

AÑO 31 ESPECIAL 15, 2026
ENERO-JUNIO



AÑO 31 ESPECIAL 15, 2026

ENERO-JUNIO

Revista Venezolana de Gerencia



UNIVERSIDAD DEL ZULIA (LUZ)
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales
Centro de Estudios de la Empresa

ISSN 1315-9984

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.es_ES

Como citar: Morales, J. P., Cejas, M. F., Parra, E. D., y Liccioni, E. J. (2026). Modelo integrado de riesgo, consultoría ambiental y capacidad institucional municipal ecuatoriana comparada. *Revista Venezolana De Gerencia*, 31(Especial 15), e31e1532. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.31.e15.32>

Universidad del Zulia (LUZ)
Revista Venezolana de Gerencia (RVG)
Año 31 No. Especial 15, 2026, e31e1532
Enero-Junio
ISSN 1315-9984 / e-ISSN 2477-9423



Modelo integrado de riesgo, consultoría ambiental y capacidad institucional municipal ecuatoriana comparada

Morales Corozo, Juan Pablo*
Cejas Martínez, Magda Francisca**
Parra Trávez, Eric David***
Liccioni, Edith Josefina****

Resumen

La gestión del riesgo de desastres a nivel municipal presenta limitaciones estructurales asociadas tanto a la calidad del conocimiento técnico empleado en la planificación como a la capacidad institucional para incorporarlo en la toma de decisiones. Este estudio tiene como objetivo validar un modelo cuantitativo integrado para estimar el Riesgo de Desastres Efectivo, incorporando explícitamente la calidad de la consultoría ambiental y la capacidad institucional municipal como determinantes del riesgo. El modelo adopta una estructura multiplicativa que combina amenaza, exposición y vulnerabilidad con dos índices compuestos: el Índice de Calidad de la Consultoría Ambiental y el Índice de Capacidad Institucional Municipal. La metodología integra construcción y validación de indicadores compuestos, análisis factorial, modelos econométricos con términos de interacción, simulaciones Monte Carlo y validación externa con datos históricos. Los resultados evidencian que el Índice de Calidad de la Consultoría Ambiental y el Capacidad Institucional Municipal reducen significativamente el ERD y que su interacción genera un efecto complementario que amplifica la reducción del riesgo. Se concluye que el riesgo municipal es un resultado institucional y cognitivo, condicionado por la calidad del conocimiento técnico y la capacidad organizacional para aplicarlo.

Palabras clave: gestión del riesgo de desastres; consultoría ambiental; capacidad institucional; gobernanza local; modelos cuantitativos.

Recibido: 15.01.26

Aceptado: 09.03.26

* Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Manabí, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4538-4488>, Email: jpmoralesc@pucesm.edu.ec

** Universidad Nacional del Chimborazo, Universidad de Carabobo, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0618-3608>, Email: magda.cejas@unach.edu.ec

*** Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5762-9042>, Email: eparra@utc.edu.ec

**** Universidad Nacional del Chimborazo, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6142-7022>, Email: Edith.liccioni@unach.edu.ec

Integrated model of risk, environmental consultancy and comparative Ecuadorian municipal institutional capacity

Abstract

Disaster risk management at the municipal level faces structural limitations associated with both the quality of technical knowledge used in planning and the institutional capacity to incorporate it into decision-making. This study aims to validate an integrated quantitative model to estimate Effective Disaster Risk (ERD), explicitly incorporating the quality of environmental consultancy and municipal institutional capacity as determinants of risk. The model adopts a multiplicative structure that combines hazard, exposure, and vulnerability with two composite indices: the Environmental Consultancy Quality Index and the Municipal Institutional Capacity Index. The methodology integrates the construction and validation of composite indicators, factor analysis, econometric models with interaction terms, Monte Carlo simulations, and external validation using historical data. The results show that both ICCA and CIM significantly reduce ERD and that their interaction generates a complementary effect that amplifies risk reduction. It is concluded that municipal risk is an institutional and cognitive outcome, conditioned by the quality of technical knowledge and the organizational capacity to apply it.

Keywords: disaster risk management; environmental consultancy; institutional capacity; local governance; quantitative models.

1. Introducción

La intensificación de los desastres socionaturales y la creciente complejidad climática han evidenciado las limitaciones estructurales de los gobiernos locales para gestionar riesgos territoriales bajo condiciones de alta incertidumbre (Cardona et al., 2012; Lee et al., 2023; Lavell, 2025; UNDRR, 2025). Cardona (2007), Maturana (2011) y Wisner (2025) han consolidado el enfoque que define el riesgo como la interacción entre amenaza, exposición y vulnerabilidad; sin embargo, persisten brechas analíticas en la comprensión de cómo factores institucionales y técnicos

inciden en los resultados efectivos del riesgo a escala municipal. La evidencia comparada muestra que municipios con condiciones biofísicas similares experimentan impactos diferenciados, lo que sugiere que variables asociadas a gobernanza y capacidad institucional desempeñan un papel determinante (Hallegatte et al., 2020; Mechler et al., 2025).

