
Marco ético para IA aplicada a la preservación lingüística Guna de Panamá

Ana María González
Aldana

Universidad de Los
Andes

Kelvin Alvarado

Miembro de la
comunidad indígena
Guna

Mariana Zuluaga Abril

Profesional en Negocios
Internacionales

With
Apart Research

Abstract

El presente documento tiene como objetivo elaborar un marco ético, responsable y participativo (CREA) para la aplicación de la inteligencia artificial en la preservación y el uso de la lengua Guna de Panamá. Esta necesidad surge de las brechas de desigualdad tecnológica entre zonas rurales y cascos urbanos, las cuales limitan a la comunidad Guna en su comunicación con el resto de la población y en su acceso a servicios esenciales, como consultas médicas que actualmente dependen de un traductor externo.

El producto final de este proyecto consiste en la adaptación del marco CREA, compuesto por sus pilares conceptuales y lineamientos de implementación para el desarrollo de tecnologías de IA orientadas a la preservación lingüística. Para esto, se utilizó una metodología cualitativa de revisión documental y de análisis de marcos éticos existentes en IA, contrastados con principios de derechos indígenas, soberanía de datos y procesamiento de lenguaje natural.

Como resultado del proyecto, se identifica que es necesario establecer principios concretos que guíen el desarrollo tecnológico en contextos indígenas, por lo que se propone el marco CREA con sus pilares correspondientes como respuesta a esta necesidad. Se concluye que dichos lineamientos constituyen una base sólida y replicable para el diseño ético de tecnologías de IA en lenguas minorizadas, y se recomienda su pilotaje en fases posteriores con la comunidad Guna.

1. Introduction

La inteligencia artificial ha tenido un crecimiento muy acelerado a través de los años, a pesar del potencial de estas tecnologías, su adopción continúa siendo un proceso asimétrico. Factores como el acceso limitado a infraestructura tecnológica, las dificultades de conectividad, la disponibilidad desigual de recursos digitales y la falta de competencias especializadas contribuyen a ampliar las brechas de desigualdad existentes, las cuales no necesariamente se dan en diferentes países, también en regiones de un mismo país y grupos sociales (Yépez-Reyes, 2018). La transición desde el acceso básico a computadores e internet hasta el uso efectivo de herramientas basadas en inteligencia artificial ha generado una nueva dimensión de la brecha digital, en la que el analfabetismo digital y la falta de participación en ecosistemas tecnológicos pueden traducirse en mayores niveles de exclusión social, educativa y económica.

Esta situación afecta de manera particular a las comunidades indígenas. Históricamente, estas comunidades han enfrentado barreras relacionadas con el acceso a la tecnología, la representación de sus lenguas, habilidades técnicas digitales y por consecuencia la participación en los procesos de diseño e implementación tecnológica. Asimismo, muchas de las herramientas de inteligencia artificial existentes han sido desarrolladas principalmente para lenguas dominantes, dejando a numerosas lenguas indígenas con una presencia limitada o inexistente en los conjuntos de datos utilizados para entrenar estos sistemas. Como consecuencia, existe el riesgo de que la expansión de la IA profundice desigualdades preexistentes y contribuya a nuevas formas de exclusión lingüística y cultural.

En este contexto, la Educación Intercultural Bilingüe (EIB) representa un espacio estratégico para explorar aplicaciones responsables de la inteligencia artificial. Desde la UNESCO (2024) se ha destacado la importancia de promover modelos educativos que reconozcan y fortalezcan la riqueza lingüística y cultural de los pueblos indígenas, favoreciendo la preservación de sus lenguas y conocimientos tradicionales. Herramientas basadas en IA, como sistemas de traducción automática, reconocimiento de voz, generación de contenidos educativos y documentación lingüística, podrían contribuir significativamente a estos objetivos, facilitando la enseñanza, el aprendizaje y la transmisión intergeneracional de las lenguas indígenas.

El caso puntual de la comunidad Guna de Panamá estos desafíos se encuentran latentes, desde las dificultades para comunicarse con personas que no hablan el idioma hasta acceder a servicios fuera de su comunidad. Se plantean además desafíos relacionados con la protección de los conocimientos tradicionales, la soberanía de los datos, la representación adecuada de la cosmovisión indígenas y la participación efectiva de las comunidades en la toma de decisiones. Por esta razón, el desarrollo de soluciones tecnológicas orientadas a la preservación lingüística requiere enfoques que prioricen el respeto por los derechos colectivos, la autonomía cultural de los pueblos indígenas, para poder generar en la comunidad un proceso formativo en cuanto a la tecnología, para no solo preservar la lengua sino a raíz de esto, poder desarrollar proyectos y herramientas que los impacten positivamente.

En respuesta a estos desafíos, este artículo propone un marco ético, seguro y participativo para la implementación de sistemas de inteligencia artificial orientados a la preservación de la lengua Guna. Este marco se concibe como un conjunto de principios y mecanismos de gobernanza destinados a garantizar la protección de los datos y conocimientos tradicionales, así como la participación activa de la comunidad en todas las etapas del desarrollo y uso de estas tecnologías. Además, se espera que la propuesta sirva como una referencia adaptable a otras lenguas y comunidades indígenas interesadas en aprovechar el potencial de la inteligencia artificial para la preservación lingüística y el fortalecimiento cultural.

1.2 Objetivos

El objetivo principal es proponer un marco ético, seguro y participativo para la implementación de sistemas de inteligencia artificial en contextos indígenas, orientado específicamente a la preservación de la lingüística en este caso de la comunidad indígena Guna. A partir de esta propuesta, se busca generar un insumo de referencia que pueda ser utilizado y adaptado en investigaciones futuras relacionadas con otras lenguas y comunidades indígenas, contribuyendo así al desarrollo de enfoques más inclusivos en el ámbito de la inteligencia artificial. También, pretende ser utilizado como base para la creación de nuevos productos de investigación que tengan un impacto positivo en la calidad de vida de las comunidades indígenas, promoviendo el bienestar colectivo y el fortalecimiento cultural. Finalmente, se espera que los resultados de este trabajo contribuyan a mejorar el acceso de la comunidad Guna a herramientas de inteligencia artificial,

facilitando su aplicación en áreas como la salud, la educación y la comunicación intercultural, y actuando como un puente de conexión entre la comunidad y los hablantes de español.

