

**Modelo predictivo del desempeño de proyectos de infraestructura mediante factores de gestión de riesgos
A Predictive Model for Infrastructure Project Performance Based on Risk Management Factors**

Ing. Lino Reyes Roberto Efraín., Ing. Obando Chancay Cristóbal José., Ing. Gutiérrez Chiquito Pablo Josué., Dr. C. Venegas Loo Leopoldo Vinicio., Ing. Lino Calle Víctor Alejandro MSc.

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

Julio - diciembre, V°7-N°2; 2026

Recibido: 02-09-2026

Aceptado: 09-09-2026

Publicado: 31-12-2026

PAIS

- Ecuador, Jipijapa
- Ecuador, Jipijapa
- Ecuador, Paján
- Ecuador, Jipijapa
- Ecuador, Jipijapa

INSTITUCION

- Instituto de posgrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Instituto de posgrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Instituto de posgrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Universidad Estatal del Sur de Manabí. Director de Posgrado.
- Instituto de posgrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí.

CORREO:

- ✉ Lino-roberto5646@unesum.edu.ec
- ✉ obando-cristobal4811@unesum.edu.ec
- ✉ gutierrez-pablo6050@unesum.edu.ec
- ✉ victor.lino@unesum.edu.ec
- ✉ leopoldo.venegas@unesum.edu.ec

ORCID:

- 🌐 <https://orcid.org/0009-0003-2235-6884>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0008-9068-0172>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0009-1296-0280>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0002-3100-6320>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0002-2302-3489>

FORMATO DE CITA APA.

Lino, R., Obando, C., Gutiérrez, P., Venegas, L. & Lino, V. (2026). *Modelo predictivo del desempeño de proyectos de infraestructura mediante factores de gestión de riesgos*. Revista G-ner@ndo, V°7 (N°2). P. 4084 – 4100.

RESUMEN

Los proyectos de infraestructura sufren riesgos técnicos, financieros, de suministro, operacionales, de seguridad, que producen retrasos, sobrecostos y desviaciones de calidad. Fue necesario superar enfoques reactivos, por lo que se desarrolló un modelo predictivo capaz de anticipar el desempeño de obras civiles a partir de factores medibles de gestión de riesgos. El objetivo fue desarrollar un modelo predictivo que estime variaciones en costos, cronograma y calidad. Se utilizó un enfoque cuantitativo, transversal y no experimental. A una muestra intencional de 100 profesionales del sector (residentes de obra, planificadores, fiscalizadores, jefes de obra y contratistas) se les aplicó un cuestionario con escala Likert de cinco niveles. Las escalas mostraron excelente fiabilidad (α y $\omega > 0,90$). Se ajustó un modelo de regresión lineal múltiple una vez comprobados los supuestos de normalidad, homocedasticidad, independencia y multicolinealidad. El modelo fue estadísticamente significativo ($F(5,94) = 16,36$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,465$). Los riesgos operativos ($\beta = 0,315$), de suministro ($\beta = 0,308$) y financiero ($\beta = 0,180$) influyeron de forma significativa sobre el desempeño, mientras que los riesgos técnicos y de seguridad no fueron significativos. El modelo predictivo elaborado permite evaluar el desempeño de proyectos de infraestructura y priorizar la gestión de los riesgos con mayor incidencia. La ecuación obtenida es una herramienta válida de alerta temprana para una mejor planificación y control de las obras.

Palabras clave: Planificación, toma de decisiones, ejecución de proyecto, dirección de proyecto, valuación de proyecto.