En América Latina, la descentralización ha transferido competencias sustantivas en gestión del riesgo a los gobiernos locales sin un fortalecimiento proporcional de sus capacidades técnicas y organizativas (Lavell, 2025; UNDRR, 2025). Esta

asimetría genera brechas entre responsabilidad formal y desempeño efectivo, afectando la planificación territorial, la asignación presupuestaria y la implementación de medidas preventivas. Desde la teoría de la administración pública, la capacidad institucional constituye un determinante crítico del desempeño en políticas complejas (Andrews et al., 2017; Bersch & Fukuyama, 2023; Migone & Howlett, 2024), particularmente en contextos donde la gestión del riesgo exige decisiones basadas en evidencia técnica y coordinación interinstitucional (Ansell et al., 2023).

Ante los déficits estructurales de capital humano especializado, los municipios dependen crecientemente de servicios de consultoría ambiental para la elaboración de estudios de riesgo, ordenamiento territorial y sistemas de alerta temprana (Morales, 2023; Michaud et al., 2025). Sin embargo, Cutter (2021), Kelman (2018) y Ansell et al. (2023) advierten que la calidad metodológica, la independencia analítica y la utilidad institucional de estos productos presentan alta variabilidad, lo que puede derivar en decisiones mal fundamentadas o en instrumentos de planificación meramente formales. Pese a ello, los modelos cuantitativos de riesgo rara vez incorporan de manera explícita la calidad de la consultoría como variable explicativa, concentrándose principalmente en dimensiones estructurales del territorio, como muestran Aranda y Peira (2022), Floridi et al. (2011) y Munda et al. (2009).

El problema central radica, portanto, en la ausencia de modelos integrados que operacionalicen empíricamente la calidad de la consultoría ambiental y la capacidad institucional municipal como determinantes cuantificables del

riesgo efectivo. Esta omisión limita la comparabilidad intermunicipal, restringe la evaluación del retorno social de la inversión en conocimiento técnico y dificulta la optimización de procesos de contratación pública bajo estándares internacionales como la ISO 20700 (Bodenstein, 2022). En este contexto, el objetivo de la presente investigación es validar un modelo cuantitativo integrado que permita estimar el riesgo de desastres efectivo incorporando explícitamente dichas dimensiones como variables explicativas. Justificar y modelar esta relación resulta necesario tanto desde una perspectiva académica, para avanzar en la medición multidimensional del riesgo, como desde una perspectiva práctica, orientada a fortalecer la gobernanza territorial y la asignación eficiente de recursos públicos en contextos de restricción fiscal y creciente exposición climática (Hallegatte & Li, 2022; Hochrainer et al., 2025).

La intensificación de los desastres socionaturales y la creciente complejidad climática han evidenciado las limitaciones estructurales de los gobiernos locales para gestionar riesgos territoriales bajo condiciones de alta incertidumbre (Cardona et al., 2012; Lee et al., 2023; Lavell, 2025; UNDRR, 2025). Cardona (2007), Maturana (2011) y Wisner (2025) han consolidado el enfoque que define el riesgo como la interacción entre amenaza, exposición y vulnerabilidad; sin embargo, persisten brechas analíticas en la comprensión de cómo factores institucionales y técnicos inciden en los resultados efectivos del riesgo a escala municipal.

La evidencia comparada muestra que municipios con condiciones biofísicas similares experimentan impactos diferenciados, lo que sugiere

que variables asociadas a gobernanza y capacidad institucional desempeñan un papel determinante (Hallegatte et al., 2020; Mechler et al., 2025).

En América Latina, la descentralización ha transferido competencias sustantivas en gestión del riesgo a los gobiernos locales sin un fortalecimiento proporcional de sus capacidades técnicas y organizativas (Lavell, 2025; UNDRR, 2025). Esta asimetría genera brechas entre responsabilidad formal y desempeño efectivo, afectando la planificación territorial, la asignación presupuestaria y la implementación de medidas preventivas. Desde la teoría de la administración pública, la capacidad institucional constituye un determinante crítico del desempeño en políticas complejas (Andrews et al., 2017; Bersch & Fukuyama, 2023; Migone & Howlett, 2024), particularmente en contextos donde la gestión del riesgo exige decisiones basadas en evidencia técnica y coordinación interinstitucional (Ansell et al., 2023).

Ante los déficits estructurales de capital humano especializado, los municipios dependen crecientemente de servicios de consultoría ambiental para la elaboración de estudios de riesgo, ordenamiento territorial y sistemas de alerta temprana (Morales, 2023; Michaud et al., 2025). Sin embargo, Cutter (2021), Kelman (2018) y Ansell et al. (2023) advierten que la calidad metodológica, la independencia analítica y la utilidad institucional de estos productos presentan alta variabilidad, lo que puede derivar en decisiones mal fundamentadas o en instrumentos de planificación meramente formales. Pese a ello, los modelos cuantitativos de riesgo rara vez incorporan de manera explícita la calidad de la

consultoría como variable explicativa, concentrándose principalmente en dimensiones estructurales del territorio, como muestran Aranda y Peira (2022), Floridi et al. (2011) y Munda et al. (2009).

El problema central radica, portanto, en la ausencia de modelos integrados que operacionalicen empíricamente la calidad de la consultoría ambiental y la capacidad institucional municipal como determinantes cuantificables del riesgo efectivo. Esta omisión limita la comparabilidad intermunicipal, restringe la evaluación del retorno social de la inversión en conocimiento técnico y dificulta la optimización de procesos de contratación pública bajo estándares internacionales como la ISO 20700 (Bodenstein, 2022).

