnia	Mixteca	44	91,7
	Amuzga	4	8,3

El proceso de capacitación consistió en dos conjuntos de actividades: En primer lugar, el curso de clases teóricas e interactivas con apoyo de dinámicas de grupo, en torno a la gestión ambiental con enfoque de acción en lo local y partiendo de los conocimientos globales sobre MACC (CMM, 2022). En segundo lugar, la realización de talleres y sesiones prácticas de aprendizaje sobre BPA dentro del contexto tradicional de la localidad. Entre las prácticas de mayor interés para los participantes destacaron el vermicompostaje, la gestión y disposición final de residuos inorgánicos, la arborización y reforestación, el uso de suelos, las medidas de ahorro de agua y la generación de energía renovable (MFD, 2022). También se contó con la instrucción de dos investigadores de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en materia de construcción y mantenimiento de granjas productivas, la vocación natural de suelos y el empleo moderado de fertilizantes.

En esta dirección, se espera que los jóvenes se sigan convirtiendo en monitores y replicadores permanentes del conocimiento adquirido, dentro de sus respectivas familias nucleares y extendidas mediante conversatorios en su lengua nativa y el ejercicio progresivo de BPA con enfoque en MACC dentro de sus hogares, igualmente por intermedio del sistema de las escuelas bilingües (Tovar y Rojas, 2011). Para este propósito, el MFD celebró en el año 2011 un convenio de cooperación con la escuela del pueblo *Hermenegildo Galeana*, donde las clases no formales de educación ambiental del Módulo son también compartidas en el escenario escolar oficial y desde el tele bachillerato que se lleva dentro de la CMM, con el apoyo de personal docente voluntario (CMM, 2022; MFD, 2022). En la Figura 2 se muestra un ejemplo del acercamiento impulsado dentro de la CMM, a partir del año 2011, entre los jóvenes nativos y las herramientas tecnológicas de la informática, con el propósito de que esta instrucción pudiese ser aprovechada en el futuro para el apoyo de la gestión ambiental y de las actividades productivas endógenas.

Figura 2. Clase de informática recibida por jóvenes nativos de Rancho Viejo (año 2011)<sup>2</sup>



## Método

La investigación fue de tipo comparativo, correspondiéndole un diseño de campo preexperimental para una sola medición mediante tratamiento estadístico pre y post test, con una estructuración mixta de los datos (cualitativa y cuantitativa). El estudio consideró a las Buenas Prácticas Ambientales (BPA) como variable respuesta, y al Programa de Educación Ambiental con enfoque en MACC y soporte en SIA como factor de referencia del tratamiento.

Por intermedio del método hipotético-deductivo y el análisis descriptivo conceptual se determinaron las dimensiones, posibles subdimensiones e indicadores de la variable respuesta (R. Hernández et al, 2014; Hernández y Mendoza, 2018). El enlace lógico que concernió entre la variable respuesta y el factor de referencia fue establecido a través de una hipótesis de diferencias entre mediciones relacionadas o dependientes, tal como se enuncia a continuación: El nivel de cumplimiento de Buenas Prácticas Ambientales en el MFD será significativamente mayor, luego de la aplicación del Programa de Educación ambiental con enfoque en MACC y asistencia del SIA. La población de estudio estuvo conformada por las condiciones de cumplimiento para buenas prácticas ambientales definidas para este estudio (139 requerimientos), donde se trabajará, por la naturaleza del instrumento, con la totalidad de las unidades de análisis (muestra censal).

El instrumento principal de la investigación se constituyó en un *checklist* o lista de verificación actualizado en torno a las BPA del MFD de Rancho Viejo. Este instrumento se diseñó específicamente para este caso de estudio, ya siguiendo las características concretas, condiciones físico-ambientales y de funcionamiento del módulo; así como en los objetivos y las áreas de formación del programa educativo ambiental. El tiempo intermedio esperado entre las fases pre y post test fue de seis (06) meses, tomando al mes de mayo de 2021 como punto de partida para la realización del pre test y, el mes de noviembre de **ese** año para la aplicación del post test. El grado de satisfacción de los requisitos del *checklist* se ajustó a

<sup>2</sup> Archivo personal (2011).