ABSTRACT

Infrastructure projects are subject to technical, financial, supply, operational, and safety risks that lead to delays, cost overruns, and quality deviations. It was necessary to move beyond reactive approaches, so a predictive model was developed capable of anticipating the performance of civil engineering projects based on measurable risk management factors. The objective was to develop a predictive model that estimates variations in cost, schedule, and quality. A quantitative, cross-sectional, and non-experimental approach was used. A purposive sample of 100 professionals in the sector (site supervisors, planners, inspectors, project managers, and contractors) was administered a questionnaire using a five-point Likert scale. The scales demonstrated excellent reliability (α and $\omega > 0.90$). A multiple linear regression model was fitted after verifying the assumptions of normality, homoscedasticity, independence, and multicollinearity. The model was statistically significant ($F(5,94) = 16.36$; $p < 0.001$; $R^2 = 0.465$). Operational risks ($\beta = 0.315$), supply risks ($\beta = 0.308$), and financial risks ($\beta = 0.180$) significantly influenced performance, while technical and safety risks were not significant. The predictive model developed allows for the evaluation of infrastructure project performance and the prioritization of risk management for the risks with the greatest impact. The resulting equation is a useful early-warning tool for better planning and monitoring of construction projects.

Keyword: Planning, Decision-Making, Project Execution, Project Management, Project Evaluation.

Introducción

Los proyectos de infraestructura enfrentan riesgos técnicos, financieros, administrativos y ambientales que pueden impactar su desempeño financiero. Si estos se concretan, pueden provocar retrasos, sobrecostos y dificultades para alcanzar los objetivos fijados (Figueroa Quimis et al., 2026; Suárez Toala et al., 2025). En este sentido resulta fundamental anticipar su incidencia para mejorar la planificación y ejecución de las obras ahí que el desarrollo de un modelo predictivo basado en factores de gestión de riesgos pueda ayudar a anticipar desviaciones y reforzar la toma de decisiones (Gómez Rubén, 2025; Rodríguez Guzmán & Fernández- Mantilla, 2025; Senić et al., 2025).

Alrasheed, (2025), evaluó la integración de BIM y Machine Learning en Kuwait para mitigar los retrasos en obras, costos en más del 20 % problemas que incrementa los costos en más del 20%. A través de una encuesta aplicada a 219 especialistas y modelos estadísticos (EFA y SEM), se determinan cuatro factores primordiales para anticipar desviaciones: controlabilidad, optimización de recursos, proyecciones técnicas y recomendaciones operativas (0.300 a 0.365, $p < 0.001$). El estudio finaliza que esta sinergia hace evolucionar el BIM de un modelo estático a un sistema dinámico de alerta temprana.

Continúan los problemas de infraestructura en Colombia por fallos en la planificación. La magnitud de la obra y el presupuesto base son las variables que más alteran los plazos y los costos finales, lo que confirma la necesidad de usar análisis de datos para mitigar imprevistos antes de la ejecución. Así, un estudio realizado por Gómez-Cabrera et al. (2020) evaluó 535 obras de carreteras utilizando desde análisis bivariados hasta algoritmos de Random Forest (bosques aleatorios). Los resultados fueron claros: la magnitud de la obra y su presupuesto base son las variables que más alteran los plazos y los costos finales, lo que confirma la necesidad de usar análisis de datos para mitigar imprevistos antes de la ejecución.

Intriago Pincay et al. (2025) estudiaron el impacto económico que tiene en Ecuador la mala gestión de obras y evaluaron alternativas para dejar de perder tiempo y dinero. Los autores, con el soporte de una investigación cualitativa (triangulación de datos y ATD) afirman que el uso de herramientas como BIM y Lean Six Sigma marcan una diferencia real en los proyectos. Sin embargo, el verdadero obstáculo radica en la resistencia cultural y la poca formación del personal, por lo que concluyen que la viabilidad del sector dependerá de articular a las instituciones y formar a sus profesionales.

La presente investigación se justifica en la necesidad de disponer de herramientas que permitan anticipar el desempeño de los proyectos de infraestructura a partir de factores medibles de gestión de riesgos, superando los tradicionales enfoques reactivos. Este tipo de modelo

predictivo tiene una utilidad práctica, facilitando la identificación temprana de posibles desviaciones, optimizar la asignación de recursos, reducir sobre costos y retrasos y fortalecer la toma de decisiones de gestores, contratistas entidades públicas. En teoría, ayuda a incorporar la gestión de riesgos con técnicas de modelado predictivo en ingeniería civil y gerencia de proyectos, generando conocimiento que se puede aplicar en países en desarrollo donde la información histórica y las prácticas de gestión tienen características propias (Castro et al., 2026; Pino Arguello et al., 2026).