En este contexto, el objetivo de la presente investigación es validar un modelo cuantitativo integrado que permita estimar el riesgo de desastres efectivo incorporando explícitamente dichas dimensiones como variables explicativas. Justificar y modelar esta relación resulta necesario tanto desde una perspectiva académica, para avanzar en la medición multidimensional del riesgo, como desde una perspectiva práctica, orientada a fortalecer la gobernanza territorial y la asignación eficiente de recursos públicos en contextos de restricción fiscal y creciente exposición climática (Hallegatte & Li, 2022; Hochrainer et al., 2025).

2. Fundamentos teóricos del riesgo de desastres, la capacidad institucional y la calidad de la consultoría ambiental

La comprensión contemporánea del riesgo de desastres ha evolucionado

desde enfoques centrados exclusivamente en amenazas naturales hacia marcos analíticos que integran dimensiones sociales, institucionales y de gobernanza. Este estudio se sustenta en la convergencia de tres cuerpos teóricos: (i) la teoría sistémica del riesgo como interacción entre amenaza, exposición y vulnerabilidad; (ii) la teoría de la capacidad institucional y el desempeño en políticas públicas complejas; y (iii) la conceptualización de la consultoría ambiental como producción de conocimiento aplicado susceptible de evaluación bajo estándares internacionales. La articulación de estos enfoques permite fundamentar la hipótesis de que el riesgo efectivo municipal es también un resultado institucional y cognitivo.

2.1. Riesgo de desastres como construcción sistémica y territorial

La literatura especializada conceptualiza el riesgo como una función de la interacción entre amenaza, exposición y vulnerabilidad (Cardona, 2007; Cardona et al., 2012), reconociendo que los desastres no son fenómenos exclusivamente naturales, sino el resultado de procesos históricos de ocupación territorial, desigualdad socioeconómica y debilidad institucional (Wisner, 2025; Maturana, 2011). La evidencia consolidada por el IPCC indica que el cambio climático incrementa tanto la frecuencia como la intensidad de los eventos extremos, complejizando la evaluación del riesgo y demandando enfoques integrales que incorporen dimensiones físicas, sociales y estructurales del territorio (Lee et al., 2023). Este marco conceptual subraya la

necesidad de que la gestión del riesgo considere no solo los factores biofísicos, sino también los determinantes institucionales y socioeconómicos que modulan la vulnerabilidad y la resiliencia de las comunidades.

Los desarrollos metodológicos recientes han permitido operacionalizar estos componentes mediante modelos comparables y esquemas de clasificación cuantitativa (Aranda & Peira, 2022). Sin embargo, aun cuando estos avances fortalecen la medición del riesgo inherente, tienden a asumir implícitamente que las decisiones públicas basadas en dicha información son técnicamente sólidas y organizacionalmente internalizadas, lo que abre un vacío analítico respecto al rol de la calidad del conocimiento utilizado.

2.2. Capacidad institucional y gobernanza del riesgo bajo incertidumbre

La teoría de la administración pública sostiene que la capacidad institucional constituye un determinante central del desempeño gubernamental, especialmente en políticas caracterizadas por alta complejidad técnica e incertidumbre (Andrews et al., 2017). La autonomía burocrática, la profesionalización del capital humano y la coherencia organizativa inciden directamente en la implementación efectiva de políticas públicas (Bersch & Fukuyama, 2023). En el ámbito del riesgo, estas capacidades condicionan la apropiación del conocimiento técnico y su traducción en decisiones operativas.

En contextos descentralizados como los de América Latina, la transferencia de competencias en

gestión del riesgo no siempre ha ido acompañada del fortalecimiento institucional requerido para garantizar la efectividad de las intervenciones (Lavell, 2025; UNDRR, 2025). La literatura especializada en diseño de políticas enfatiza que la coherencia entre instrumentos, objetivos y capacidades disponibles es un factor crítico para reducir riesgos políticos y minimizar fallas en la implementación de programas de gestión del riesgo (Migone & Howlett, 2024; Howlett & Migone, 2025).

De manera complementaria, los enfoques de gobernanza colaborativa subrayan la importancia de la coordinación interinstitucional, la articulación entre niveles de gobierno y el aprendizaje organizacional, como mecanismos indispensables para enfrentar turbulencias sistémicas, mejorar la resiliencia institucional y asegurar la eficacia de las estrategias de mitigación y adaptación al riesgo (Ansell et al., 2023; Tiwari, 2024; Wither et al., 2021).

La evidencia empírica indica que la debilidad institucional incrementa los costos económicos y sociales de los desastres, reduciendo la eficacia de la inversión preventiva (Hallegatte et al., 2020; Hallegatte & Li, 2022; Mechler et al., 2025). Desde esta perspectiva, la resiliencia territorial depende no solo de condiciones físicas, sino de la fortaleza de las estructuras de gobernanza.