tres niveles ordinales que van de 0 a 1 (*no cumple [0], cumple a medias [0,5], sí cumple [1]*). La escala global del instrumento obtuvo una excelente consistencia interna ( $\alpha = 0,94$ ;  $p < 0,05$ ) y su validez de contenido fue avalada mediante juicio de expertos en materia ambiental, informática y geográfica. En ese sentido, el instrumento quedó conformado por trece (13) dimensiones, tres (03) subdimensiones y 139 indicadores. Para el cálculo del puntaje global y la calificación de los índices de cada dimensión de las variables se utilizó una escala de Likert de cinco niveles ordinales. Los resultados se distribuyeron, en primer lugar, según el rango del valor absoluto sobre el puntaje total arrojado y, en segundo lugar, de acuerdo con el porcentaje relativo alcanzado en cada dimensión, tal como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. **Valoración ordinal del nivel de cumplimiento de BPA**

Rangos del puntaje global de la escala	Nivel de cumplimiento	% relativo alcanzado por dimensión	Nivel de cumplimiento
< 29	Muy bajo	< 21%	Muy bajo
29 a 56	Bajo	21 a 40%	Bajo
> 56 a 84	Regular	> 40 a 60%	Regular
> 84 a 112	Alto	> 60 a 80%	Alto
> 112 a 139	Muy alto	> 80 a 100%	Muy alto

El soporte para la definición conceptual y operativa de la variable respuesta se realizó a partir de referentes teóricos de la Convención Marco Teórico de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 2020), el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014; 2018; 2019a; 2019b; 2019c; 2020), y la Organización Internacional de Normalización (ISO, 2015a; 2015b; 2015c; 2016; 2018a; 2018b; 2018c; 2019; 2020). Fueron efectuados análisis descriptivos de la variable respuesta y comparativos entre mediciones relacionadas, con fundamento en pruebas estadísticas no paramétricas, ya tomando en consideración el nivel politómico ordinal de la variable respuesta y la distribución de los datos, la cual resultó establecida fuera de la curva normal. Para el procesamiento y comprobación estadísticos de los datos se utilizaron los programas EXCEL Office© v. 16 y SPSS© v. 25.

## Resultados

### ***Diagnóstico sobre el cumplimiento de Buenas Prácticas Ambientales (pre test)***

De un total de 139 aspectos verificados en su cumplimiento o no sobre la materia

de buenas prácticas ambientales dentro del MFD, en un momento de medición inicial (sin valores extraviados), se obtuvo un promedio de 0,27 (equivalente a un cumplimiento parcial por debajo de la media del requisito), junto a una desviación estándar de 0,3; varianza de 0,09 y un error estándar de 0,03. Obsérvese la Tabla 3 con los estadísticos respectivos del diagnóstico inicial.

**Tabla 3. Estadísticos descriptivos del diagnóstico pre test de los aspectos verificados<sup>3</sup>**

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		Desviación estándar	Varianza
					Estadístico	Error estándar		
<b>Pre test</b>	139	1,00	0,00	1,00	0,27	0,03	0,30	0,09

El Módulo obtuvo, en su diagnóstico inicial (pre test), unos 36,5 puntos de registro y evaluación, situándose 14% por debajo del nivel de cumplimiento regular mínimo aceptable del BPA antes de la aplicación del programa educativo ambiental, esto de acuerdo con lo recolectado por la lista de verificación utilizada. En la Tabla 4 se muestran los valores obtenidos por cada dimensión abordada en el instrumento.

**Tabla 4. Puntajes resultantes en el diagnóstico pre test por nivel de cumplimiento de BPA**

Dimensiones de la lista de verificación	Puntaje máximo	Puntaje obtenido	% relativo alcanzado	Nivel de satisfacción
Uso Racional del Agua (URA)	7	1	14,29	Muy bajo
Consumo Racional de Energía (CRE) = (CREi + CREc + CREap) <sup>[4]</sup>	18	4,5	25	Bajo
Reajuste de las Necesidades de Mercancía (RNM)	24	11	45,83	Regular
Compra Sostenible de Bienes y Servicios (SBS)	10	0,5	5	Muy bajo
Gestión de Material y Residuos (GMR)	14	2,5	17,86	Muy bajo
Almacenamiento y Manipulación de Materiales y Equipos (AMME)	11	2,5	22,73	Bajo
Ocupación y Uso del Suelo (OUS)	3	1,5	50	Regular
Reducción de Gases de Efecto Invernadero (RGEI)	13	5,5	42,31	Bajo
Reducción de Ruido (RR)	5	2	40	Bajo
Seguridad Laboral (SL)	6	1	16,67	Muy bajo
Mantenimiento Preventivo y Aura Energética (MAE)	5	0,5	10	Muy bajo
Servicio de Limpieza con enfoque en MACC (SMACC)	8	1	12,5	Muy bajo
Producción no contaminante de bienes y servicios (PBS)	15	3	20	Muy bajo

<sup>3</sup> Elaboración propia con asistencia del programa SPSS, v.25 (2022).

