

Modelo de autodiagnóstico formativo para la transformación digital verde en mipymes

Fuentes Prieto, Mayda Juana¹, Díaz González de Mendoza, Pável²; y Toledo Fernández, Manuel E.³

mfp24660@gmail.com, pdgmendoza@gmail.com, manueltoledo2002@gmail.com

¹ Empresa de Aplicaciones Informáticas (Desoft), 10400 La Habana, Cuba.

² Empresa de Aplicaciones Informáticas (Desoft), 10400 La Habana, Cuba.

³ CEO de evainformatica.es, 28260 Madrid, España,

DOI: 10.17013/risti.n.pi-pf

Resumen: La transformación digital verde se ha convertido en una prioridad estratégica para las mipymes de América Latina y el Caribe, especialmente para aquellas que buscan fortalecer su competitividad y sostenibilidad en contextos de recursos limitados y crecientes exigencias regulatorias. Este artículo propone un modelo de autodiagnóstico formativo basado en la adaptación de estándares internacionales de sostenibilidad, gobernanza digital, innovación y calidad de datos a un proceso de aprendizaje organizacional soportado por una arquitectura web. La investigación siguió un enfoque de investigación-desarrollo e integró revisión documental, modelación conceptual, diseño de indicadores e implementación tecnológica. El modelo articula tres componentes funcionales: un gestor interno, un traductor formativo de estándares y un tutor automatizado capaz de generar diagnósticos, planes formativos y recomendaciones estratégicas. Su aplicación en una mipyme agropecuaria permitió verificar la coherencia funcional del sistema y su potencial para fortalecer capacidades organizacionales orientadas a la transformación digital verde.

Palabras-clave: Transformación Digital Verde; autodiagnóstico formativo; mipymes; aprendizaje organizacional.

A formative self-assessment model for green digital transformation in smes

Abstract: Green digital transformation has become a strategic priority for SMEs in Latin America and the Caribbean, particularly for those seeking to strengthen competitiveness and sustainability in contexts of limited resources and increasing

regulatory demands. This article proposes a formative self-assessment model based on adapting international standards on sustainability, digital governance, innovation, and data quality to an organizational learning process supported by a web architecture. The research followed a research-and-development approach and integrated literature review, conceptual modeling, indicator design, and technological implementation. The model brings together three functional components: an internal manager, a standards translator, and an automated tutor capable of generating diagnostics, training plans, and strategic recommendations. Its application in an agricultural SME made it possible to verify the functional coherence of the system and its potential to strengthen organizational capacities oriented toward green digital transformation.

Keywords: Green Digital Transformation; formative self-assessment; SMEs, organizational learning.

1. Introducción

La convergencia entre transformación digital y sostenibilidad ambiental ha dado lugar al campo denominado Transformación Digital Verde (TDV), entendido como la utilización de tecnologías digitales para reducir impactos ambientales, optimizar recursos y generar valor sostenible en las organizaciones (Díaz et al., 2025; Gong Ribiere, 2021; World Bank, 2023). Esta agenda resulta particularmente relevante para las micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes) de América Latina y el Caribe (ALC), que conforman la mayor parte del tejido productivo regional, pero enfrentan limitaciones financieras, heterogeneidad tecnológica y escasez de personal especializado para abordar marcos regulatorios y estándares crecientes en sostenibilidad y gobernanza digital (CEPAL, 2022; CEPAL, 2024).

En respuesta a estos desafíos han surgido múltiples instrumentos para evaluar la madurez digital y las capacidades organizacionales, como TETR4DIG y Chequeo Digital; sin embargo, la mayoría se orienta a la medición y suele omitir o tratar de forma parcial la dimensión ambiental, además de ofrecer poca transformación directa de los resultados en procesos formativos internos (De Armas Hernández et al., 2022; Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, s. f.). Esta limitación evidencia una brecha práctica: la necesidad de mecanismos que traduzcan estándares internacionales de sostenibilidad, gobernanza digital, innovación y calidad de datos en instrumentos accesibles y accionables para mipymes con recursos limitados (Haarstad & Rusten, 2018).

El presente trabajo responde a esta brecha proponiendo un modelo de autodiagnóstico formativo para la TDV en mipymes, cuya singularidad radica en convertir requisitos normativos en preguntas reflexivas, indicadores comprensibles y acciones formativas automatizadas soportadas por una arquitectura web. La propuesta integra tres componentes funcionales —gestor interno, traductor formativo y tutor automatizado— que, en conjunto, transforman el diagnóstico en un ciclo de aprendizaje organizacional orientado a la mejora continua.

La pregunta de investigación que guía el estudio es: ¿Cómo diseñar un modelo de autodiagnóstico formativo que traduzca estándares internacionales de sostenibilidad y gobernanza digital en capacidades organizacionales para impulsar la TDV en mipymes? Para abordar esta pregunta se aplicó un enfoque de investigación-desarrollo que combinó revisión documental, modelación conceptual, diseño de indicadores e implementación tecnológica.