2.3. Consultoría ambiental y calidad del conocimiento aplicado

En municipios con limitaciones técnicas estructurales, la producción de diagnósticos y estudios de riesgo depende crecientemente de servicios

externos de consultoría ambiental (Lavell, 2025; UNDRR, 2025). Estos servicios inciden en la formulación de planes de ordenamiento territorial, estrategias de mitigación y sistemas de alerta temprana (Morales, 2023; Michaud et al., 2025). Sin embargo, la literatura advierte que la calidad metodológica y la independencia analítica de estos productos presentan alta variabilidad, lo que puede afectar la precisión en la estimación de impactos y la identificación de vulnerabilidades críticas (Cutter, 2021; Kelman, 2018; Ansell et al., 2023).

La norma ISO 20700 introduce principios de competencia profesional, transparencia, trazabilidad y generación de valor público que permiten conceptualizar la calidad consultiva como dimensión evaluable (Bodenstein, 2022). Desde una perspectiva analítica, estos principios ofrecen un marco para operacionalizar la calidad de la consultoría como variable cuantificable e integrable en modelos explicativos del desempeño institucional. Esta aproximación supera visiones normativas y posibilita examinar empíricamente la relación entre calidad técnica y resultados territoriales.

2.4. Integración analítica: del riesgo inherente al riesgo efectivo

La construcción de indicadores compuestos y la modelización cuantitativa han permitido sintetizar dimensiones multidimensionales en métricas comparables (Floridi et al., 2011; Munda et al., 2009). En el ámbito del riesgo, los avances econométricos y probabilísticos han facilitado la estimación de impactos y pérdidas de bienestar bajo escenarios de incertidumbre (Markhvida et al., 2020). No obstante, la mayoría

de estos enfoques se concentran en variables estructurales del territorio, omitiendo explícitamente la calidad del conocimiento técnico y la capacidad institucional como factores moduladores.

Integrar estos elementos permite conceptualizar el riesgo efectivo como resultado no solo de condiciones biofísicas y socioeconómicas, sino también de la calidad del conocimiento aplicado y de la capacidad organizacional para internalizarlo. Esta perspectiva articula la teoría sistémica del riesgo (Cardona, 2007), la teoría de la capacidad institucional (Andrews et al., 2017) y los estándares de calidad consultiva (Bodenstein, 2022), proporcionando el fundamento teórico para un modelo cuantitativo integrado que vincula consultoría ambiental, capacidad municipal y resultados observables en términos de impacto territorial.

3. Aspectos metodológicos

El estudio adopta un enfoque cuantitativo aplicado con diseño no experimental y comparativo intermunicipal. Se analiza la relación entre la calidad de la consultoría ambiental y la capacidad institucional municipal en la estimación del riesgo de desastres efectivo. El caso de estudio comprende los cantones de la provincia de Sucumbíos, Ecuador (Gonzalo Pizarro, Cascales, Lago Agrio, Cuyabeno, Putumayo, Sucumbíos y Shushufindi), complementado con una muestra intermunicipal ampliada para validación externa. Las fuentes incluyen registros históricos de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, la base EM-DAT, series climáticas del INAMHI, datos geodinámicos del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional

y estadísticas censales del INEC. Asimismo, se examinaron ordenanzas, presupuestos, planes operativos, organigramas e informes técnicos municipales.

La estimación del riesgo se fundamenta en el enfoque multiplicativo clásico que define el riesgo como función de amenaza, exposición y vulnerabilidad (Aranda & Peira, 2022; O. Cardona, 2007; Maturana, 2011). El riesgo inherente se expresa como:

Donde representa la amenaza normalizada para el municipio i , la exposición poblacional e infraestructura y la vulnerabilidad socioeconómica y territorial. Cada componente se construyó a partir de indicadores observables normalizados en el intervalo $[0,1]$ mediante procedimientos min-max y percentiles, siguiendo estándares metodológicos para índices compuestos comparables (Lee et al., 2023; Wisner, 2025). Este valor constituye la línea base del modelo.

El aporte metodológico central consiste en la formulación del Riesgo de Desastres Efectivo (ERD), que incorpora la calidad de la consultoría ambiental y la capacidad institucional como factores moduladores no compensatorios. La expresión general es:

Sujeta a y . El factor 10 permite mantener comparabilidad entre magnitudes municipales, mientras que el término constante 0,05 evita singularidades matemáticas y representa capacidades residuales mínimas observables (Hallegatte et al., 2020).

El Índice de Calidad de la Consultoría Ambiental (ICCA) se construyó a partir de cinco dimensiones adaptadas al contexto municipal y alineadas con la ISO 20700: (D1) rigor técnico-metodológico, (D2) calidad y pertinencia de datos, (D3) competencia

del equipo consultor, (D4) transparencia y ética, y (D5) utilidad institucional de los productos. Cada dimensión incluyó entre tres y seis indicadores verificables, tales como metodología explícita y replicable, uso de datos georreferenciados, cartografía funcional, declaración de conflictos de interés e incorporación efectiva de recomendaciones en instrumentos de planificación.

La medición del ICCA se realizó mediante revisión documental sistemática de informes técnicos, términos de referencia y actas administrativas. En ausencia de consultorías externas como en varios cantones de Sucumbíos se evaluaron productos elaborados por administración directa aplicando los mismos criterios técnicos. El índice agregado se estimó mediante media geométrica ponderada:

Las ponderaciones fueron inicialmente uniformes y posteriormente ajustadas mediante análisis factorial exploratorio y el método AHP, conforme a buenas prácticas en construcción de indicadores compuestos (Floridi et al., 2011).