Poner en práctica este modelo facilitará a los profesionales y entidades del sector de la construcción una planificación más precisa, la reducción de imprevistos y la optimización de presupuestos (Canesi et al., 2025). Por ello el presente trabajo pretende responder la pregunta ¿cómo elaborar un modelo predictivo que evalúe el desempeño de las obras viales y civiles con base en la gestión de riesgos? Por tal razón, el objetivo general fue desarrollar un modelo predictivo que estime variaciones en costos, cronograma y calidad en la gestión de riesgo.

Métodos y Materiales

El estudio se realizó mediante un enfoque cuantitativo, tipo transversal, diseño no experimental. Esta postura facilitó la observación y análisis de las relaciones existentes entre las variables en su contexto natural, sin que se produjera intervención ni manipulación intencionada sobre las mismas, recolectándose la información en un solo momento temporal mediante la administración de instrumentos estandarizados a los profesionales del área.

Para los métodos teóricos se utilizó el método hipotético-deductivo para formular, contrastar y validar empíricamente las hipótesis planteadas sobre la relación entre los factores de riesgo y el desempeño de los proyectos. También se empleó el método analítico-sintético, que permitió la evaluación del fenómeno de estudio en sus principales dimensiones (riesgos técnicos, financieros, de suministro, operativos y de seguridad), procediéndose luego a su integración sistemática para comprender la dinámica global de la gestión de proyectos de infraestructura.

Para obtener la información se utilizó como técnica de investigación la encuesta con un cuestionario estandarizado con escala de Likert de cinco niveles, donde el número 1 correspondía a “Totalmente en desacuerdo” y el número 5 a “Totalmente de acuerdo”. Antes de usar el instrumento se determinó su fiabilidad, para comprobar que los ítems mostrarían una adecuada consistencia interna. Para ello se emplearon los coeficientes Alfa de Cronbach y Omega de McDonald.

En el ámbito de los métodos estadístico-matemáticos, el procesamiento analítico combinó técnicas de estadística descriptiva (medias, desviaciones estándar, distribuciones de frecuencia,

asimetría y curtosis) e inferencial (correlación de Pearson y regresión lineal múltiple). Previo a la estimación del modelo predictivo, se diagnosticó y comprobó el cumplimiento de los supuestos econométricos fundamentales: normalidad de residuos mediante la prueba de Shapiro-Wilk, homocedasticidad mediante Breusch-Pagan, ausencia de autocorrelación a través de Durbin-Watson y ausencia de multicolinealidad crítica evaluada mediante el Factor de Inflación de la Varianza (VIF). Todo el procesamiento analítico y la modelación estadística de los datos se llevaron a cabo utilizando el paquete software especializado Jamovi (Lino Calle et al., 2024).

La población de estudio estuvo constituida por profesionales en ejercicio pertenecientes al área de construcción y gestión de proyectos de infraestructura (residentes de obra, ingenieros de planificación, fiscalizadores, jefes de obra y contratistas). Del universo mencionado se obtuvo una muestra no probabilística de 100 profesionales (N=100), seleccionados según criterios intencionales de accesibilidad y de representatividad técnica, lo que aseguró una idoneidad multidisciplinaria con amplia experiencia en el sector para responder con fiabilidad al instrumento aplicado.

Análisis de Resultados

El desempeño del proyecto en obras civiles se analizó en función de cinco dimensiones de gestión de riesgos —riesgo técnico, financiero, de suministro, operativo y de seguridad— evaluadas mediante una encuesta con escala Likert de cinco niveles (N = 100), cada dimensión medida con cuatro ítems. El perfil sociodemográfico y profesional de los participantes (N = 100) se resume en la Tabla 1, cruzando género, años de experiencia y cargo desempeñado en un solo cuadro comparativo.