2. Fundamentación Teórica

Transformación Digital Verde como doble transición. La investigación contemporánea reconoce la Transformación Digital Verde (TDV) como la convergencia de agendas digital y ambiental en un proceso integrado que busca simultáneamente eficiencia operativa, reducción de impactos ambientales y generación de valor organizacional (Gong Ribiere, 2021; World Bank, 2023). Esta «doble transición» ha sido promovida por organismos internacionales y marcos de política que subrayan la necesidad de orientar capacidades digitales hacia objetivos de sostenibilidad (CEPAL, 2024). En el contexto de las mipymes, la TDV adquiere especial relevancia por la presión regulatoria y de mercado para cumplir estándares sostenibles, aunque estas organizaciones enfrentan restricciones financieras, heterogeneidad tecnológica y déficit de capital humano especializado que dificultan su adopción efectiva (CEPAL, 2022; Comisión Europea, 2024).

Autodiagnóstico y desarrollo de capacidades. Desde la perspectiva de las capacidades organizacionales, el autodiagnóstico debe entenderse no solo como un instrumento de evaluación, sino como un mecanismo formativo que promueve reflexión, apropiación de conocimiento y mejora continua. Los modelos tradicionales de madurez organizacional miden niveles mediante escalas e indicadores, pero su utilidad práctica depende de convertir puntuaciones en conocimiento accionable y en decisiones internas (Díaz et al., 2025 y 2026). Por ello, los enfoques orientados a un autodiagnóstico formativo buscan transformar los resultados del diagnóstico en procesos estructurados de aprendizaje

organizacional y en rutas de fortalecimiento de capacidades dentro de la propia empresa.

Brecha en herramientas existentes. En América Latina y el Caribe existen diversas herramientas para evaluar madurez digital y capacidades organizacionales (por ejemplo, TETR4DIG y Chequeo Digital), pero suelen concentrarse en la dimensión técnico-digital y omiten o tratan de manera parcial la dimensión ambiental; asimismo, pocas soluciones traducen automáticamente los resultados en acciones formativas concretas (De Armas Hernández et al., 2022; Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, s. f.). Esta constatación revela una brecha investigativa y práctica: la falta de modelos que integren (i) estándares internacionales de sostenibilidad y gobernanza digital, (ii) autodiagnósticos accesibles para organizaciones con recursos limitados y (iii) generación automatizada de acciones formativas orientadas al desarrollo progresivo de capacidades para la TDV (CEPAL, 2024; World Bank, 2023).

Capacidades organizacionales relevantes para la TDV. La literatura propone que la adopción sostenida de prácticas digitales y ambientales depende de un conjunto de capacidades internas que exceden la mera disponibilidad tecnológica: comprensión normativa y cumplimiento, gestión digital orientada al impacto ambiental, y cultura organizacional e innovación sostenible que sostengan los cambios en el tiempo (Gong Ribiere, 2021; Díaz et al., 2025). Estas dimensiones — normativa, gestión digital ambiental y cultura/innovación— operan de forma complementaria: la primera asegura alineamiento con requisitos externos; la segunda facilita la observación y mejora continua mediante tecnologías; la tercera fomenta la apropiación, la colaboración y la creatividad necesarias para sostener la transición.

Traducción de estándares a procesos formativos. Una dificultad recurrente es la naturaleza técnica y dirigida a especialistas de muchos estándares internacionales, lo que limita su comprensión por parte de gestores en mipymes. Convertir cláusulas normativas en preguntas reflexivas e indicadores comprensibles constituye una estrategia que facilita la apropiación del conocimiento normativo y su transformación en acciones prácticas (Convenio de Basilea; ISO y demás estándares revisados). Este enfoque pedagógico y operativo es coherente con modelos de aprendizaje organizacional que privilegian la reflexión estructurada y la planificación de acciones sobre la mera verificación de cumplimiento.

En conjunto, la fundamentación teórica sostiene que la TDV requiere modelos que integren normas internacionales, prácticas de gestión digital ambiental y procesos de aprendizaje organizacional para ser accesibles y útiles a las mipymes. La evidencia disponible señala que los instrumentos actuales no realizan esta integración de forma completa, lo que justifica la propuesta de un autodiagnóstico

formativo que traduzca estándares en indicadores y acciones formativas automatizadas, evitando así que el diagnóstico sea únicamente un resultado estático y transformándolo en un ciclo de desarrollo de capacidades.

3. Metodología

La investigación siguió un enfoque de investigación-desarrollo, orientado a la construcción y demostración de factibilidad de un modelo de autodiagnóstico formativo para la TDV en mipymes. El proceso metodológico se desarrolló en cuatro etapas sucesivas: identificación de fundamentos normativos, diseño conceptual del modelo, implementación tecnológica y demostración de factibilidad mediante estudio de caso.