2. Trabajo Relacionado

En el ánimo de encontrar trabajos previos que cumplan con similitudes pero que tengan cierta diferenciación respecto a nuestra propuesta de estructuración del marco, realizamos una recopilación de la literatura relacionada con la inteligencia artificial aplicada a pueblos indígenas, que nos permitió explorar y analizar lo ya planteado en torno al tema. Dentro de este análisis buscamos identificar aciertos, desaciertos y oportunidades de mejora respecto a lo ya propuesto en relación con la IA en comunidades indígenas. Buscamos partir de lo ya propuesto, inspirarnos en ello y modificarlo, de manera que no se borre el esfuerzo de otros, sino que se contribuya a su mejora, aplicado al caso específico de la comunidad Guna en Panamá.

2.1. Gobernanza de datos: los Principios CARE / CREA

El antecedente conceptual más directo de nuestro marco son los Principios CARE para la Gobernanza de Datos Indígenas (Grupo de Interés en Soberanía de Datos Indígenas, 2019), graficados en la Figura 1 junto a los principios FAIR que les preceden. Como explica la nota técnica de la CEPAL al respecto, el movimiento de datos abiertos, guiado por los principios FAIR de que los datos sean encontrables, accesibles, interoperables y reutilizables, se concentra en las características técnicas del dato para facilitar su intercambio, pero ignora las diferencias de poder y los contextos históricos que afectan a los pueblos indígenas (CEPAL, 2021). Los Principios CARE no sustituyen a FAIR: lo complementan, exigiendo que la gobernanza de datos indígenas también atienda al Control (autoridad para controlar), la Responsabilidad, la Ética y el Aprovechamiento colectivo del beneficio. En español, este conjunto se traduce como CREA, nombre que adoptamos para nuestro propio marco, adaptado de los principios generales de CARE al caso específico de una lengua y comunidad: la lengua Guna en Panamá.

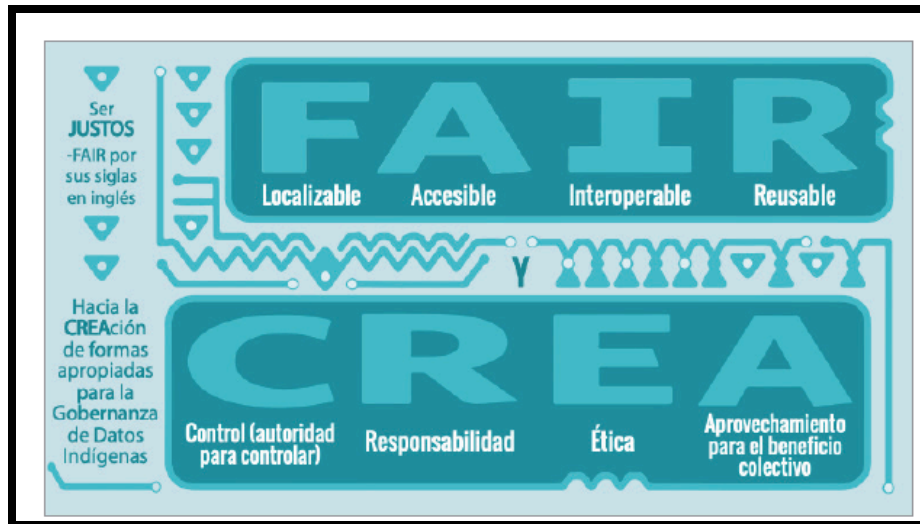


Figura 1. Principios FAIR y CARE (o CREA) Fuente: Grupo de Interés en Soberanía de Datos Indígenas (2019, p. 1).

2.2. Lo ya implementado: tecnologías para lenguas indígenas

A diferencia de un marco puramente teórico, consideramos importante documentar punto por punto qué tecnologías ya existen hoy para lenguas indígenas, y en qué condiciones fueron desarrolladas:

1. **Traducción automática a gran escala (Google Translate).** En 2024, Google amplió su Traductor a 111 idiomas adicionales, su mayor expansión hasta la fecha, incorporando variantes de lenguas con escasos recursos digitales, incluyendo lenguas indígenas como el maya yucateco, el n'ko (África occidental), el punjabi (variante de Pakistán) y el manés (Irlanda) (Caswell, 2024). Esta expansión fue posible gracias a técnicas de aprendizaje por transferencia, que permiten reutilizar modelos entrenados en lenguas con abundantes datos para mejorar el desempeño en lenguas con pocos datos disponibles. Es un avance real y verificable, pero presenta una limitación central para nuestro argumento: ocurre sin participación directa de comunidades hablantes en el proceso de entrenamiento ni en la validación cultural del resultado, lo cual abre la puerta a errores de interpretación del tipo que discutimos en la sección de limitaciones.
2. **Diccionario Guna (Panamá).** En el caso panameño específico, identificamos una aplicación móvil llamada "Diccionario Guna", desarrollada originalmente como un proyecto universitario que se convirtió en una herramienta pública en 2016 (La

Estrella de Panamá, 2019). La aplicación digitaliza el diccionario oficial de la comarca, compilado previamente por Reuter Orán y Aiban Wagua, y para 2019 había acumulado alrededor de 10,000 descargas en Google Play (La Estrella de Panamá, 2019), cifra que se refleja en la Figura 1. Es importante notar que esta herramienta no incorpora inteligencia artificial: es un diccionario digital de consulta estática, sin capacidad de traducción automática, generación de contenido ni aprendizaje a partir del uso. Su valor para nuestro trabajo es doble: confirma que existe demanda real de la comunidad Guna por herramientas digitales para su lengua, y evidencia el vacío exacto que un marco como CREA buscaría llenar de manera responsable, dado que cualquier evolución hacia capacidades de IA sobre esa misma lengua heredaría los mismos riesgos de gobernanza que discutimos en este trabajo.