Tabla 1

Características Sociodemográficas y Profesionales de la Muestra

Género	n	%	Años de experiencia	n	%	Cargo	n	%
Masculino	73	73.0	1–5 años	28	28.0	Residente de obra	30	30.0
Femenino	27	27.0	6–10 años	36	36.0	Ingeniero de planificación	19	19.0
			11–15 años	23	23.0	Fiscalizador	19	19.0
			Más de 15 años	13	13.0	Jefe de obra	16	16.0
						Contratista/GAD	16	16.0

Nota. n = frecuencia absoluta; % = porcentaje sobre el total de la muestra (N = 100). Las celdas vacías indican que la categoría respectiva no tiene más filas. GAD = Gobierno Autónomo

Descentralizado.

La composición de la muestra fue mayoritariamente masculina (73%), con un tiempo de experiencia profesional concentrado entre los 6 y los 10 años de trabajo (36%). Los ocupacionales más numerosos fueron los residentes de obra (30 %), seguidos por ingenieros de planificación y fiscalizadores (19 % cada uno) asegurando así una amplia cobertura de roles técnicos involucrados en la gestión de riesgos de obras civiles.

Confiabilidad de las Escalas

La consistencia interna de las seis escalas se evaluó mediante los coeficientes Alfa de Cronbach y Omega de McDonald (Tabla 2).

Tabla 2

Análisis de Confiabilidad de las Escalas

Escala	N.º ítems	α de Cronbach	ω de McDonald	Interpretación
Desempeño del proyecto	4	0.934	0.934	Excelente
Riesgo técnico	4	0.924	0.924	Excelente
Riesgo financiero	4	0.910	0.910	Excelente
Riesgo de suministro	4	0.937	0.938	Excelente
Riesgo operativo	4	0.947	0.948	Excelente
Riesgo de seguridad	4	0.911	0.912	Excelente

Nota. Interpretación según rangos convencionales: $\geq .90$ = excelente; $.80-.89$ = buena; $.70-.79$ = aceptable; $.60-.69$ = cuestionable; $.50-.59$ = pobre; $< .50$ = inaceptable.

Las seis escalas alcanzaron un nivel de confiabilidad excelente (α y ω entre .910 y .948), destacando el riesgo operativo ($\alpha = .947$) y el riesgo de suministro ($\alpha = .937$) como las de mayor consistencia interna, lo que respalda la solidez métrica de los instrumentos empleados en los análisis posteriores.

Correlación de Pearson entre las Variables del Estudio

La Tabla 3 presenta los coeficientes de correlación de Pearson entre el desempeño del proyecto y las cinco dimensiones de riesgo, así como las intercorrelaciones entre los predictores.

Tabla 3

Coefficientes de Correlación de Pearson entre las Variables del Estudio

Variable	1	2	3	4	5	6
----------	---	---	---	---	---	---

1. Desempeño del proyecto	—							
2. Riesgo técnico	0.40***	—						
3. Riesgo financiero	0.38***	0.19	—					
4. Riesgo de suministro	0.55***	0.39***	0.38***	—				
5. Riesgo operativo	0.51***	0.36***	0.17	0.35***	—			
6. Riesgo de seguridad	0.31**	0.33***	0.15	0.38***	0.23*	—		

Nota. * $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$.

Todas las dimensiones de riesgo mostraron correlaciones positivas y estadísticamente significativas con el desempeño del proyecto (r entre .31 y .55), siendo más fuertes el riesgo de suministro ($r = .55$) y el riesgo operativo ($r = .51$). Las intercorrelaciones entre predictores se mantuvieron entre $r = .15$ y $r = .39$, por debajo del umbral de .80 que indicaría multicolinealidad severa, lo que permitió incluir los cinco factores en el modelo de regresión.

Estadística Descriptiva

Los estadísticos descriptivos y de forma distribucional de las seis variables del modelo ($N = 100$) se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4

Estadísticos Descriptivos de las Variables del Modelo

Variable	N	Media	Mdn	DE	Varianza	Mín.	Máx.	Asim.	Curt.
Desempeño del proyecto	100	3.29	3.2	0.83	0.68	1.2	5.0	-0.22	-0.32
Riesgo técnico	100	3.30	3.4	0.75	0.56	1.4	4.8	-0.11	-0.47
Riesgo financiero	100	3.43	3.4	0.64	0.41	2.0	5.0	-0.09	-0.45
Riesgo de suministro	100	3.45	3.6	0.76	0.57	1.4	4.8	-0.32	-0.41
Riesgo operativo	100	3.40	3.4	0.68	0.46	1.4	4.8	-0.11	0.03
Riesgo de seguridad	100	3.42	3.4	0.70	0.48	1.6	5.0	-0.07	-0.20

Nota. DE = desviación estándar; Asim. = asimetría; Curt. = curtosis. Todos los ítems fueron evaluados en escala Likert de 1 a 5.