3.1. Identificación de fundamentos normativos.

Se realizó una revisión documental de estándares internacionales relacionados con sostenibilidad ambiental, gobernanza digital, innovación, formación y calidad de datos. La selección incluyó doce estándares internacionales y el Convenio de Basilea, priorizados por su reconocimiento internacional, aplicabilidad multisectorial y relevancia para procesos de transformación digital verde. Este proceso permitió establecer la base conceptual del modelo y definir los criterios que posteriormente serían traducidos en indicadores de diagnóstico.

3.2. Diseño conceptual del modelo

A partir de los estándares seleccionados se construyó una matriz de referencia destinada a vincular disposiciones normativas con indicadores de desarrollo de capacidades. Este proceso permitió estructurar tres dimensiones analíticas: desarrollo de capacidades normativas ambientales, desarrollo de capacidades de gestión digital ambiental y desarrollo de capacidades de cultura e innovación sostenible. Posteriormente se definió una escala Likert de cinco niveles asociada a porcentajes de madurez digital ambiental y a criterios cualitativos de interpretación.

El modelo conceptual fue implementado mediante una arquitectura web diseñada para permitir la ejecución autónoma del proceso de autodiagnóstico por parte de gestores internos no especializados, es decir, empleados de la mipyme. La solución integra mecanismos de captura de valoraciones, procesamiento automatizado y generación de planes de acción formativos junto con recomendaciones estratégicas.

La arquitectura prioriza la accesibilidad, la simplicidad operativa y la confidencialidad de la información organizacional. En la aplicación no se incorporan datos sensibles de la empresa, sino únicamente las valoraciones asociadas a los indicadores de diagnóstico. Este enfoque reduce barreras de adopción y favorece la apropiación de la herramienta por parte de mipymes con recursos limitados.

4. Modelo propuesto de autodiagnóstico formativo para la TDV.

4.1. Fundamentos del modelo

El modelo propuesto parte de la premisa de que la TDV en las mipymes no depende exclusivamente de la incorporación de tecnologías digitales ni del cumplimiento de requisitos ambientales, sino del desarrollo progresivo de capacidades organizacionales que permitan integrar ambos ámbitos en la gestión cotidiana. Esta visión se alinea con los enfoques contemporáneos de transformación digital, que reconocen la importancia de las capacidades internas, el aprendizaje organizacional y la adaptación continua como factores determinantes del cambio organizacional (Gong Ribiere, 2021; Díaz et al., 2025 y 2026).

Desde esta perspectiva, el autodiagnóstico es concebido como un mecanismo de aprendizaje organizacional y no únicamente como una herramienta de evaluación. Su propósito consiste en facilitar que la organización identifique sus fortalezas, reconozca sus brechas y construya rutas de mejora progresiva hacia la sostenibilidad a partir de evidencias objetivas y criterios estructurados. En consecuencia, el modelo adopta una orientación formativa donde la generación de capacidades constituye el resultado principal del proceso de diagnóstico.

La propuesta integra principios derivados de la sostenibilidad organizacional y la gobernanza digital. Incorpora además la gestión de la innovación y la formación basada en competencias, articulándolos en un único marco orientado a las necesidades de las mipymes de América Latina y el Caribe (CEPAL, 2022; CEPAL, 2024; World Bank, 2023).

4.2. Estructura conceptual del modelo

El modelo se organiza alrededor de tres componentes funcionales interrelacionados que permiten transformar requisitos normativos en acciones concretas de aprendizaje y mejora organizacional.

1. *Gestor interno.* Representa a la persona responsable de conducir el proceso de autodiagnóstico dentro de la organización. No requiere conocimientos especializados en normativa ambiental ni en transformación digital, ya que actúa como facilitador del proceso de recopilación de evidencias y toma de decisiones.
2. *Traductor formativo de estándares.* Función metodológica de la aplicación web. Constituye el mecanismo conceptual encargado de transformar disposiciones contenidas en estándares internacionales en preguntas reflexivas comprensibles para usuarios no expertos. Su función es reducir la complejidad técnica de los marcos normativos sin perder la esencia de los requisitos que estos establecen.
3. *Tutor automatizado.* Función tecnológica de la aplicación web. Es el componente responsable de interpretar los resultados obtenidos durante el diagnóstico y convertirlos en acciones formativas y recomendaciones estratégicas para la mejora continua. Su propósito es asegurar que el proceso concluya con propuestas concretas de desarrollo de capacidades y no únicamente con una puntuación o clasificación.

Las sinergias operativas entre estos tres componentes conforman una arquitectura de apoyo al aprendizaje organizacional orientada a facilitar la Transformación Digital Verde en contextos caracterizados por recursos limitados y bajos niveles de especialización técnica.

4.3. Dimensiones de capacidades organizacionales del modelo

La estructura analítica del modelo se sustenta en tres dimensiones complementarias derivadas de la revisión de estándares internacionales y literatura especializada.

D1. Desarrollo de capacidades normativas ambientales.

Esta dimensión invita a la mipyme a explorar su conocimiento y nivel de adopción de prácticas básicas de gestión ambiental, las cuales suelen estar orientadas por la legislación y los estándares internacionales. Su inclusión responde a la creciente necesidad de que las mipymes comprendan los requisitos ambientales asociados a mercados, regulaciones y cadenas de suministro cada vez más exigentes (Convenio de Basilea, 1993; CEPAL, 2024).