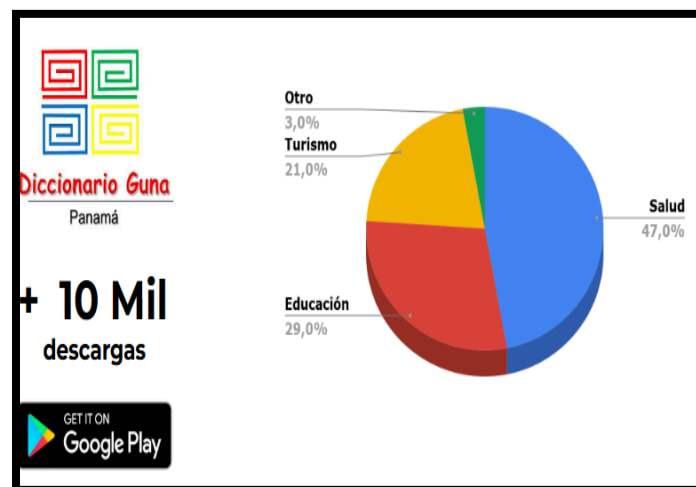


Figura 2: Google play, descargas de la aplicación, presenta la distribución de uso de la aplicación según el contexto de utilización.

3. **Quechua y aimara (Perú).** Según recoge la revisión de Hidalgo Cajo et al. (2025), en Perú se han implementado sistemas de traducción automática para crear materiales educativos en quechua y aimara, con resultados reportados como positivos en revitalización lingüística e inclusión educativa, aunque sin el nivel de detalle metodológico necesario para evaluar de forma independiente su gobernanza de datos.

4. Documentación computacional de lenguas sin escritura estandarizada (Mboshi, Congo-Brazzaville). Fuera de América Latina, el corpus de habla mboshi desarrollado por Godard et al. (2018) ilustra el otro extremo del espectro: un trabajo técnicamente riguroso de recolección, transcripción y alineación forzada de audio en una lengua sin tradición escrita, pensado explícitamente para sostener experimentos reproducibles de documentación lingüística computacional. Su limitación, para nuestros fines, es que se concentra por completo en la viabilidad técnica del corpus, no aborda en ningún momento quién controla esos datos, bajo qué consentimiento se recolectaron, ni qué retorno recibe la comunidad hablante, que es exactamente el vacío que CREA busca cubrir.

2.3. Brecha de investigación

La revisión del trabajo previo evidencia que las investigaciones científicas se han concentrado en la gobernanza de datos indígenas, las tecnologías lingüísticas y la inteligencia artificial responsable, mientras que las herramientas existentes priorizan el desempeño tecnológico. Sin embargo, no se identificó un marco que integre estas dimensiones para orientar el desarrollo, implementación y uso responsable de la inteligencia artificial en la preservación de una lengua indígena.

Para abordar esta brecha, este trabajo inició el marco CREA (Control, Responsabilidad, Ética y Aprovechamiento), un marco que adapta los principios CARE al contexto de la inteligencia artificial y los traduce en provisiones concretas para la comunidad Guna de Panamá. CREA incorpora mecanismos de consulta previa, gobernanza compartida de corpus lingüísticos, consentimiento por etapas, auditoría de sesgos, alfabetización en inteligencia artificial, sostenibilidad y retorno equitativo de beneficios, proporcionando una guía práctica para el desarrollo responsable de sistemas de IA en contextos indígenas.

3. Metodos

Nuestro trabajo no entrena ni evalúa un modelo de inteligencia artificial. En su lugar, propone un marco de gobernanza para la inteligencia artificial orientado a la preservación de las lenguas, la cultura y los conocimientos de los pueblos indígenas. El marco fue construido a partir de la revisión de literatura científica, marcos internacionales y el análisis de las principales brechas identificadas

en este ámbito. Como resultado, se desarrolló el marco CREA (Control, Responsabilidad, Ética y Aprovechamiento), una propuesta de principios, provisiones y actores responsables que busca orientar el desarrollo, adopción y uso responsable de la inteligencia artificial por parte de gobiernos, comunidades indígenas, academia, organizaciones y sector privado, teniendo como finalidad contribuir a la preservación y fortalecimiento del patrimonio lingüístico y cultural de los pueblos indígenas. El proceso de construcción comprende ocho pasos, resumidos en la Figura 6 y descritos a continuación mediante su actividad, descripción y resultado.



Figura 3. Método de construcción del marco CREA

3.1. Descripción del método

En una primera etapa se realizó una revisión de literatura científica sobre inteligencia artificial responsable, gobernanza de datos indígenas, preservación de lenguas indígenas y educación intercultural. Paralelamente, se analizaron marcos internacionales y documentos de organismos multilaterales y nacionales.

Posteriormente, los principios, recomendaciones y desafíos identificados fueron organizados mediante un análisis temático, agrupándolos en cuatro dimensiones: Control, Responsabilidad, Ética y Aprovechamiento (CREA). Para cada dimensión se definieron principios específicos,

provisiones concretas y los actores responsables de su implementación, dando origen al marco propuesto.

Mostramos los pasos de la siguiente manera:

Paso 1. Revisión de la literatura

Descripción: Se realizó una revisión de literatura relacionada con inteligencia artificial responsable, gobernanza de datos indígenas, preservación lingüística y educación intercultural. A partir de esta revisión se identificaron y seleccionaron cinco fuentes primarias que proporcionan el sustento teórico y metodológico para el desarrollo del marco CREA.