<sup>4</sup> CREi = Consumo Racional de Energía (iluminación). CREc = Consumo Racional de Energía (climatización). CREap = Consumo Racional de Energía (aparatos eléctricos y electrónicos).

El Módulo, al momento de esta primera medición, se ubicó en un rango bajo de nivel de cumplimiento global de BPA (36,5 puntos), lo cual equivale a un 26,26% de satisfacción de las indicaciones recomendadas en el programa de educación ambiental. Básicamente, el modesto avance en el logro alcanzado estuvo estimulado por las actividades de preservación ambiental, las cuales fueron impulsadas por la Sección de Cultura del Módulo, con apoyo de varias organizaciones no gubernamentales de forma muy puntual.

## ***Evaluación sobre el cumplimiento de Buenas Prácticas Ambientales (post test)***

De un total de 139 aspectos verificados en su cumplimiento o no por parte del MFD (sin valores extraviados), en una fase de medición y evaluación posterior a la aplicación del programa de educación ambiental, se obtuvo un promedio de 0,81 (valor más cercano al máximo cumplimiento), junto a una desviación estándar de 0,24, varianza de 0,06 y un error estándar de la media de 0,02. Véase la Tabla 5 con los estadísticos respectivos del diagnóstico y evaluación posterior de BPA.

**Tabla 5. Estadísticos descriptivos del diagnóstico post test de los aspectos verificados<sup>5</sup>**

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		Desviación estándar	Varianza
					Estadístico	Error estándar		
Post test	139,00	0,50	0,50	1,00	0,81	0,02	0,24	0,06

El MFD en su evaluación *post test* obtuvo un total de 112 puntos de registro global con la lista de verificación, solo quedando a 1 punto de distancia del intervalo máximo ideal de cumplimiento de BPA. En la Tabla 6 se muestran los datos obtenidos por cada dimensión abordada en el instrumento.

**Tabla 6. Puntajes resultantes en el diagnóstico post test según nivel de cumplimiento BPA**

Dimensiones de la lista de verificación	Puntaje máximo	Puntaje obtenido	% relativo alcanzado	Nivel de satisfacción
Uso Racional del Agua (URA)	7	5,5	78,57	Alto
Consumo Racional de Energía (CRE) = (CREi + CREc + CREap) <sup>6</sup>	18	16	88,89	Muy alto
Reajuste de las Necesidades de Mercancía (RNM)	24	22,5	93,75	
Compra Sostenible de Bienes y Servicios (SBS)	10	8,5	85,00	Alto
Gestión de Material y Residuos (GMR)	14	9,5	67,86	
Almacenamiento y Manipulación de Materiales y Equipos (AMME)	11	8,5	77,27	Muy alto
Ocupación y Uso del Suelo (OUS)	3	3	100,00	

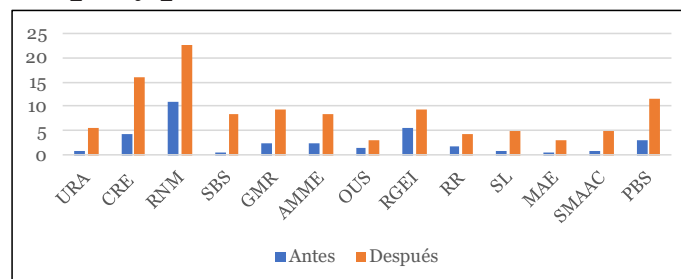
5 Elaboración propia con asistencia del programa SPSS, v.25 (2022).

6 CREi = Consumo Racional de Energía (iluminación). CREc = Consumo Racional de Energía (climatización). CREap = Consumo Racional de Energía (aparatos eléctricos y electrónicos).