D2. Desarrollo de capacidades de gestión digital ambiental.

Esta dimensión guía a la mipyme en la identificación de su capacidad actual para utilizar herramientas digitales que permitan observar, analizar y mejorar su impacto ambiental de manera sistemática. La dimensión refleja la convergencia

entre digitalización y sostenibilidad ambiental identificada por la literatura reciente sobre Transformación Digital Verde (World Bank, 2023; Kocaman, 2024).

D3. Desarrollo de capacidades de cultura e innovación sostenible.

Esta dimensión ayuda a la mipyme a analizar cómo integra la sostenibilidad ambiental y la digitalización en su quehacer cotidiano, fomentando una cultura de colaboración, aprendizaje continuo y responsabilidad frente al impacto digital ambiental. La literatura reconoce que la transformación organizacional sostenible depende no solo de tecnología y normativas, sino también de factores culturales y de innovación que permitan sostener el cambio en el tiempo (Gong Ribiere, 2021; Díaz et al., 2025).

Las tres dimensiones articulan el diagnóstico formativo como un autodiagnóstico integral de capacidades organizacionales para la Transformación Digital Verde, evitando una lectura fragmentada del proceso y favoreciendo la identificación de brechas con potencial de mejora.

4.4. Mecanismo de traducción formativa del modelo

Uno de los aportes distintivos del modelo consiste en el mecanismo de traducción formativa de los estándares internacionales definidos en su matriz de referencias normativas. Tradicionalmente, estos estándares se expresan mediante requisitos técnicos dirigidos a especialistas, lo que dificulta su interpretación por parte de muchas mipymes. Para superar esta limitación, el modelo transforma dichos requisitos en preguntas reflexivas orientadas al desarrollo de capacidades (Tabla 1).

Este procedimiento permite convertir el conocimiento normativo en conocimiento accionable y facilita que los usuarios de la aplicación web, en particular los gestores internos, comprendan la relación entre sus prácticas organizacionales y los objetivos de la Transformación Digital Verde. La traducción se realizó a partir de una matriz de referencia que vincula normas ISO y estándares de software con cada uno de los indicadores de diagnóstico KPI de la aplicación web.

Tabla 1 – Fragmento de la matriz de referencia de estándares internacionales del modelo.

Ítem	Pregunta reflexiva TDV-FORMATIVA	Nombre KPI	Estándares internacionales	Traducción formativa (orientación a la práctica mipyme)
1.1	¿Cómo hemos desarrollado nuestra capacidad para identificar y gestionar los requisitos legales ambientales que nos aplican?	Gestión de requisitos legales ambientales	ISO 14001:2015, Cláusula 6.1.3	La pregunta invita a la organización a reconocer su capacidad actual para mantenerse informada sobre los requisitos de la norma que aplican a su actividad.
2.1	¿Qué sistema hemos implementado para el monitoreo digital de consumos ambientales?	Monitoreo digital de consumos	ISO 8000-1:2022;	La consistencia en el registro es la base. La pregunta ayuda a identificar si se utilizan herramientas digitales para registrar y observar consumos de energía, agua o generación de residuos. Estos datos son el primer paso para identificar patrones.

4.5. Flujo operativo del modelo

El modelo de autodiagnóstico formativo emplea una escala de cinco niveles de madurez digital ambiental: Inicial, Básico, Intermedio, Avanzado y Consolidado, que representa diferentes estados de desarrollo de capacidades organizacionales. Su operacionalización se desarrolla mediante un ciclo de cuatro fases: 1) levantamiento de datos, 2) diagnóstico automatizado, 3) plan de acciones formativas para la TDV y 4) exportación para la toma de decisiones.

En la aplicación web no se introducen datos empresariales; estos se mantienen fuera de la herramienta durante la fase de levantamiento de datos, la cual es gestionada por el gestor interno de la mipyme (Fuentes Daz, 2025; Fuentes, Daz Toledo, 2026). En la fase de diagnóstico se introducen 23 valores Likert 1-5 como respuesta a las 23 preguntas de la aplicación web, agrupadas en las tres dimensiones.

Inmediatamente, los 23 valores cualitativos se traducen de manera automatizada en indicadores de diagnóstico KPI de 10, 30, 50, 75 y 95, asociados a los cinco niveles de madurez digital ambiental. Los KPI independientes permiten calcular el KPI dimensional, que representa el nivel de desarrollo de cada capacidad organizacional; a su vez, los tres KPI dimensionales permiten calcular el KPI global, que expresa el nivel de madurez digital ambiental general de la mipyme.

En la tercera fase, el tutor automatizado de la aplicación web genera un plan de acciones formativas y recomendaciones estratégicas dimensionales, que pueden exportarse en formato PDF en la fase final del modelo. Este archivo puede ser posteriormente personalizado de manera manual, tomando en cuenta la multifuncionalidad de la mipyme fuera de la aplicación web.