Cuadro 1. Cinco fuentes primarias que sustentan el Paso 1

Fuente	Aporte principal
Carroll et al. (2020)	Principios CARE para la gobernanza de datos indígenas.
Wilkinson et al. (2016)	Principios FAIR para la gestión técnica de datos.
Mager et al. (2018, 2021)	Tecnologías del lenguaje para lenguas indígenas (AmericasNLP).
Hidalgo Cajo et al. (2025)	Aplicación de IA en educación intercultural bilingüe.
Ogg (2026)	Tecnologías emergentes para la educación intercultural en Panamá.

Resultado: La revisión permitió identificar el estado del arte sobre la aplicación de la inteligencia artificial en pueblos indígenas y evidenciar una brecha en la literatura. Aunque existen aportes relevantes sobre gobernanza de datos, tecnologías del lenguaje y educación intercultural, respecto de las fuentes primarias seleccionadas integra estos elementos en un marco operativo orientado al uso responsable de la inteligencia artificial para la preservación de una lengua indígena específica.

Paso 2. Revisión de marcos internacionales

Actividad: Revisión de marcos internacionales.

Descripción: Se analizaron marcos, principios y recomendaciones internacionales relacionados con la gobernanza de datos y la inteligencia artificial responsable, incluyendo los principios CARE y FAIR, la Recomendación de la UNESCO sobre la Ética de la Inteligencia Artificial, el NIST AI RMF y la norma ISO/IEC 42001.

Marco	¿Aborda la IA explícitamente?	¿Nombra un mecanismo de consulta o consentimiento indígena específico para IA?
UNESCO — Rec. sobre la Ética de la IA (2021)	Sí	No
NIST — AI Risk Management Framework (2023)	Sí	No
ISO/IEC 42001 — Sistema de gestión de IA (2023)	Sí	No

Cuadro 2. Elaboración propia a partir de marcos revisados

Resultado: Se identificó un conjunto de principios, buenas prácticas y lineamientos que sirvieron como base para el desarrollo del marco CREA. Sin embargo de los cuatro marcos de ética/gobernanza de IA nombra un actor indígena específico,

Paso 3. Identificación de brechas

Actividad: Identificación de brechas.

Descripción: Si bien la IA ofrece un gran potencial para transformar la EIB, los estudios revisados identificaron numerosas barreras y desafíos que dificultan su implementación en las comunidades indígenas y campesinas del Ecuador (Quinde et al., 2024).

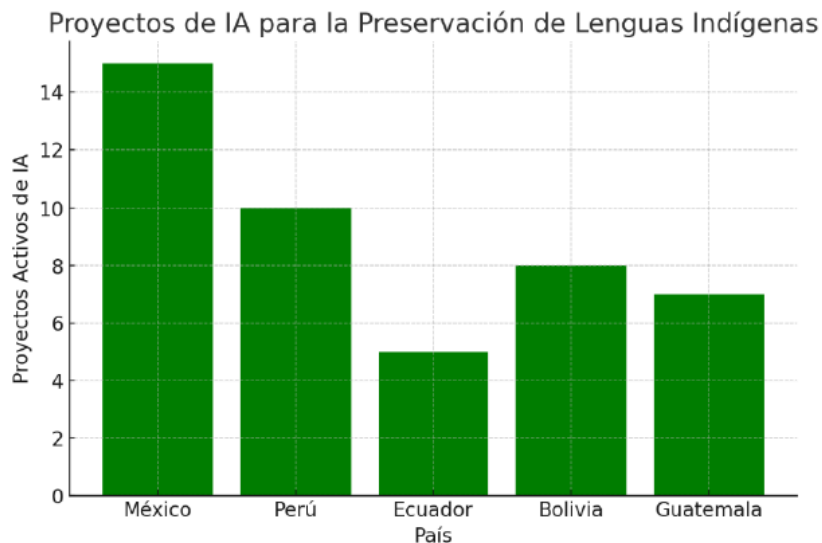


Figura 4: Gráfica de proyectos de IA para preservación de lenguas Indígenas. Revista Social Fronteriza ISSN: 2806-5913

Ante la ausencia de estudios similares en Panamá, se tomó como referencia una investigación realizada en Ecuador, debido a que ambos países comparten desafíos relacionados con el uso de la inteligencia artificial en comunidades indígenas.

Uno de los principales obstáculos mencionados fue la brecha digital. La falta de acceso a internet, dispositivos tecnológicos y electricidad en muchas zonas rurales del país limita significativamente la posibilidad de aprovechar herramientas basadas en IA (Gómez & Arroo, 2024). Según datos del BID (2020), menos del 40% de las comunidades rurales en Ecuador cuentan con acceso a internet, lo que restringe su capacidad para utilizar plataformas educativas digitales.

Además, la alfabetización digital sigue siendo un desafío tanto para estudiantes como para docentes. Muchos de los participantes en los estudios revisados carecían de las habilidades necesarias para interactuar con tecnologías avanzadas, lo que afecta directamente la eficacia de las iniciativas basadas en IA (Quinde et al., 2024).

Otro desafío importante fue la posible homogenización cultural. La literatura resaltó que las herramientas de IA suelen estar diseñadas desde perspectivas **occidentales**, lo que puede llevar a la exclusión o distorsión de los saberes ancestrales y las prácticas culturales locales (Parra et al., 2024). Por ejemplo, algunos algoritmos de traducción automática no son capaces de capturar las

sutilezas lingüísticas y culturales de las lenguas indígenas, lo que puede resultar en interpretaciones inexactas y una pérdida de significado cultural (Jara, 2024).

A nivel ético, se identificaron preocupaciones relacionadas con la privacidad de los datos. La recopilación de datos de estudiantes en comunidades indígenas plantea riesgos asociados con el uso indebido de la información, especialmente en contextos donde los conocimientos tradicionales tienen un valor cultural y espiritual significativo. La literatura recomendó la implementación de marcos normativos claros que protejan la soberanía digital de las comunidades y aseguren un uso ético de la IA en la educación (Yuquilema et al., 2024).