La Tabla 4 y Figura 1 presentan los estadísticos descriptivos obtenidos a partir del cuestionario aplicado a 100 participantes, cuyo propósito fue analizar en qué medida los factores de gestión de riesgos permiten predecir el desempeño de los proyectos de infraestructura. La

variable dependiente fue desempeño del proyecto, mientras que las variables independientes correspondieron a riesgo técnico, financiero, de suministro, operativo y de seguridad. Todos los ítems fueron valorados mediante una escala Likert de 1 a 5.

En relación con el desempeño del proyecto, se obtuvo una media de 3.29, siendo la más baja de todas las variables. Este resultado refleja una valoración intermedia respecto a aspectos como el cumplimiento del alcance, tiempo y costo, la calidad de las obras, la satisfacción de los interesados, la evaluación mediante indicadores y el éxito del proyecto frente a otros similares. Por tanto, los participantes consideran que el desempeño de los proyectos presenta un nivel moderado.

Respecto a los factores de riesgo, el riesgo técnico presentó una media de 3.30, lo que indica una valoración intermedia sobre la identificación, mitigación y seguimiento de los riesgos relacionados con el diseño, las especificaciones, la tecnología y la capacidad del equipo técnico. El riesgo financiero alcanzó una media de 3.43, evidenciando una valoración ligeramente mayor en aspectos relacionados con el flujo de caja, financiamiento, reservas para imprevistos y estrategias para enfrentar dificultades financieras.

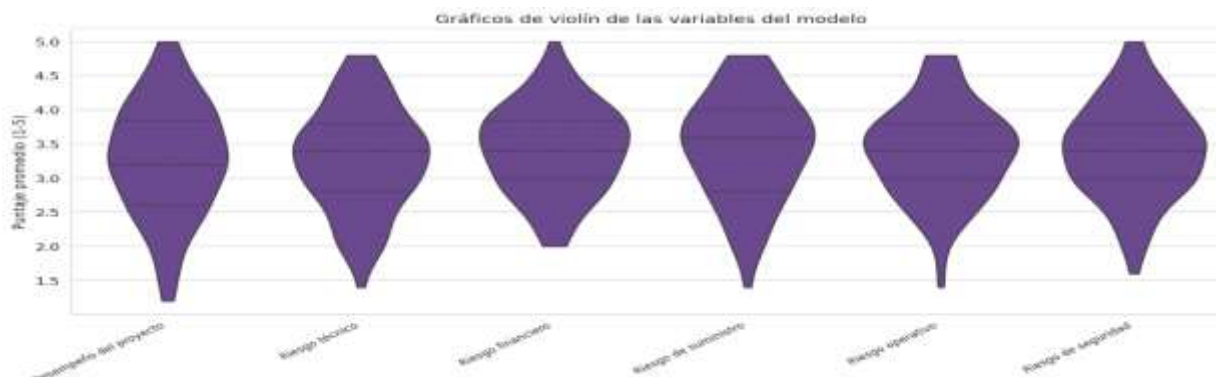
El riesgo de suministro obtuvo la media más alta, con 3.45. Esto refleja una valoración relativamente favorable de las prácticas relacionadas con proveedores, alternativas de suministro, materiales críticos y gestión de posibles retrasos. Por su parte, el riesgo operativo presentó una media de 3.40, relacionada con la gestión de fallas de equipos, protocolos ante imprevistos, mantenimiento preventivo y coordinación entre cuadrillas. El riesgo de seguridad alcanzó una media de 3.42, mostrando una valoración intermedia respecto a la identificación de riesgos laborales, planes de seguridad, capacitación y cumplimiento de protocolos.