Dimensiones de la lista de verificación	Puntaje máximo	Puntaje obtenido	% relativo alcanzado	Nivel de satisfacción
Reducción de Gases de Efecto Invernadero (RGEI)	13	9,5	73,08	Alto
Reducción de Ruido (RR)	5	4,5	90,00	Muy alto
Seguridad Laboral (SL)	6	5	83,33	Muy alto
Mantenimiento Preventivo y Aura Energética (MAE)	5	3	60,00	Regular
Servicio de Limpieza con enfoque en MACC (SMAAC)	8	5	62,50	Alto
Producción no contaminante de bienes y servicios (PBS)	15	11,5	76,67	Alto

El MFD, al momento de esta segunda medida, se posicionó en un rango alto de nivel de cumplimiento global de BPA, ya aquilatando un 80,58% de satisfacción sobre las estipulaciones sugeridas en el programa de educación ambiental, lo cual constituye un incremento del 54,32% de las expectativas respecto al diagnóstico inicial *pre test*. Al término de seis (06) meses entre las dos mediciones efectuadas, todas las dependencias de usos múltiples del Módulo se integraron y coordinaron para acoger e implementar las medidas socioambientales del programa educativo, junto al fortalecimiento de las relaciones de trabajo y soporte externo con organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, tanto en materia ambiental como en áreas conexas. En la Figura 3 puede apreciarse una síntesis de la evolución valorativa de BPA, antes y después de la aplicación del programa educativo ambiental.

Figura 3. Evolución (pre y post) de las dimensiones de las BPA, año 2021<sup>[7]</sup>



### Análisis estadístico inferencial comparativo (pre y post test)

Como previa para el adecuado análisis comparativo e inferencial de los datos, se procedió al cálculo de medidas de tendencia central, dispersión y variabilidad en torno a los grados de cumplimiento reflejados por el MFD, en relación con las buenas prácticas ambientales. Además de calcularse la desviación y error estándar, se establecieron también los límites del intervalo de confianza al 95% ( $K = 1,96$ ). En la Tabla 7 se presentan los resultados hasta este punto y que servirán para el proceso inferencial de contraste entre las mediciones dependientes pre y post test.

7 URA= Uso Racional del agua; CRE = Consumo Racional de Energía; RNM = Reajuste de las Necesidades de Mercancía; SBS = Compra Sostenible de Bienes y Servicios; GMR = Gestión de Material y Residuos; AMME = Almacenamiento y Manipulación de Materiales y Equipos; OUS = Ocupación y Uso del Suelo; RGEI = Reducción de Gases de Efecto Invernadero; RR = Reducción de Ruido; SL = Seguridad Laboral; MAE = Mantenimiento Preventivo y Aura Energética; SMAAC = Servicio de Limpieza con Enfoque en Mitigación y Adaptación al Cambio Climático; PBS = Producción no contaminante de bienes y servicios.

Tabla 7. **Medidas de tendencia central, dispersión y variabilidad de los datos**<sup>8</sup>

Medidas	Nivel de cumplimiento de BPA (Antes)	Nivel de cumplimiento de BPA (Después)	Diferencia (valor absoluto)
Media	0,27	0,81	0,55
Desviación estándar	0,30	0,24	0,28
Varianza	0,09	0,06	0,08
Error estándar de la media	0,03	0,02	0,02
IC 95% Límite inferior	0,22	0,77	0,50
IC 95% Límite superior	0,32	0,85	0,59

### ***Prueba Z Kolmogorov-Smirnov (KS) para comprobar la posible normalidad de los datos***

El nivel de significación asintótica bilateral ( $5,6977E-53 = 0,000\%$ ) resultó por debajo del p valor al 5% (0,05), por esta razón la forma de distribución de la variable medida (diferencia absoluta entre el pre y el post test) es muy distinta a la distribución normal, es decir, que la data obtenida no comporta normalidad. En la Tabla 8 se muestran los estadísticos respectivos a la prueba aplicada. Debido a la situación de no normalidad en la distribución de la data, pues no resulta posible utilizar procedimientos estadísticos de tipo paramétricos, además de que el nivel de medición de la variable respuesta es de tipo ordinal en este caso, tal como se señaló en el diseño metodológico. En vista de la situación, se empleó una técnica estadística no paramétrica equivalente, ya ajustada a variables en medición ordinal y en condiciones de no normalidad de los datos (Rangos de Wilcoxon [ $W^+$ ]).