Finalmente, la sostenibilidad financiera fue señalada como una barrera importante. La implementación de IA en contextos educativos rurales requiere inversiones significativas en infraestructura, capacitación y mantenimiento, lo que representa un desafío para un país con recursos económicos limitados como Ecuador. Además, se observó que muchas iniciativas dependen de financiamiento externo, lo que pone en riesgo su continuidad a largo plazo.

Paso 4. Definición de dimensiones claves para el marco

Basado en los hallazgos retos comunes mencionados arriba cuando de trata de inteligencia artificial en pueblos indígenas creamos el marco llamado CREA que tenga: control, Responsabilidad, Ética y Aprovechamiento, esta palabras vienen de otras referencias que hemos revisado cómo la CREA/CARE enfocado a gobernanza de datos para pueblos indígenas. (Figura 1)



Figura 5: Dimensiones de Marco CREA

Resultado: Se definió la estructura conceptual del marco CREA.

Pilar	Definición
Control	Control sobre los datos y conocimientos de indígenas.
Responsabilidad	Desarrollo y uso de una IA responsable, con transparencia y participación de los actores involucrados.
Ética	Respeto por los derechos, la cultura y la cosmovisión de los pueblos indígenas.
Aprovechamiento	Uso de la IA para generar beneficios sostenibles y fortalecer las comunidades indígenas.

Cuadro 3. Definición de cada pilar

Paso 5. Definición de principios del marco CREA

Actividad: Definición de principios CREA.

Descripción: Después de analizar otros trabajos creamos el principio CREA y formulamos subtemas en cada punto distribuidos en las cuatro dimensiones del marco.

Control	Responsabilidad	Ética	Aprovechamiento
C1 Reconocimiento de derechos	R1 Relaciones de respeto y reciprocidad	E1 Minimizar daños	A1 Desarrollo inclusivo
C2 Gobernanza de datos	R2 Infraestructura compartida	E2 Justicia	A2 Enseñanza y transmisión intergeneracional
C3 Transparencia de la IA	R3 Idiomas y cosmovisiones	E3 Uso futuro (consentimiento por etapas)	A3 Sostenibilidad financiera / resultados equitativos

Figura 6: Definición de principios del marco CREA.

Resultado: Se obtuvo el conjunto de principios que conforman el marco CREA (C1–C3, R1–R3, E1–E3, A1–A3), redactados específicamente para la IA, con recolección de la data , entrenamiento, despliegue, redistribución del modelo.

Paso 6. Definición de acciones concretas

Descripción: Se desarrollaron provisiones accionables que orientan la implementación práctica de cada uno de los principios definidos.

Resultado: Se establecieron las provisiones que facilitan la adopción e implementación del marco (Tabla 2, ver 4. Results). Este patrón de tres pasos , sub-principio, provisión verificable, actor nombrado— se repite para los 12 sub-principios.

Paso 7. Identificación de actores responsables

Descripción: Se determinaron los actores clave y sus responsabilidades para la adopción, implementación, seguimiento y mejora continua del marco.

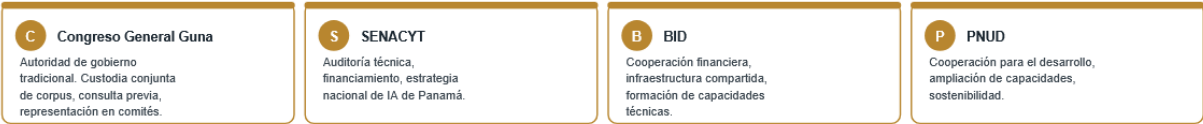


Figura 7: Los actores responsables en el marco

Resultado: Se definió un modelo de gobernanza con responsabilidades claramente asignadas: el Congreso General Guna, SENACYT, el BID y el PNUD. Esto contrasta directamente con el Paso 2: ningún marco internacional revisado nombra un actor responsable para la gobernanza de IA de una lengua indígena específica.

Paso 8. Propuesta del marco CREA

Descripción: Se integraron las cuatro dimensiones, los doce principios, las provisiones y los actores responsables en una propuesta unificada.



Figura 8. Resultado final de marco CREA

Resultado: Se obtuvo el marco CREA, una propuesta ética, responsable y participativa para orientar el desarrollo y uso de la inteligencia artificial en beneficio de los pueblos indígenas. Con más detalle para revisar en la parte de Result en Cuadro 4: Marco CREA

4. Resultados

Principio CREA	Acciones concretas	Actor responsable
Control Reconocimiento de derechos	Ninguna recolección de datos lingüísticos o de voz guna sin Consulta Previa, Libre e Informada ante el Congreso General Guna, siguiendo sus propios protocolos de gobierno tradicional.	Congreso General Guna, diputados de pueblos indígenas.
Control Gobernanza de datos	Cualquier corpus de lengua guna creado queda bajo custodia conjunta de una entidad designada por el Congreso General Guna, no únicamente en manos de quien desarrolla la tecnología.	Congreso General Guna
Control Transparencia de la IA	La comunidad Guna deberá recibir información clara sobre el modelo de IA utilizado, su propósito, quién lo desarrolla o administra, qué datos utiliza, sus limitaciones y los posibles impactos de su uso.	Desarrollador del sistema, Congreso General Guna
Responsabilidad Infraestructura compartida	La inversión en conectividad e infraestructura tecnológica en las comarcas debe ser condición previa, no posterior, a cualquier despliegue de herramientas de IA, para no profundizar la brecha digital existente.	SENACYT, BID