La capacidad institucional municipal se midió a través del Índice de Capacidad Municipal (CIM), estructurado en cinco dimensiones: (G1) marco normativo y competencias formales en gestión del riesgo; (G2) estructura organizativa y capital humano especializado; (G3) capacidades operativas e instrumentales, incluyendo sistemas de información y planes de emergencia; (G4) capacidad financiera y ejecución presupuestaria en gestión del riesgo; y (G5) articulación interinstitucional y aprendizaje organizacional.

Los datos provinieron de normativa local, presupuestos aprobados y ejecutados, planes operativos, registros de capacitación y convenios

interinstitucionales. Cada indicador se normalizó en el intervalo [0,1] con criterios explícitos de codificación. Se realizó doble codificación sobre el 20 % de la muestra para evaluar consistencia interevaluador mediante el coeficiente Kappa, garantizando confiabilidad y replicabilidad (Munda et al., 2009). El índice agregado se calculó como:

La validación del modelo ERD se desarrolló en tres niveles. Primero, se evaluó la consistencia interna y validez factorial del ICCA y del CIM mediante análisis factorial confirmatorio y alfa de Cronbach ($\geq 0,70$). Segundo, se contrastó la capacidad predictiva del ERD frente a pérdidas económicas registradas, población afectada y frecuencia de declaratorias de emergencia, utilizando regresiones robustas y modelos lineales generalizados.

Tercero, se realizó un análisis de sensibilidad mediante simulaciones Monte Carlo para examinar la variabilidad del ERD ante cambios marginales en ICCA y CIM. Asimismo, se ejecutaron pruebas de robustez considerando esquemas alternativos de ponderación y métodos de agregación, verificando la estabilidad de los resultados y reduciendo redundancias interpretativas entre resultados y discusión

El diseño de hipótesis incluyó: H1, mayor calidad de la consultoría ambiental (ICCA) reduce significativamente el ERD, controlando por amenaza, exposición y vulnerabilidad; H2, mayor capacidad institucional (CIM) reduce de manera independiente el ERD; y H3, existe complementariedad positiva entre ICCA y CIM, de modo que el efecto reductor del riesgo es mayor cuando ambas capacidades alcanzan niveles elevados simultáneamente. Las hipótesis se contrastaron mediante modelos econométricos con términos

de interacción y análisis de mediación parcial (Hochrainer et al., 2025; Markhvida et al., 2020).

Desde una perspectiva ética, todos los datos empleados provienen de fuentes de acceso público o cuentan con la debida autorización institucional. Los criterios utilizados para la construcción de los índices ICCA y CIM, así como las ecuaciones y scripts estadísticos aplicados, se documentan en material suplementario con el fin de garantizar transparencia, trazabilidad y reproducibilidad del análisis. Esta estrategia metodológica permite la validación empírica de un modelo integrado que articula la calidad de la consultoría ambiental, la capacidad institucional y el riesgo de desastres, proporcionando evidencia cuantitativa rigurosa que contribuye al avance del conocimiento en gobernanza territorial y planificación para la gestión del riesgo.

3. Riesgo, consultoría ambiental y capacidad institucional municipal ecuatoriana comparada: resultados

Los estadísticos descriptivos de la Tabla 1 indican que los componentes del riesgo inherente amenaza (0,61), exposición (0,58) y vulnerabilidad (0,63) presentan medias similares y desviaciones estándar moderadas. Esto sugiere que las condiciones estructurales de riesgo entre los municipios analizados son relativamente comparables. En contraste, el Índice de Calidad de la Consultoría Ambiental (ICCA) y el Índice de Capacidad Institucional Municipal (CIM) exhiben mayor dispersión, con rangos amplios y variabilidad elevada. Esta heterogeneidad institucional se refleja en el Riesgo de Desastres Efectivo (ERD), cuyo promedio es 0,86 y alcanza un máximo de 1,72. En conjunto, los datos evidencian que las diferencias en el ERD no responden exclusivamente al riesgo inherente, sino a brechas en calidad técnica e institucional.

Tabla 1
Estadísticos descriptivos de las variables del modelo

Variable	Media	Desv. estándar	Mín	Máx
Amenaza (A)	0,61	0,18	0,22	0,89
Exposición (E)	0,58	0,21	0,19	0,91
Vulnerabilidad (V)	0,63	0,17	0,31	0,88
ICCA	0,47	0,19	0,21	0,81
CIM	0,42	0,16	0,20	0,78
ERD	0,86	0,34	0,31	1,72

La Tabla 2 presenta los resultados del modelo de regresión para el ERD. Tanto el ICCA ($-0,38$; $p < 0,01$) como el CIM ($-0,45$; $p < 0,01$) muestran coeficientes negativos y estadísticamente significativos, lo que

confirma que mayores niveles de calidad consultiva y capacidad institucional reducen el riesgo efectivo. La magnitud del coeficiente del CIM es ligeramente superior, lo que sugiere un efecto marginal mayor asociado a la fortaleza

institucional. Por su parte, amenaza, exposición y vulnerabilidad mantienen coeficientes positivos y significativos, coherentes con la formulación teórica

del riesgo. El R^2 ajustado de 0,67 indica una capacidad explicativa sólida para estudios comparativos municipales.