Las desviaciones estándar, que se encuentran entre 0.64 y 0.83, indican que las respuestas presentaron una dispersión moderada. Esto significa que los participantes tuvieron respuestas relativamente cercanas entre sí y que no existieron diferencias excesivamente grandes en sus valoraciones. Además, las medianas se encuentran próximas a las medias, lo que refuerza la estabilidad de la distribución de las respuestas.

Por último, los valores de asimetría y curtosis se encuentran próximos a cero en todas las variables. Esto indica que las respuestas presentan una distribución aproximadamente equilibrada y cercana a la normalidad. En consecuencia, los datos cumplen de manera adecuada con el supuesto de normalidad requerido para continuar con los análisis paramétricos y la construcción del modelo predictivo, cuyo objetivo es determinar qué factores de riesgo contribuyen a explicar el desempeño de los proyectos de infraestructura.

Figura 1

Distribución de las Variables del Modelo (Gráficos de Violín)



Nota. Los gráficos combinan la estimación de densidad de kernel con la mediana y el rango intercuartílico de cada variable (N = 100, escala 1–5).

Los gráficos de violín confirman una forma aproximadamente simétrica y unimodal en las seis variables, con una dispersión similar entre dimensiones, lo que respalda su tratamiento como variables continuas en el modelo de regresión.

Regresión Lineal Múltiple

Se estimó un modelo de regresión lineal múltiple para evaluar en qué medida las cinco dimensiones de riesgo predicen el desempeño del proyecto en obras civiles.

Hipótesis del Estudio y Contraste Empírico

A cada dimensión de riesgo le corresponde una hipótesis direccional; la Tabla 5 integra su enunciado junto con el resultado estadístico que la contrasta.

Tabla 5

Hipótesis del Estudio y Contraste Empírico

Hip.	Enunciado	β	p	Decisión
H1	El riesgo técnico influye significativamente en el desempeño del proyecto.	0.117	.178	No aceptada
H2	El riesgo financiero influye significativamente en el desempeño del proyecto.	0.180	.030*	Aceptada
H3	El riesgo de suministro influye significativamente en el desempeño del proyecto.	0.308	.001**	Aceptada
H4	El riesgo operativo influye significativamente en el desempeño del proyecto.	0.315	< .001***	Aceptada
H5	El riesgo de seguridad influye significativamente en el desempeño del proyecto.	0.059	.486	No aceptada

Nota. β = coeficiente estandarizado del predictor correspondiente en el modelo de regresión (Tabla 7). Decisión basada en un nivel de significancia de .05.

Tres de las cinco hipótesis fueron respaldadas por los datos: H2, H3 y H4. Las hipótesis H1 y H5, referidas al riesgo técnico y al riesgo de seguridad, no fueron aceptadas al no alcanzar

significancia estadística ($p > .05$).

Ecuación del Modelo

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5$$

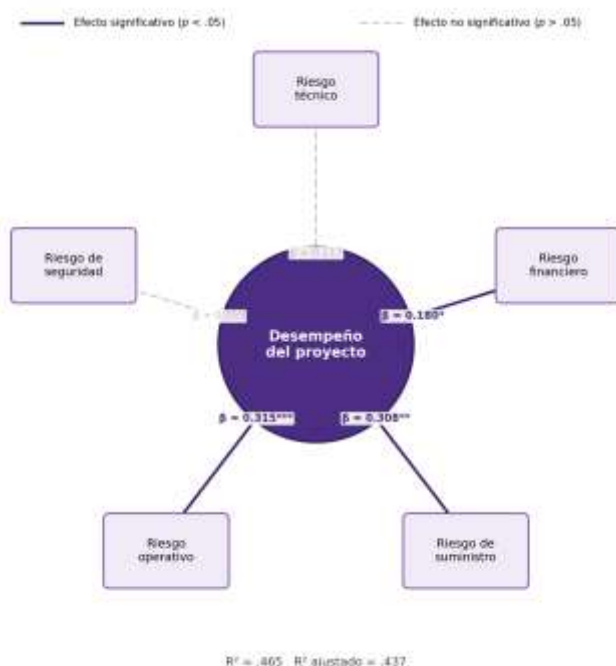
donde $\hat{Y}$ = desempeño del proyecto estimado; X_1 = riesgo técnico; X_2 = riesgo financiero; X_3 = riesgo de suministro; X_4 = riesgo operativo; X_5 = riesgo de seguridad.