Responsabilidad Ampliar capacidades	Parte del financiamiento se destina a formar técnicos y curadores de datos guna, en lugar de limitarse a extraer datos para entrenar modelos externos.	BID, PNUD
Responsabilidad Idiomas y cosmovisiones	Los datos se generan con participación de hablantes mayores (saglas) para capturar cosmovisión y no solo vocabulario, evitando traducciones literales descontextualizadas.	Congreso General Guna, equipos técnicos
Ética Minimizar daños	Auditoría obligatoria de sesgos antes del despliegue de cualquier herramienta, para detectar representaciones estigmatizantes o inexactas de la cultura guna.	SENACYT
Ética Justicia	Representación garantizada de la comunidad guna en cualquier comité que evalúe el uso de IA con su lengua.	SENACYT, Congreso General Guna
Ética Uso futuro (consentimiento por etapas)	Consentimiento renovado por etapa de uso: una grabación de voz dada para fines educativos no puede reutilizarse para entrenar un modelo comercial sin nueva consulta específica para esa etapa.	Congreso General Guna
Aprovechamiento Desarrollo inclusivo	Las herramientas resultantes (traductor, asistente de voz) son de acceso gratuito para la comunidad guna; ninguna licencia comercial sin reinversión pactada.	SENACYT, sector privado

Aprovechamiento Sostenibilidad financiera	Todo proyecto debe incluir, desde su diseño, un plan de financiamiento posterior al periodo de cooperación inicial, para evitar que el corpus y las herramientas queden abandonados al finalizar el apoyo externo.	SENACYT, Congreso General Guna
Aprovechamiento Resultados equitativos	Todo valor económico generado por herramientas entrenadas con datos guna retorna un porcentaje pactado al Congreso General Guna.	SENACYT, BID

Cuadro 4: Marco CREA

5. Discusiones y Limitación

Sostenemos que las implicaciones de la seguridad de la inteligencia artificial van mucho más allá de la protección técnica de datos, abarcan, en simultáneo; la estabilidad política, la integridad de los sistemas críticos, la ética y el cumplimiento normativo. Esta visión amplia es el punto de partida conceptual del marco acá propuesto: un sistema de IA puede ser técnicamente seguro, sin filtraciones, sin vulnerabilidades de ciberseguridad y, al mismo tiempo, ser profundamente inseguro para una comunidad indígena si erosiona su autonomía cultural, distorsiona su lengua o la deja dependiente de actores externos. La UNESCO plantea cuatro pilares que sientan las bases para el uso de estas herramientas en beneficio de la humanidad y el medio ambiente: (1) derechos humanos y dignidad humana, (2) sociedades pacíficas, (3) diversidad e inclusión, y (4) florecimiento del medio ambiente y los ecosistemas (UNESCO, 2021). El marco ético que proponemos asume estos pilares como un fundamento que debe cumplirse de manera íntegra, sin vacíos parciales. A continuación, presentamos un análisis detallado de las limitaciones más apremiantes que pueden truncar la implementación de este marco en el caso panameño, organizadas de la más estructural a la más operativa, junto con los modelos de amenaza que quedaron fuera del alcance de este trabajo y los supuestos sobre los que descansa nuestro análisis.

5.1 Limitaciones

El trabajo de campo y la recopilación de información nos permitieron identificar varias limitaciones estructurales para la efectividad del marco. Estas limitaciones no son independientes entre sí. Como se verá, cada una condiciona la viabilidad de las demás, de modo que resolver una sin atender las otras ofrece, en el mejor de los casos, una solución parcial.

La primera, y la más amplia, es la brecha tecnológica en zonas rurales e indígenas. Panamá registra una alta penetración de telefonía celular, con más de 5.5 millones de líneas para una población de poco más de 4.2 millones de habitantes, pero esta cifra agregada oculta más de lo que revela, no ha logrado cerrar la brecha digital real entre el área metropolitana y las comarcas indígenas. Los principales obstáculos siguen siendo la baja calidad de la conexión a internet, la escasa disponibilidad de computadoras en los hogares y el alto costo de los dispositivos, factores que limitan el acceso especialmente en comunidades rurales e indígenas (Vásquez, 2025).

Esta brecha no solo profundiza desigualdades existentes: rezaga a las comunidades indígenas frente a la ola de innovación en curso, lo que compromete el principio de igualdad de derechos, incluido el derecho a la educación. En términos prácticos, esto significa que cualquier herramienta derivada de nuestro marco corre el riesgo de ser diseñada para una comunidad que, en los hechos, no podrá acceder a ella en condiciones equitativas. La conectividad deficiente y el costo de los dispositivos pueden terminar concentrando el uso de la herramienta en un grupo reducido de usuarios urbanos o con mayores recursos dentro de la propia comunidad Guna, reproduciendo internamente la desigualdad que el proyecto busca combatir externamente.

A esto se suma una segunda limitación, directamente derivada de la primera: la escasa formación en el uso de inteligencia artificial en los territorios indígenas de Panamá. La brecha de acceso y la brecha de formación se refuerzan mutuamente, porque la falta de exposición cotidiana a estas tecnologías reduce las oportunidades de desarrollar criterio técnico sobre ellas, lo cual a su vez disminuye la demanda comunitaria de mejor infraestructura. Esta limitación restringe la capacidad de la propia comunidad para participar de forma crítica, no meramente consultiva en el diseño y uso de estas herramientas, y es, por ello, un obstáculo tanto técnico como político para la apropiación genuina del marco.

Una tercera limitación, igualmente crítica y de naturaleza distinta a las anteriores, porque no es técnica sino epistémica, es la posible confusión a la hora de entregar los posibles consentimientos de la comunidad para nutrir la base de datos, incluyendo sus saberes escritos y sus voces. La autorización del Congreso General Guna, por legítima y necesaria que sea como mecanismo de gobernanza formal, no resuelve por sí sola una pregunta de fondo: ¿comprenden los jóvenes y adultos Guna que usarán estas herramientas qué es realmente la inteligencia artificial, qué puede y qué no puede hacer, y qué significa entregar su voz a un sistema automatizado? Sin esa comprensión, el consentimiento colectivo corre el riesgo de quedarse en lo formal, sin traducirse en una decisión verdaderamente informada en el uso cotidiano de la herramienta. Esta brecha entre consentimiento institucional y comprensión individual es, de hecho, uno de los puntos donde el principio de Consentimiento dentro de CREA podría fallar en la práctica aun cuando se cumpla en el papel.