Este ciclo permite transformar información dispersa en conocimiento estructurado para la toma de decisiones y facilita la repetición periódica del proceso de autodiagnóstico como mecanismo de aprendizaje organizacional continuo (Figura 1)

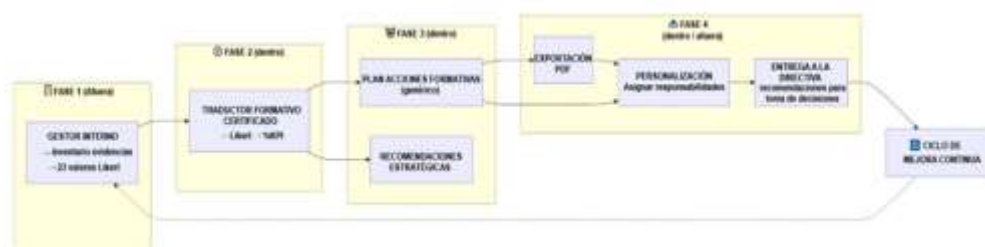


Figura 1 – Flujo operativo del modelo de autodiagnóstico formativo para la Transformación Digital Verde.

5. Implementación tecnológica del modelo

5.1. Arquitectura de implementación

La implementación tecnológica se concibió bajo criterios de accesibilidad, simplicidad operativa y mínima dependencia de recursos tecnológicos especializados. De esta manera, se tuvieron en cuenta las limitaciones habitualmente presentes en organizaciones de pequeña escala. La aplicación fue diseñada para funcionar como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones y al desarrollo de capacidades organizacionales, evitando la complejidad técnica asociada a plataformas empresariales de mayor escala.

La arquitectura prioriza la confidencialidad de la información organizacional: los resultados del diagnóstico son procesados localmente dentro del entorno de trabajo de la aplicación, evitando la creación de repositorios centralizados con información sensible de las empresas participantes. En la plataforma solo se introducen 23 valores Likert, por lo que no se requiere información propia de la empresa para su empleo.

5.2. Componentes funcionales

La implementación tecnológica en tres capas materializa la sinergia operativa entre los tres componentes definidos en el modelo conceptual: gestor interno, función metodológica del traductor formativo de estándares y función tecnológica del tutor automatizado (Figura 2).

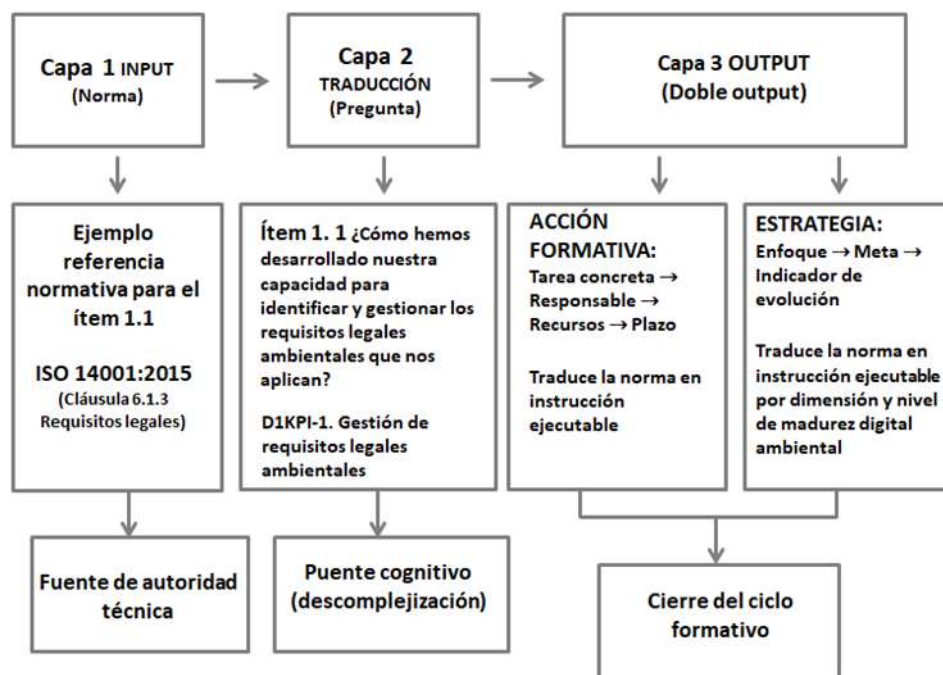


Figura 2 – Sinergia operativa entre los tres componentes definidos en el modelo conceptual

Capa 1. Input: la norma como fuente de autoridad técnica.

La materia prima son cláusulas, artículos y principios extraídos de las normas ISO y de los estándares técnicos relacionados. Cada pregunta reflexiva de TDV-FORMATIVA establece una relación uno a uno o uno a varios con las disposiciones normativas identificadas, garantizando así la validez de contenido de la aplicación web.

Capa 2. Traducción: la pregunta reflexiva como puente cognitivo.