Tabla 8. **Resultados de la Prueba de Kolmogorov-Smirnov (KS)**<sup>9</sup>

		Diferencia entre pre y post test (valor absoluto)
N		139
Parámetros de normalidad <sup>10</sup>	Media	0,5468
	Desviación estándar	0,27513
Máximas diferencias extremas	Absoluto	0,366
	Positivo	0,366
	Negativo	-0,325
Estadístico de prueba		0,366
Significación asintótica (bilateral)		$5,6977E-53^{[11]} = 0,000 \%$

8 IC = Intervalo de confianza; BPA = Buenas Prácticas Ambientales con enfoque en MACC y asistencia del SIA. Elaboración propia con asistencia de SPSS, v.25, y EXCEL, v.19 (2022).

9 Elaboración propia con asistencia del programa SPSS, v. 25 (2022).

10 La distribución de prueba cotejada con la Curva Normal.

11 Corrección de significación de Lilliefors.

## Prueba de rangos de signo de Wilcoxon ( $W^+$ ) para la comprobación de hipótesis

Como se podrá apreciar en la Tabla 9, el valor de la significación asintótica bilateral de la prueba estadística fue equivalente a  $W^+ = 8,16002196633791E-25$ . La transformación porcentual en este caso equivale a:  $8,16002196633791E-23\% = 0,000\%$ , lo cual resulta muy inferior al p-valor pautado (0,05). En ese sentido, la lectura del p-valor nos permite corroborar como válida la hipótesis alterna de la siguiente manera: Con una probabilidad de error del 0,000%, el nivel de cumplimiento de buenas prácticas ambientales en el MFD fue significativamente mayor, posterior a la aplicación del Programa de Educación Ambiental con enfoque en MACC y asistencia del SIA. Por lo tanto, puede apuntarse como resultado de esta investigación que el programa educativo ambiental para el módulo contribuyó en las mejoras significativas de las BPA, por intermedio de la implementación de procedimientos de georreferenciación, acciones climáticas y la formación en gestión del desarrollo sostenible.

Tabla 9. Resultados de la Prueba de Rangos con Signo de Wilcoxon ( $W^+$ )<sup>12</sup>

	N	Rango promedio	Suma de rangos
	Rangos negativos	0	0,00
Post – Pre Test	Rangos positivos	124	7750,00
	Empates	15	
	Total	139	
Coeficiente de significación Post – Pre Test			
Z		-10,286	
Significación asintótica (bilateral)		8,16002196633791E-25 = 0,000 %	

## Conclusiones

El Programa de Educación Ambiental con enfoque en MACC y asistencia del SIA, resultó ser efectivo para incrementar el nivel de cumplimiento de las buenas prácticas ambientales en el MFD, esto mediante la aplicación de todas las bondades tecnológicas disponibles dentro del escenario de la 4RI, una realidad que representa un doble éxito, ya considerando la condición rural del espacio de desarrollo sostenible donde se aquilató la experiencia. La fortaleza central del programa estribó en la comprensión holística de las complejidades de los ambientes natural y construido.

Los beneficiarios directos e indirectos del programa educativo vieron plasmados el éxito de la propuesta, ya materializado en la alta satisfacción de sus buenas prácticas ambientales y el aprendizaje continuo. El logro mencionado se le acredita, en primer lugar, a las mejoras realizadas en los esquemas y mapas conceptuales de la enseñanza sobre las estrategias tecnológicas amigables con el ambiente, en especial aquellas referidas al cambio climático (mitigación y adaptación), la gestión de riesgos ambientales y la participación

<sup>12</sup> Elaboración propia con asistencia del programa SPSS, v.25 (2022).

responsable en acciones climáticas que persiguen mayor equidad y desarrollo sostenible. En segundo lugar, los méritos alcanzados son tangibles gracias al soporte técnico ofrecido por el SIA que, aunque todavía incipiente y en prueba diagnóstica preliminar, se apostó por su utilidad para localizar, identificar, compartir, distribuir e integrar grandes volúmenes de información geo-ambiental, no solo para propósitos formativos, también como apoyo para la toma de decisiones críticas y medulares sobre la vía de prevención y corrección de daños ecológicos, con una relación costo-beneficio atractiva y redituable.