A esto se le agrega los posibles riesgos en errores interpretativos, en el caso Guna, una gravedad particular. A diferencia de lenguas con mayor tradición escrita, gran parte de su significado cultural se encuentra en estructuras orales y simbólicas, como; narrativas, cantos rituales y formas de tratamiento, que son difíciles de traducir de manera literal al español y, por extensión, mediante sistemas automáticos. Esta dificultad ha sido reconocida por comunidades indígenas de la región; por ejemplo, Gustavo Salazar señaló que muchos conceptos relacionados con el cambio climático no tienen una traducción directa en su idioma, por lo que es necesario recurrir a analogías culturales para transmitir su significado (Naciones Unidas, 2019). En este contexto, un sistema de IA entrenado con datos insuficientes podría no sólo cometer errores técnicos, sino también generar interpretaciones culturalmente inapropiadas o distorsionar conocimientos tradicionales. Casos documentados en otros contextos indígenas latinoamericanos muestran que las tecnologías diseñadas desde perspectivas occidentales pueden tergiversar saberes ancestrales cuando no incorporan las categorías culturales propias de las comunidades que buscan representar (Hidalgo Cajo et al., 2024)

Tampoco puede asumirse que el acceso equivale al beneficio, una distinción que consideramos central para evaluar el éxito real del marco más allá de sus métricas de adopción. La pregunta relevante no es si la comunidad puede usar la herramienta, sino si retiene algo de valor real del proceso: datos propios bajo su control, capacidades técnicas formadas localmente o tener a través de la herramienta un nuevo puente de comunicación. Este es precisamente el núcleo del principio de

Aprovechamiento dentro de CREA, y la razón de fondo detrás de la provisión de retorno de beneficio incluida en nuestro marco: sin un mecanismo explícito de retorno, la comunidad puede terminar siendo proveedora de datos para un sistema cuyos beneficios; económicos, técnicos o reputacionales, se concentran fuera de ella.

Finalmente, el costo y la sostenibilidad no son una nota al margen, sino la condición que determina si el marco sobrevive más allá del documento que lo describe. Si SENACYT, el BID y el PNUD financian únicamente la fase inicial de recolección de datos y desarrollo, sin que ningún actor, estatal, multilateral o comunitario, asuma de manera explícita el mantenimiento posterior, el desenlace más probable, ya documentado en el caso ecuatoriano, donde la mayoría de las iniciativas similares dependen de financiamiento externo sin garantías de continuidad, es el abandono progresivo de la herramienta. Ese desenlace dejaría a la comunidad en una posición peor que la inicial: sin un beneficio sostenido, pero habiendo cedido ya sus datos lingüísticos a terceros, con escaso margen de control sobre su uso futuro.

5.2 Modelos de amenaza no abordados

Las limitaciones descritas se refieren a la viabilidad y el diseño del marco; sin embargo, existen vectores de riesgo de seguridad más directos que este trabajo no abordó de manera exhaustiva, dado el alcance y el tiempo disponibles en este hackathon. El primero es la filtración o el uso indebido de datos de voz, particularmente relevante si la herramienta llega a incorporar componentes de reconocimiento o síntesis de voz en Gunagaya, dado que estos datos pueden ser sensibles tanto por su contenido como por su capacidad de identificar a hablantes individuales. El segundo es la extracción o copia no autorizada del modelo entrenado, un riesgo que adquiere una dimensión adicional en este contexto porque el modelo mismo, y no solo los datos crudos, podría considerarse un activo cultural cuya apropiación por terceros vulneraría el principio de Aprovechamiento de CREA. El tercero es el uso malicioso deliberado, como la suplantación de voz o la desinformación generada en lengua Guna, que podría resultar particularmente difícil de detectar y contrarrestar dentro de la propia comunidad si esta no cuenta con las capacidades técnicas para verificarlo. Reconocemos estos tres vectores como limitaciones explícitas del análisis presentado y los dejamos planteados como agenda de trabajo futuro, idealmente abordados en conjunto con especialistas en seguridad de modelos de lenguaje y no únicamente desde la gobernanza ética.

5.3 Supuestos

El marco propuesto, y el análisis de limitaciones que antecede, descansan sobre tres supuestos que no deben darse por sentados y que conviene hacer explícitos. Primero, que el Congreso General Guna representa de manera efectiva los intereses colectivos de la comunidad, y que sus decisiones reflejan un proceso de deliberación interna legítimo y no únicamente la posición de sus representantes formales. Segundo, que los acuerdos sobre datos serán respetados en el tiempo por los actores externos involucrados (SENACYT, el BID y el PNUD), incluso cuando cambien las administraciones, los equipos técnicos o las prioridades de financiamiento de estas instituciones. Tercero, que existirá capacidad institucional suficiente, tanto dentro del Congreso General Guna como en las entidades estatales y multilaterales mencionadas, para supervisar la implementación del proyecto de manera continua y no solo en su fase de lanzamiento.

Estos tres supuestos no son igualmente probables ni igualmente verificables en este momento, y conviene tratarlos con ese matiz en evaluaciones futuras del marco. Si alguno de ellos no se cumple, la interpretación de nuestros resultados cambia de manera sustancial: si el Congreso no pudiera ejercer una supervisión efectiva, o si los acuerdos de datos no fueran respetados por los actores externos en el mediano plazo, los beneficios esperados del marco CREA disminuirían de forma significativa y aumentaría, en cambio, el riesgo de apropiación indebida y pérdida de control sobre el patrimonio lingüístico de la comunidad, el escenario que, precisamente, este marco busca evitar. En ese sentido, los tres supuestos no son condiciones periféricas del análisis, sino el terreno sobre el que se sostiene su validez práctica.

6. Trabajo a futuro

1. Evaluación de Modelos actuales de IA:

Desarrollar una matriz de evaluación basada en los principios del marco CREA para analizar modelos actuales de inteligencia artificial e identificar su nivel de alineación con los principios de Control, Responsabilidad, Ética y Aprovechamiento desde la perspectiva de los pueblos indígenas.