En esta capa, la cláusula técnica se somete a una transposición pedagógica. El lenguaje normativo, diseñado para expertos y auditorías, se reformula como una pregunta reflexiva en primera persona del plural, desplazando el foco desde verificar el cumplimiento hacia explorar el nivel de desarrollo de una capacidad organizacional. Este cambio de enfoque es fundamental para la filosofía del autodiagnóstico formativo: no se trata de un ejercicio de conformidad, sino de una invitación a la introspección estructurada.

Capa 3. Output: fichero digital tangible en formato PDF.

Esta capa permite la exportación de un fichero desde la aplicación web a la computadora del gestor interno. El fichero, en formato PDF, tiene dos niveles de lectura: uno operativo y otro estratégico.

- *Nivel operativo:* se refiere al plan de acciones formativas genérico que el gestor interno puede personalizar sustituyendo las funciones canónicas con los nombres de los empleados involucrados, basado en el organigrama multifuncional de la mipyme.
- *Nivel estratégico:* son las recomendaciones dimensionales basadas en una matriz canónica de la aplicación web. Para cada dimensión, según el nivel de madurez digital ambiental alcanzado, se presenta una estrategia prioritaria con su enfoque, meta estratégica e indicador de evolución.

Capa de captura de evidencias.

Permite introducir las valoraciones correspondientes a los indicadores definidos en el instrumento de diagnóstico. Estas valoraciones se obtienen previamente a partir de evidencias recopiladas por el gestor interno mediante revisión documental, observación directa y consulta a personal clave de la organización, fuera de la aplicación web.

Capa de diagnóstico y procesamiento.

Convierte automáticamente las valoraciones Likert introducidas en valores porcentuales de indicadores de diagnóstico KPI de 10, 30, 50, 75 y 95, asociados a diferentes niveles de madurez digital ambiental: Inicial, Básico, Intermedio, Avanzado y Consolidado. El sistema también calcula el KPI dimensional a partir de los KPI individuales, y el KPI global a partir de los KPI dimensionales. Así se diagnostica el nivel de madurez digital ambiental dimensional y global de la mipyme.

Capa de generación del plan y de las recomendaciones dimensionales.

Analiza las brechas identificadas y produce automáticamente acciones formativas y recomendaciones estratégicas asociadas a cada dimensión evaluada. Su propósito es convertir los resultados diagnósticos en propuestas concretas de mejora orientadas al fortalecimiento progresivo de capacidades organizacionales.

5.3. Automatización de la generación de acciones formativas

Uno de los elementos distintivos de la implementación consiste en la automatización del proceso de generación de acciones formativas. A diferencia de las herramientas tradicionales de autodiagnóstico, que normalmente concluyen con una puntuación o clasificación de madurez, la propuesta incorpora mecanismos

que traducen automáticamente las brechas identificadas en recomendaciones de mejora y acciones orientadas al aprendizaje organizacional.

Las acciones generadas incluyen una descripción de la actividad recomendada, recursos sugeridos, horizonte temporal de implementación y orientaciones para su seguimiento. Este enfoque permite transformar el diagnóstico en un proceso activo de construcción de capacidades y mejora continua.

6. Discusión

6.1. Diferenciación respecto a herramientas existentes

La revisión realizada mostró que las herramientas de diagnóstico disponibles en la región se concentran principalmente en evaluar niveles de digitalización o madurez digital organizacional. Ejemplos representativos son Chequeo Digital y TETR4DIG, los cuales proporcionan mecanismos útiles para caracterizar el estado de transformación digital de las organizaciones, pero presentan limitaciones cuando se analiza la integración entre sostenibilidad ambiental, aprendizaje organizacional y generación de capacidades (De Armas Hernández et al., 2022; ESPOL, 2022).

A diferencia de estos enfoques, el modelo propuesto incorpora explícitamente la dimensión ambiental dentro del proceso de diagnóstico y la articula con capacidades relacionadas con gobernanza digital, innovación y sostenibilidad. Esta integración resulta consistente con las tendencias internacionales asociadas a la denominada doble transición digital y verde, identificada como uno de los principales desafíos para la competitividad empresarial durante la presente década (World Bank, 2023; Kocaman, 2024).

Otra diferencia relevante radica en la función atribuida al autodiagnóstico. Mientras que los modelos tradicionales suelen concluir con una clasificación o nivel de madurez, la propuesta presentada transforma los resultados obtenidos en acciones formativas y recomendaciones estratégicas. De esta manera, el diagnóstico deja de ser un ejercicio exclusivamente evaluativo para convertirse en un mecanismo de aprendizaje organizacional orientado a la mejora continua.

6.2. Contribuciones al campo de la Transformación Digital Verde

Desde una perspectiva conceptual, el principal aporte del trabajo consiste en proponer un modelo que integra tres ámbitos habitualmente tratados de manera independiente: estándares internacionales, desarrollo de capacidades organizacionales y transformación digital verde.