La educación ambiental impulsada desde el MFD no solo constituye un ejemplo ilustrativo a emular por otros actores territoriales de la región, al mismo tiempo representa un indicador de cómo las tecnologías de la Industria 4.0 y las estrategias para el manejo del cambio climático pueden, en efecto, converger en un espectro variable de compatibilidad para promover y garantizar un desarrollo sostenible. De igual manera, se derrumba el mito de que la aplicación de tecnologías de punta sobre temas formativos y ambientales resulta más difícil en el ámbito campesino e indígena que en los centros urbanos. Aunque la complejidad en ambos casos no deja de estar presente, la participación activa, democrática y protagónica de las comunidades determina mayormente el éxito en la forja de sus propios estilos de vida sustentables, siendo la educación ambiental una de las llaves maestras para la consecución de tal meta.

Los resultados de la investigación indican que, en el caso de estudio, una senda diáfana para comprobar los impactos positivos de la educación ambiental lo constituyen las buenas prácticas en la gestión ambiental. El MFD adoptó medidas sencillas y prácticas para simplificar y minimizar los efectos residuales negativos de sus faenas cotidianas, lo cual implicó un sustancial cambio de actitud organizacional y gerencial, pasando por la readecuación de los hábitos de sus trabajadores y/o colaboradores. Las modificaciones en los procedimientos del Módulo son un reflejo de concientización acerca de los riesgos ambientales en los sitios de faena y las zonas de impacto, motivo por el que se entiende que las BPA ejecutadas con calidad en los procedimientos reducen el riesgo de las afectaciones ecológicas contraproducentes, fomentan la sostenibilidad y ayudan a proteger el hábitat natural.

En dirección similar, se concluye que las BPA no representan un catálogo irrestricto de acciones que pueden o no aplicarse, es decir, no se trata de un reduccionismo de la preservación medioambiental a la suerte de lo que dicten las sentencias de las buenas prácticas. Por el contrario, la ventaja de las BPA consiste en la consolidación rentable de aquella actitud necesaria para comprender, empíricamente, las maneras en que las organizaciones y sus modelos productivos afectan al ambiente. Dicha actitud se encontraría dotada de reflexión y preocupación reales sobre el estilo de vida y los intereses particulares, en el cómo impactan estos sobre el contexto natural. Un escenario con tales condiciones, ya permitiría internalizar a la función humana en la ecuación de la conservación planetaria, junto a una huella ecológica en su mejor versión positiva y deseable.

Se espera que en futuras investigaciones se pueda medir y valorar las relaciones de causa-efecto posibles, entre la educación ambiental de última generación y la calidad de gestión ambiental en diversos centros de gestión y promoción comunitaria, tanto de tipo rural como urbano. Asimismo, se valora la importancia por determinar el impacto económico positivo de la gestión ambiental promovida por la educación, en las operaciones empresariales con o sin fines de lucro, mediante la observación de los indicadores de rentabilidad, competitividad y de desarrollo sostenible de aquellas organizaciones mejor

articuladas con el medio ambiente.

## Referencias

FERNÁNDEZ, M.M. (2015). **Buenas Prácticas Medioambientales en la Empresa**. Zaragoza: UGT Aragón.

FLORES, N. (2017). “Más de 100 conflictos sociales por minería en México”. **OCMAL**. Disponible en <http://bit.ly/3ULUukO> Consultado el 15/11/2022.

GIL, M., REYES, H., MÁRQUEZ, L., y CARDONA, A. (2014). “Disponibilidad y uso eficiente de agua en zonas rurales”. **Investigación y Ciencia**, Volumen 22, Nro. 67-73.

HERRERA-MÉNDEZ, K., RAMÍREZ-ORDOÑEZ, M., DE LA HOZ-ÁLVAREZ, M., Y ACUÑA-RODRÍGUEZ, M. (2018). “Predicción de la realización de prácticas ambientales, en trabajadores de una empresa de insumos químicos, a partir del modelo de la conducta planeada”. **Revista CGC**, Volumen 12, Nro. 3, 97-110.

HERNÁNDEZ, J., PINTO, A., GONZÁLEZ, J., PÉREZ, N., TORRES, J., RENGEL, J. (2017). “Nuevas Estrategias para un Plan de Uso Eficiente de la Energía Eléctrica”. **Ciencia, Docencia y Tecnología**. Volumen 28, Nro. 54, 75-99.

HERNÁNDEZ, R., y MENDOZA, C. (2018). **Metodología de la Investigación: Las rutas cualitativa, cuantitativa y mixta**. México D.F: McGraw-Hill.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., y BAPTISTA, P. (2014). **Metodología de la Investigación**. México D.F: McGraw-Hill, sexta edición.