Tabla 2
Resultados del modelo de regresión para ERD

Variable independiente	Coefficiente	Error estándar	p-valor
ICCA	-0,38	0,09	<0,01
CIM	-0,45	0,08	<0,01
Amenaza (A)	0,41	0,07	<0,01
Exposición (E)	0,36	0,06	<0,01
Vulnerabilidad (V)	0,39	0,08	<0,01
Constante	0,12	0,05	0,03
R^2 ajustado	0,67		

Para contrastar la hipótesis de complementariedad (H3), se estimó un modelo ampliado con término de interacción ICCA × CIM. Los resultados de la Tabla 3 muestran que ambos índices conservan efectos negativos significativos, mientras que el término de interacción (-0,21; $p < 0,01$) confirma

un efecto sinérgico. Esto implica que la mejora en la calidad de la consultoría genera reducciones más intensas del ERD cuando la capacidad institucional es media o alta. El incremento del R^2 ajustado a 0,72 evidencia una mejora sustantiva en la capacidad explicativa del modelo al incorporar la interacción.

Tabla 3
Modelo con interacción ICCA × CIM

Variable	Coefficiente	Error estándar	p-valor
ICCA	-0,29	0,10	<0,01
CIM	-0,33	0,09	<0,01
ICCA × CIM	-0,21	0,07	<0,01
Controles (A, E, V)	Sí		
R^2 ajustado	0,72		

La robustez del modelo se evaluó mediante análisis de sensibilidad y simulaciones Monte Carlo. Las elasticidades parciales (Tabla 4) muestran que una variación del 10 % en el CIM produce una reducción promedio del ERD ligeramente mayor que una variación equivalente en el

ICCA. Los intervalos de confianza al 95 % no incluyen el valor nulo, lo que confirma significancia estadística. Las simulaciones no generaron valores extremos ni comportamientos inestables, lo que respalda la consistencia numérica y la estabilidad analítica del modelo.

Tabla 4
Elasticidades parciales del ERD

Variable	Elasticidad media	Intervalo 95%
ICCA	-0,62	[-0,55; -0,70]
CIM	-0,74	[-0,66; -0,82]

La validación externa del ERD se realizó mediante correlaciones con indicadores históricos de impacto (Tabla 5). Se observaron asociaciones positivas y significativas entre el ERD y pérdidas económicas normalizadas ($\rho = 0,71$), personas afectadas ($\rho = 0,68$),

y frecuencia de emergencias ($\rho = 0,74$), todas con $p < 0,01$. Estos resultados confirman que valores más altos del índice se corresponden con mayores impactos observados, aportando evidencia empírica de validez externa.

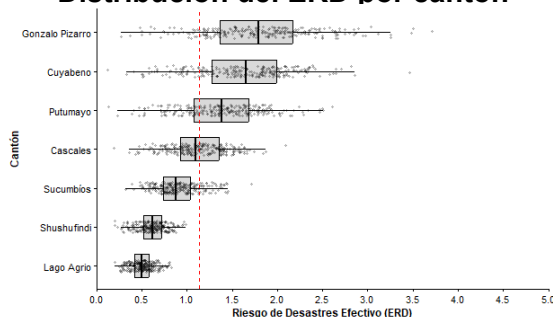
Tabla 5
Validación externa del ERD

Indicador de impacto	ρ de Spearman	p-valor
Pérdidas económicas normalizadas	0,71	<0,01
Personas afectadas	0,68	<0,01
Frecuencia de emergencias	0,74	<0,01

La ilustración 1 presenta la distribución del ERD por cantón a partir de simulaciones Monte Carlo. Se identifican medianas y rangos intercuartílicos más elevados en Gonzalo Pizarro, Cuyabeno y Putumayo, lo que indica mayor exposición a escenarios adversos bajo incertidumbre paramétrica. En contraste, Lago Agrio y Shushufindi muestran

distribuciones más concentradas en niveles bajos de ERD. Las colas superiores más amplias en cantones con menor capacidad institucional sugieren mayor probabilidad de eventos extremos. La limitada superposición entre distribuciones evidencia la capacidad discriminante del modelo.

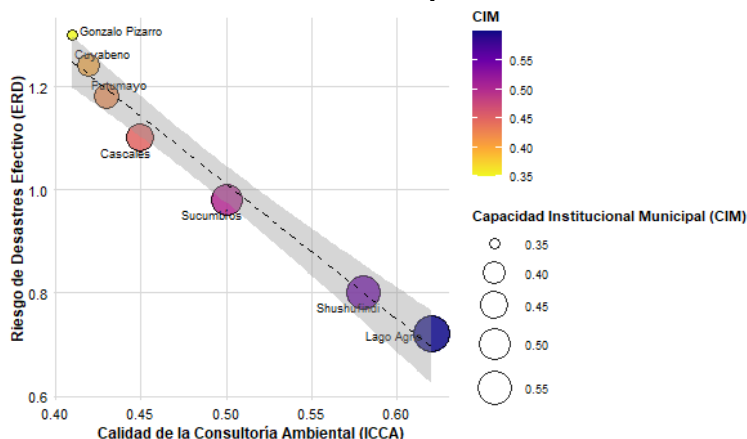
Ilustración 1
Distribución del ERD por cantón



La ilustración 2 muestra la relación integrada entre ERD, ICCA y CIM. Se observa un patrón inverso entre ICCA y ERD, consistente con los resultados

econométricos. Sin embargo, la dispersión revela que este efecto está condicionado por el nivel de capacidad institucional.