La literatura reciente reconoce que uno de los principales obstáculos para la adopción de prácticas sostenibles en las mipymes es la dificultad para interpretar y operacionalizar marcos normativos complejos relacionados con sostenibilidad, innovación y gobernanza digital (CEPAL, 2024; World Bank, 2023). En este contexto, el mecanismo de traducción formativa desarrollado representa una contribución relevante, al permitir transformar requisitos técnicos en preguntas reflexivas, indicadores comprensibles y acciones orientadas al aprendizaje.

Asimismo, la arquitectura conceptual basada en la interacción entre gestor interno, traductor formativo y tutor automatizado amplía el alcance tradicional de los modelos de madurez organizacional. En lugar de limitarse a medir el estado actual de una organización, el modelo busca facilitar procesos de apropiación del conocimiento y fortalecimiento progresivo de capacidades internas. Esta orientación coincide con enfoques contemporáneos de transformación digital que enfatizan el papel de las capacidades dinámicas, el aprendizaje organizacional y la adaptación continua como elementos esenciales para sostener procesos de cambio en entornos complejos (Díaz et al., 2025 y 2026; Gong & Ribiere, 2021).

6.3. Implicaciones para las mipymes de América Latina y el Caribe

Las mipymes representan la mayor parte del tejido empresarial de América Latina y el Caribe, pero suelen enfrentar restricciones significativas para acceder a consultorías especializadas, auditorías externas y procesos formales de certificación. Como consecuencia, la adopción de prácticas de sostenibilidad y transformación digital suele depender de iniciativas fragmentadas y de capacidades internas limitadas (CEPAL, 2022).

Los resultados obtenidos sugieren que el modelo puede contribuir a reducir parcialmente estas barreras al proporcionar una metodología estructurada para interpretar estándares internacionales y traducirlos en acciones concretas de mejora. En este sentido, la propuesta no pretende sustituir procesos de auditoría, certificación o consultoría especializada, sino ofrecer un instrumento de apoyo que facilite la preparación organizacional y el desarrollo progresivo de capacidades relacionadas con la Transformación Digital Verde.

La posibilidad de ejecutar el proceso mediante gestores internos constituye un elemento particularmente relevante para organizaciones con recursos limitados, ya que favorece la apropiación del conocimiento y reduce la dependencia de asistencia externa permanente.

7. Conclusiones

Este trabajo propuso la factibilidad de un modelo de autodiagnóstico formativo para la TDV en micro, pequeñas y medianas empresas, orientado a facilitar el desarrollo progresivo de capacidades organizacionales mediante la integración de sostenibilidad ambiental, gobernanza digital, innovación y aprendizaje organizacional.

La principal contribución científica de la investigación consiste en la formulación de un modelo conceptual capaz de traducir estándares internacionales en indicadores, preguntas reflexivas y acciones formativas comprensibles para usuarios no especializados. A diferencia de los enfoques tradicionales centrados exclusivamente en la evaluación de madurez, la propuesta incorpora mecanismos destinados a transformar los resultados diagnósticos en procesos estructurados de aprendizaje y mejora continua.

Como segunda contribución, se desarrolló una arquitectura tecnológica que operacionaliza el modelo mediante la interacción entre un gestor interno, un traductor formativo de estándares y un tutor automatizado. Esta arquitectura permite automatizar la generación de diagnósticos, planes de acción y recomendaciones estratégicas, facilitando la apropiación organizacional del conocimiento asociado a la Transformación Digital Verde.

La demostración de factibilidad realizada en una mipyme agropecuaria evidenció la viabilidad operativa del modelo y la coherencia funcional entre sus fundamentos conceptuales, los mecanismos de procesamiento implementados y los resultados obtenidos. Los hallazgos sugieren que la propuesta puede constituir una alternativa útil para apoyar procesos de transformación digital verde en organizaciones que disponen de recursos limitados y bajos niveles de especialización técnica.

No obstante, los resultados deben interpretarse considerando que la investigación se desarrolló mediante un único estudio de caso y estuvo orientada a analizar factibilidad operativa más que impacto organizacional. En consecuencia, no es posible generalizar los hallazgos ni afirmar efectos causales sobre el desempeño empresarial o ambiental.

Como líneas futuras de investigación se propone realizar estudios multinacionales en diferentes sectores productivos, desarrollar evaluaciones longitudinales que permitan medir la evolución de capacidades organizacionales a lo largo del tiempo e incorporar mecanismos de inteligencia artificial para personalizar recomendaciones y fortalecer los procesos de aprendizaje derivados del autodiagnóstico.