HOFFMAN, B. (2021). “Cómo el cambio climático empeora la pobreza y la desigualdad”. **BID Mejorando Vidas**. Disponible en <http://bit.ly/3hOqvtS> Consultado el 10/11/2022.

JUSTE, I. (2021). “Causas de la deforestación”. **Ecología Verde**. Disponible en <http://bit.ly/3TQLRUS> Consultado el 18/11/2022.

MASSOLO, L. (2015). “Gestión ambiental y desarrollo sostenible: aspectos generales”. En MASSOLO, L. (coordinador) **Introducción a las herramientas de gestión ambiental** (pp. 9-25). La Plata: Editorial de la Universidad de La Plata.

MATAYOSHI, N. (2019). **Manual de Buenas Prácticas Ambientales**. Santiago de Chile: Universidad de Santiago de Chile.

MENDOZA URIBE, L., y VÁSQUEZ ZAVALA, M.L. (2017). “Detección de extremos climáticos de precipitación y temperatura en el estado de Guerrero”. **Ingeniería**. Volumen 21, Nro. 1, 13-30.

PROAÑO, M., ORELLANA, S., y MARTILLO, I. (2018). “Los sistemas de información y su importancia en la transformación digital de la empresa actual”. **Espacios**. Volumen 39, Nro. 45, 3.

SÁNCHEZ, L., y REYES, O. (2015). **Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe: Una revisión general**. Santiago de Chile: CEPAL.

SCHWAB, K. (2016). “The Fourth Industrial Revolution”. **World Economic Forum**. Disponible en <http://bit.ly/3OgVpHl> Consultado el 21/08/2021.

TOVAR, F., y ROJAS, J. (2011). “Diálogo de saberes, sabiduría ecológica originaria y desarrollo rural”. **Revista Derecho y Reforma Agraria**, Nro. 37, 149-171.

VELASCO, S.C. (2010). “Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Guerrero (POET)”. **1Library**. Disponible en <http://bit.ly/3hSMfVx> Consultado el 12/11/2022.

VIDAL, A., y ASUAGA, C. (2021). “Gestión ambiental en las organizaciones: Una de la revisión de la literatura”. **Revista del Instituto Internacional de Costos**, Volumen 18, 84-122.

## Documentos oficiales e institucionales

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID). (2022). “Informe de Sostenibilidad 2021”. **BID Mejorando vidas**. Disponible en <http://bit.ly/3XaUBrL> Consultado el 10/11/2022.

CASA MISIÓN NUESTRA SEÑORA DEL MAGNIFICAT (CMM). (2020). **Misión Rancho Viejo: Informe situacional 2019** [documento inédito]. Rancho Viejo.

CASA MISIÓN NUESTRA SEÑORA DEL MAGNIFICAT (CMM). (2022). **Memoria y Cuenta de Proyectos para el Desarrollo Local** [documento inédito]. Rancho Viejo.

COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO). (2020). “Sistema Nacional de Información para la Restauración Ambiental (SNIRA)”. **Biodiversidad mexicana**. Disponible en <http://bit.ly/3X49zzE> Consultado el 17/11/2022.

CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (CMNUCC). (2020). “Inventarios Nacionales de GEI”. Disponible en <http://bit.ly/3Xazd5W> Consultado el 19/12/2021.

DATAMÉXICO. (2022). “Municipio Tlacoachistlahuaca”. **Gobierno de México**. Disponible en <http://bit.ly/3hWs9tj> Consultado el 18/12/2022.

FUNDACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (2021). “Sustainable Development Goals”. Disponible en <http://bit.ly/3UJAJuj>. Consultado el 19/12/2021.

FUNDACIÓN PROMOCIÓN SOCIAL (2017). **Guía de Buenas Prácticas Ambientales**. Madrid: Fundación Promoción Social.

GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC). (2014). “Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects”. Disponible en <http://bit.ly/3tFi3zQ> Consultado el 22/12/2021.

GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC). (2018). “Global Warming of 1.5 °C”. Disponible en <http://bit.ly/3UN2RN4> Consultado el 09/12/2021.

GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC). (2019a). “Climate change and land” [Chapter 7]. Disponible en <http://bit.ly/3EPBoGB> Consultado el 09/12/2021.

GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC). (2019b). “Glosario”. Disponible en <http://bit.ly/3GnTnUo> Consultado el 09/12/2021.

GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC). (2019c). “The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate”. Disponible en <http://bit.ly/3X6gl8h> Consultado el 09/12/2021.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI). (2020).