Modelo	Control	Responsabilidad	Ética	Aprovechamiento	Total
GPT-5					
Claude					
Gemini					
Llama					
DeepSeek					

Cuadro 5: Matriz de ejemplo.

2. Modelo de adopción y sostenibilidad del Marco

Se desarrollará una estrategia de adopción del marco CREA para los diferentes actores involucrados, considerando sus distintos intereses y necesidades. Además, se analizarán mecanismos que incentiven su implementación, como incentivos fiscales, acceso a financiamiento, beneficios regulatorios y otras estrategias que favorezcan su adopción y sostenibilidad.

3. Trabajo en conjunto con Congreso General Guna

Hacer una mesa de trabajo para acercar el marco y que se puede agregar o tomar ciertas consideramos bajo sus beneficios e intereses

4. Presentación ante organismos nacionales e internacionales

Presentar a organización con interés de apoyar a pueblos indígenas , después de validar ya con el pueblos llevar ese marco la organización como el BID, PNUD, UNESCO y buscar un consenso.

5. Presentar a SENACYT

SENACYT impulsa la estrategia de IA de Panamá llevar ese modelo para que se involucre a los pueblos indígenas de Panamá en la estrategia de IA tomando relevancia en los principios.

6. Incorporación en políticas públicas y legislación

En conjunto con congreso de general y la disputada de la comarca Guna Yala , presentar y evaluar para llevar a legislación y que tome importancia en el país.

7. Escalabilidad hacia otros pueblos indígenas

Ya con la experiencia previa y mejorado el marco, evaluar el modelo para que sirva para otros pueblos indígenas de Panamá, que hay 7 pueblos indígenas en todo el país (Panamá).

7. Conclusión

La creación de este tipo de documentos son necesarios, para poder tener una base sobre la cual generar más productos de investigación y posteriormente herramientas que generen un impacto positivo a las comunidades indígenas, dado que se aterrizan principios, se reconocen limitaciones, al igual que vulnerabilidades que pueden presentarse en el proceso de aplicación de las estrategias y recomendaciones sugeridas, todo esto, ayuda a tener claridad acerca de los sesgos, riesgos y plantear acciones pertinentes para mitigarlas. Finalmente disminuir la brecha de desigualdad digital que invisibiliza a las comunidades que no han tenido un rol representativo en este proceso de uso e implementación de la IA.

La idea de ejecución de este proyecto es poder impactar positivamente las comunidades indígenas, preservando su lengua y por consiguiente su riqueza cultural, cada acción desde la fundamentación del marco teórico es necesaria para generar desarrollo inclusivo, haciendo comunidades informadas sobre la IA y la implementación segura de la misma.

8. Referencias

1. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021, 1 de julio). Gobernanza de datos indígenas: Principios FAIR y CARE. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/notas/gobernanza-datos-indigenas-principios-fair-care>
2. Caswell, I. (2024). El Traductor de Google incorpora 111 idiomas, siendo su mayor expansión hasta la fecha. Google Blog. <https://blog.google/intl/es-419/actualizaciones-de-producto/informacion/el-traductor-de-google-incorpora-111-idiomasiendo-su-mayor-expansion-hasta-la-fecha/>

3. La Estrella de Panamá. (2019, 7 de enero). Una 'app' que preserva el idioma guna. <https://www.laestrella.com.pa/vida-y-cultura/tecnologia/app-guna-idioma-preserva-JYLE803>
4. Hidalgo Cajo, F. R., Calderón Viteri, L. A., Freire Minaya, J. S., & Gallo Chávez, M. E. (2025). El impacto de la inteligencia artificial en la educación intercultural bilingüe en las comunidades indígenas y campesinas del Ecuador. Una revisión de la literatura. Revista Social Fronteriza. [https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5\(1\)590](https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5(1)590)
5. Godard, P., Adda, G., Adda-Decker, M., Benjumea, J., Besacier, L., Cooper-Leavitt, J., Kouarata, G.-N., Lamel, L., Maynard, H., Müller, M., Rialland, A., Stüker, S., Yvon, F., & Zanon-Boito, M. (2018). A very low resource language speech corpus for computational language documentation experiments. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1710.03501>
6. UNESCO. (2021). Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial. (UNESCO). <https://www.unesco.org/es/artificial-intelligence/recommendation-ethics>
7. Vásquez Torres, J. D., & Atencio González, S. Y. (2025). Infraestructura, políticas y desafíos tecnológicos en la sociedad digital en Panamá. Punto de Vista. <https://repositorio.ciedupanama.org/handle/123456789/978>
8. Hagendorff, T. (2019). The ethics of AI ethics: An evaluation of guidelines. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1903.03425>
9. Noticias de las Naciones Unidas. (2019). La inteligencia artificial: la ONU advierte sobre riesgos éticos y la necesidad de regulación. Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2019/07/1459521>

10. National Institute of Standards and Technology (NIST). (2023). Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0). NIST. <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ai/NIST.AI.100-1.pdf>
11. International Organization for Standardization (ISO). (2023). ISO/IEC 42001:2023 Information technology Artificial intelligence Management system.
12. Fernández Sabido, S., & Peniche Sabido, L. (2025). Resignificando la tecnología para las lenguas indígenas / U ka'a tsolik le tecnología uti'al le máasewal t'aano'obo' / Redefining technology for indigenous languages. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2504.01522>
13. Yépez-Reyes, V. (2018). Analfabetismo digital: una barrera para las narrativas transmedia y el diálogo social al margen de la industria cultural. Razón y Palabra., 22(2_101), 285-301.
14. UNESCO (2024) Educación multilingüe, la apuesta para preservar lenguas indígenas y la justicia <https://www.unesco.org/es/articles/educacion-multilingue-la-apuesta-para-preservar-las-lenguas-indigenas-y-la-justicia>