Referencias

AIT Austrian Institute of Technology. (2025). Twin transition: How can we shape the green and digital transformation that is currently taking place in parallel? Discussing Technology. <https://www.ait.ac.at/en/blog/green-and-digital-transformation>

- AlphaBeta. (2022). Transformación digital: Así es como las tecnologías digitales impulsan las exportaciones en América Latina. ConnectAmericas. <https://connectamericas.com/es/tecnologias-digitales-exportaciones>
- Bonet, J. L. (2021). Los objetivos de desarrollo sostenible en la estrategia de la Cámara de España y de la red cameral. Cámara de España. <http://empresasostenible.camara.es/sites/default/files/2022-09/ODS%20C%C3%A1mara%20de%20Espa%C3%B1a%20DATOS%2020210.pdf>
- CEPAL. (2022). Un camino digital para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe (LC/CMSI.8/3). <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/48460>
- CEPAL. (2024). Una transformación digital real y efectiva puede ayudar a América Latina y el Caribe a superar trampas de desarrollo. <https://www.cepal.org/es/comunicados/transformacion-digital-real-efectiva-puede-ayudar-america-latina-caribe-superar-trampas>
- Comisión Europea. (2024). Las microempresas y las pequeñas empresas representan el 99% de las empresas en la UE. Eurostat. <https://european-union.europa.eu>
- Confederación Española de la Pequeña y Mediana Empresa. (2023). Crecimiento empresarial: Situación de las pymes en España. CEPYME. <https://www.cepyme.es>
- Convenio de Basilea. (1993). Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, L 39, 3–25. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:21993A0216\(02\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:21993A0216(02))
- De Armas Hernández, B., Díaz Pérez, M. M., & Reyes González, L. (2022). Modelo TETR4DIG para evaluar la madurez de la transformación digital en entidades cubanas. Revista Cubana de Transformación Digital, 2(1), 1–15. <https://rctd.uic.cu/rctd/article/view/17789>
- Díaz, P. & Fuentes, M. J. (2025). Transformación digital para la exportación. Nueva Empresa, 12(1), 3-7.
- Díaz, P., Fuentes, M. J., & Díaz Manresa, K. (2025). Transformación digital sostenible: La convergencia de la innovación tecnológica y la sostenibilidad. RISTI, N.º 60, 12, 66-79.
- Díaz, P., Fuentes, M.J. y Díaz, K. (2026). Transformación digital verde como servicio (TDVaaS). Un nuevo servicio basado en roles estratégicos. RISTI, N.º 61, 03, 96-111.
- ESPOL. (2022). Reporte 2020–2021: ¿Cuál es el nivel de digitalización de las empresas en Ecuador? Una aproximación a través de la herramienta Chequeo Digital. <https://www.espol.edu.ec/sites/default/files/espol/Reporte%20Chequeo%20Digital%20Ecuador.pdf>
- Fuentes, M. J., & Díaz, P. (2025). Manual de fundamentación de TDV-Cuba: Marco metodológico y de implementación [<https://evainformatica.es/tdv>].

- Fuentes, M. J., Díaz, P., & Toledo, M. E. (2026). Manual TDV-FORMATIVA: Autodiagnóstico de la transformación digital verde para emprendimientos: Marco metodológico y de implementación [<https://evainformatica.es/tdv>].
- Gong, C., & Ribiere, V. (2021). Developing a unified definition of digital transformation. *Technovation*, 102, 102217. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102217>
- Haarstad, H., & Rusten, G. (2018). Transformación verde en Noruega [Compilación académica]. Universidad de Oslo.
- International Organization for Standardization. (2015a). ISO 14001:2015. Sistemas de gestión ambiental: Requisitos con orientación para su uso (3.^a ed.). <https://www.seguridadindustrial.com.mx/wp-content/uploads/2021/07/ISO-14001-2015.pdf>
- International Organization for Standardization. (2015b). ISO/IEC 38500:2015. Information technology — Governance of IT for the organization (2nd ed.). <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/6281645eed59451ca494ab29119b4dc35fa96/ISO-IEC-38500-2015.pdf>
- International Organization for Standardization. (2019). ISO 56002:2019. Gestión de la innovación: Sistema de gestión de la innovación: Orientación (1.^a ed.). <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/682218f794df9600d4bce8bf679da4e5c2e75/ISO-56002-2019.pdf>
- Kocaman, E. (2024, July 13). Twin transformation: Integration of green and digital transformation. CarbonGate Blog. <https://www.carbongate.io/en/blog/ikiz-donusum-yesil-donusum-ve-dijital-donusumun-entegrasyonu>
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. (s. f.). Chequeo Digital. Digitaliza tu Pyme. <https://www.chequeodigital.cl/>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2024). Índice de políticas para PyMEs América Latina y el Caribe 2024. OECD Publishing. https://www.oecd.org/es/publications/2024/07/sme-policy-index-latin-america-and-the-caribbean-2024_doab1c40.html
- TDV-FORMATIVA Fuentes, Díaz y Toledo. (2026). TDV-FORMATIVA: Autodiagnóstico de la transformación digital verde para emprendimientos [Aplicación web]. <https://www.evainformatica.es/tdv-formativa>
- Westerman, G., Calmjane, C., Bonnet, D., Ferraris, P., & McAfee, A. (2011). Digital transformation: A road-map for billion-dollar organizations. MIT Center for Digital Business & Capgemini Consulting. <https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/07/DigitalTransformationARoad-MapforBillion-dollarOrganizations.pdf>
- World Bank. (2023). Green digital transformation: How to sustainably close the digital divide and harness digital tools for climate action (Climate Change and Development Series). <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/40653>