“Rancho Viejo (Rancho Nuevo de la Democracia)”. Disponible en <http://bit.ly/3tJ4wqM> Consultado el 24/11/2021.

CLIMÁTICO (IPCC). (2020). “The IPCC and the Sixth Assessment cycle”. Disponible en <http://bit.ly/3EgQXUz> Consultado el 09/12/2021.

La Carta de Belgrado – Seminario Internacional de Educación Ambiental, Belgrado, 13 – 22 de octubre de 1975. (2008). Documento consultado en Internet el 11 de marzo de 2022 en <https://www.manekenk.org.ar/wp-content/uploads/2016/01/belgrado01.pdf>

LOW CARBON CITY. (2020). “El ABC de la Emergencia Climática”. Disponible en <http://bit.ly/3EgSHo3> Consultado el 02/01/2022.

MANOS UNIDAS. (2022). “Impacto ambiental del cambio climático”. Disponible en <http://bit.ly/3TQiyIv> Consultado el 18/02/2022.

MÓDULO DE FORMACIÓN Y DESARROLLO COMUNITARIO (MFD). (2022). **Estado conjunto de actividades. Reporte 2018 – 2021.** [documento inédito]. Rancho Viejo.

OPENMAPTILES© Y OPEN-STREETMAP©. (2021). “Rancho Viejo (Rancho Nuevo de la Democracia)”. Disponible en <http://bit.ly/3Eiy8Ad> Consultado el 26/06/2021.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN (ISO). (2015a). “Información geográfica: lenguaje de esquema conceptual (ISO 19103)”. Disponible en <http://bit.ly/3EGM740> Consultado el 17/02/2022.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN (ISO). (2015b). “Sistemas de gestión ambiental – Requisitos con orientación para su uso (ISO 14001)”. Disponible en <http://bit.ly/3gcrKtI> Consultado el 17/02/2022.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN (ISO). (2015c). “Sustainability criteria for bioenergy (ISO 13065)”. Disponible en <http://bit.ly/3UN7WVp> Consultado el 17/01/2022.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN (ISO). (2016). “Geographic information – Methodology for feature cataloguing (ISO 19110)”. Disponible en <http://bit.ly/3hPZAOi> Consultado el 17/02/2022.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN (ISO). (2018a). “Gestión de gases de efecto invernadero y actividades relacionadas – Marco de referencia y principios de las metodologías para acciones climáticas (ISO 14080)”. Disponible en <http://bit.ly/3gdstn4> Consultado el 17/02/2022.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN (ISO). (2018b). “Gestión del riesgo – Directrices (ISO 31000)”. Disponible en <http://bit.ly/3UJqo1e> Consultado el 17/02/2022.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN (ISO). (2018c). “Sistemas de gestión de la energía – Requisitos con orientación para su uso (ISO 50001)”. Disponible en <http://bit.ly/3hVuFQw> Consultado el 17/02/2022.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN (ISO). (2019). “Adaptación al cambio climático – Principios, requisitos y directrices (ISO 14090)”. Disponible en <http://bit.ly/3EFTzfY> Consultado el 17/02/2022.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN (ISO). (2020). “Gestión Ambiental – Vocabulario (ISO 14050)”. Disponible en <http://bit.ly/3X4057w> Consultado el 17/02/2022.

SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL (SEDESOL). “Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social. CONEVAL”. Disponible en <http://bit.ly/3tOoJsh> Consultado el 14/11/2022.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SERMANAT). (2010). “Prácticas de Reforestación. Manual Básico”. **Comisión Nacional Forestal**. Disponible en <http://bit.ly/3XcepLh> Consultado el 13/11/2022.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SERMANAT). (2017a). “Cambio de uso de Suelo en terrenos Forestales”. Disponible en <http://bit.ly/3XbeP4F> Consultado el 12/11/2022.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SERMANAT). (2017b). “Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Guerrero”. Disponible en <http://bit.ly/3TOcpG8> Consultado el 18/11/22.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SERMANAT). (2021). “Sistema Nacional de Indicadores Ambientales (SNIA)”. Disponible en <http://bit.ly/3OcNLhn> Consultado el 10/01/2022.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SERMANAT). (2022). “Sistema Nacional de Información Ambiental y Recursos Naturales”. Gobierno de México. Disponible en <http://bit.ly/3UJadB2> Consultado el 17/11/2022.