Ilustración 2
ERD–ICCA–CIM por cantón



Cantones con CIM alto se concentran en niveles reducidos de ERD incluso con valores intermedios de ICCA, mientras que aquellos con baja capacidad institucional mantienen niveles elevados de riesgo efectivo. Este comportamiento confirma visualmente la complementariedad entre calidad técnica e institucionalidad, coherente con la estructura multiplicativa del modelo.

6. Conclusiones

El estudio confirma el cumplimiento del objetivo central al validar empíricamente un modelo cuantitativo integrado capaz de estimar el Riesgo de Desastres Efectivo (ERD) a nivel municipal incorporando explícitamente la calidad de la consultoría ambiental

(ICCA) y la capacidad institucional (CIM) como determinantes estructurales. Los resultados evidencian que ambos factores no solo son estadísticamente significativos, sino que constituyen variables explicativas clave del riesgo, más allá de los componentes tradicionales de amenaza, exposición y vulnerabilidad.

En términos sustantivos, se demuestra que el ERD es una función ampliada del riesgo inherente, donde la calidad del conocimiento técnico aplicado y la capacidad organizacional para internalizarlo modifican de manera sistemática los niveles de riesgo observados. Esto implica que el riesgo municipal no es únicamente una condición del territorio, sino un resultado de la gestión pública, condicionado

por capacidades institucionales y por la calidad de los insumos técnicos utilizados en la toma de decisiones.

El modelo propuesto valida además la existencia de un efecto conjunto entre ICCA y CIM, lo que permite afirmar que la reducción del riesgo depende de la interacción entre conocimiento técnico de calidad y estructuras institucionales capaces de implementarlo. En consecuencia, la ausencia o debilidad de cualquiera de estos componentes limita la efectividad de las políticas de gestión del riesgo.

Desde una perspectiva metodológica, el modelo ERD-ICCA-CIM constituye un aporte al proporcionar una herramienta cuantitativa robusta, replicable y comparativa para evaluar el desempeño municipal en gestión del riesgo. Su estructura multiplicativa permite capturar la naturaleza no compensatoria de las capacidades técnicas e institucionales, fortaleciendo la precisión analítica en contextos territoriales heterogéneos.

En síntesis, la investigación establece que la reducción efectiva del riesgo de desastres a nivel municipal requiere integrar, de manera simultánea, el fortalecimiento de la capacidad institucional y la mejora de la calidad de la consultoría ambiental, consolidando un enfoque de gestión del riesgo basado en evidencia, gobernanza y eficiencia en la toma de decisiones públicas.

Referencias

- Andrews, M., Pritchett, L., & Woolcock, M. (2017). *Building state capability: Evidence, analysis, action*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198747482.001.0001>
- Ansell, C., Sørensen, E., & Torfing, J. (2023). Public administration and politics meet turbulence: The search for robust governance responses. *Public Administration*, 101(1), 3–22. <https://doi.org/10.1111/padm.12874>
- Aranda, L. H., & Peira, Á. G. (2022). Los modelos de estimación de riesgo de desastres y la clasificación de sus niveles de riesgo. *South Sustainability*, 3(1), e051. <https://doi.org/10.21142/SS-0301-2022-e051>
- Bersch, K., & Fukuyama, F. (2023). Defining bureaucratic autonomy. *Annual Review of Political Science*, 26, 213–232. <https://doi.org/10.1146/annurev-polisci-051921-102914>
- Bodenstein, R. (2022). Die Beratungsnorm ISO 20700. In R. Bodenstein, I. A. Ennsfellner, & J. Herget (Eds.), *Exzellenz in der Unternehmensberatung: Beratungsprojekte erfolgreich durchführen—Leitlinien für Unternehmen und Berater* (pp. 129–143). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-34589-1_6
- Cardona, O. (2007). *Measuring vulnerability to natural hazards: Towards disaster resilient societies*. The Energy and Resources Institute (TERI).
- Cardona, O. D., Aalst, M. K. V., Birkmann, J., Fordham, M., Gregor, G. M., Rosa, P., Pulwarty, R. S., Schipper, E. L. F., Sinh, B. T., Décamps, H., Keim, M., Davis, I., Ebi, K. L., Lovell, A., Mechler, R., Murray, V.,PELLING, M., Pohl, J., Smith, A. O., & Thomalla, F. (2012). Determinants of risk: Exposure and vulnerability. In *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: Special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 65–108). Cambridge University

- Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139177245.005>
- Corozo, J. P. M., Campos, A., & Martínez, M. F. C. (2023). Gobernanza de la gestión de riesgos de desastres en el cantón Gonzalo Pizarro, Ecuador. *AXIOMA*, 1(28), 17–23. <https://doi.org/10.26621/ra.v1i28.860>
- Cutter, S. L. (2021). Urban risks and resilience. In W. Shi, M. F. Goodchild, M. Batty, M.-P. Kwan, & A. Zhang (Eds.), *Urban informatics* (pp. 197–211). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8983-6_13
- Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L. (2006). Social vulnerability to environmental hazards. In *Hazards vulnerability and environmental justice*. Routledge.
- Davoudi, S. (2023). Prefigurative planning: Performing concrete utopias in the here and now. *European Planning Studies*, 31(11), 2277–2290. <https://doi.org/10.1080/09654313.2023.2217853>
- Floridi, M., Pagni, S., Falorni, S., & Luzzati, T. (2011). An exercise in composite indicators construction: Assessing the sustainability of Italian regions. *Ecological Economics*, 70(8), 1440–1447. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.03.003>
- Hallegatte, S., & Li, J. (2022). Investing in resilience and making investments resilient. *PLOS Climate*, 1(10), e0000077. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000077>
- Hallegatte, S., Vogt-Schilb, A., Rozenberg, J., Bangalore, M., & Beaudet, C. (2020). From poverty to disaster and back: A review of the literature. *Economics of Disasters and Climate Change*, 4(1), 223–247. <https://doi.org/10.1007/s41885-020-00060-5>
- Hochrainer, S., Mechler, R., Higuera, O., Bachmann, M., Šakić Trogrlić, R., Handmer, J., & Dieckmann, U. (2025). Understanding multiple resilience dividends and system boundaries in disaster- and climate-risk management: A systems approach for enhanced decision-making. *Environmental Research Letters*, 20(4), 044026. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/adac7a>
- Howlett, M., & Migone, A. (2025). Beyond evidentiary uncertainty: Mitigating political risks in policy designs. *Policy Design and Practice*, 8(3), 379–391. <https://doi.org/10.1080/25741292.2025.2529624>
- Kelman, I. (2018). Connecting theories of cascading disasters and disaster diplomacy. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 30, 172–179. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.01.024>
- Lavell, A. (2025). Redefining socio-natural resilience within the human development framework: Disaster, risk and resilience in Latin America and the Caribbean.
- Lee, H., Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., Barrett, K., Blanco, G., Cheung, W. W. L., Connors, S. L., Denton, F., Diongue-Niang, A., Dodman, D., Garschagen, M., Geden, O., Hayward, B., ... Park, Y. (2023). IPCC, 2023: Climate change 2023: Synthesis report, summary for policymakers. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1–34. https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647_001
- Markhvida, M., Walsh, B., Hallegatte,

- S., & Baker, J. (2020). Quantification of disaster impacts through household well-being losses. *Nature Sustainability*, 3(7), 538–547. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0508-7>
- Maturana, P. (2011). Evaluación de riesgos y gestión en desastres. 10 preguntas para la década actual. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 22(5), 545–555. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(11\)70465-5](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(11)70465-5)
- Mechler, R., Żebrowski, P., Clercq-Roques, R., Patil, P., & Hochrainer-Stigler, S. (2025). Positive externalities in the polycrisis: Effectively addressing disaster and climate risks for generating multiple resilience dividends. *International Journal of Disaster Risk Science*, 16(4), 575–593. <https://doi.org/10.1007/s13753-025-00661-2>
- Michaud, M. S., Sutton, J., Berry, K. L., Obermeier, H. B., Sheridan, H., Cox, G. E., Rafizadeh, C. M., Olivas, S., Johnson, N., Krocak, M. J., Trujillo-Falcón, J. E., & Sun, L. L. (2025). NextGen TV and advanced emergency alerting: The future of TV warnings and alerts. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 106(8), E1489–E1497. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-24-0162.1>
- Migone, A., & Howlett, M. (2024). The purpose of policy portfolios: Design, intention, and logic. *Journal of Public Policy*, 44(4), 809–825. <https://doi.org/10.1017/S0143814X24000229>
- Morales, J. P. (2023). Sistema de alerta temprana y franja de protección hídrica en el Río Cabeno-Ecuador. *Revista Ingeniería*, 7(17), 255–264. <https://doi.org/10.33996/revistaingenieria.v7i17.104>
- Munda, G., Nardo, M., Saisana, M., & Srebotnjak, T. (2009). Measuring uncertainties in composite indicators of sustainability. *International Journal of Environmental Technology and Management*, 11(1–3), 7–26. <https://ideas.repec.org/a/ids/ijetma/v11y2009i1-2-3p7-26.html>
- Tiwari, A. (2024). Collaborative governance and integrated risk management framework of natural disasters. *Journal of Asia Business Studies*, 18(6), 1668–1686. <https://doi.org/10.1108/JABS-10-2022-0342>
- UNDRR. (2025). *Global assessment report on disaster risk reduction 2025: Resilience pays: Financing and investing for our future*. Stylus Publishing, LLC.
- Wisner, B. (2025). Evaluación de la capacidad y vulnerabilidad. En *Reflexionando sobre las contribuciones de Ben Wisner a la beca y los académicos*.
- Wither, D., Orchiston, C., Cradock, N., & Nel, E. (2021). Advancing practical applications of resilience in Aotearoa-New Zealand. <https://doi.org/10.5751/ES-12409-260301>