$$\hat{Y} = -0.627 + 0.129X_1 + 0.232X_2 + 0.335X_3 + 0.383X_4 + 0.069X_5$$

La Figura 2 representa gráficamente el modelo estimado: cada flecha converge hacia el desempeño del proyecto y corresponde a un coeficiente estandarizado (β) de la ecuación anterior.

Figura 2

Diagrama del Modelo de Regresión Estimado



Nota. Los valores sobre cada trayectoria corresponden a los coeficientes estandarizados (β) de la Tabla 5. Líneas continuas = efecto significativo; líneas discontinuas = efecto no significativo.

Ajuste y Significancia Global del Modelo

La Tabla 6 integra en un solo cuadro los indicadores de ajuste global y la descomposición completa de la varianza (ANOVA) del modelo estimado.

Tabla 6

Ajuste Global y Análisis de Varianza (ANOVA) del Modelo de Regresión

R = .682 R² = .465 R² ajustado = .437

Fuente	SC	gl	MC	F	p
Regresión	31.356	5	6.271	16.359	< .001
Residual	36.034	94	0.383	—	—
Total	67.390	99	—	—	—

Nota. SC = suma de cuadrados; MC = media cuadrática. Variable dependiente: Desempeño del proyecto. Predictoras: riesgo técnico, financiero, suministro, operativo y de seguridad.

El modelo fue estadísticamente significativo, $F(5, 94) = 16.36$, $p < .001$, con una correlación múltiple alta ($R = .682$) que explicó el 46.5 % de la varianza del desempeño del proyecto ($R^2 = .465$; R^2 ajustado = .437). La suma de cuadrados de regresión (31.356) más que duplicó a la residual (36.034), confirmando que el conjunto de dimensiones de riesgo contribuye de forma conjunta, y no aleatoria, a la predicción de la variable criterio.

Coeficientes del Modelo

La Tabla 7 presenta los coeficientes no estandarizados y estandarizados de cada predictor, junto con su significancia estadística.

Tabla 7

Coeficientes de Regresión del Modelo Predictivo

Predictor	B	EE	β	t	p	VIF
(Intercepto)	-0.627	0.482	—	-1.30	.196	—
Riesgo técnico	0.129	0.095	0.117	1.36	.178	1.316
Riesgo financiero	0.232	0.105	0.180	2.21	.030*	1.173
Riesgo de suministro	0.335	0.101	0.308	3.33	.001**	1.500
Riesgo operativo	0.383	0.102	0.315	3.77	< .001***	1.223
Riesgo de seguridad	0.069	0.099	0.059	0.70	.486	1.233

Nota. Variable dependiente: Desempeño del proyecto. B = coeficiente no estandarizado; EE = error estándar; β = coeficiente estandarizado; VIF = factor de inflación de la varianza ($VIF < 5$ indica ausencia de multicolinealidad problemática). Las decisiones sobre cada hipótesis se presentan en la Tabla 5.

Los riesgos operacionales ($\beta = .315$, $p < .001$), de suministro ($\beta = .308$, $p = .001$) y financieros ($\beta = .180$, $p = .030$) influyeron significativamente en el desempeño del proyecto. Ni el riesgo técnico ($p = .178$) ni el riesgo de seguridad ($p = .486$) fueron estadísticamente significativos. Los valores de VIF (1,17 – 1,50) permiten descartar problemas de multicolinealidad entre los predictores.

Verificación de Supuestos del Modelo

Los supuestos del modelo se evaluaron mediante las pruebas de Shapiro-Wilk, Breusch-Pagan y Durbin-Watson (Tabla 8).

Tabla 8

Verificación de los Supuestos del Modelo de Regresión

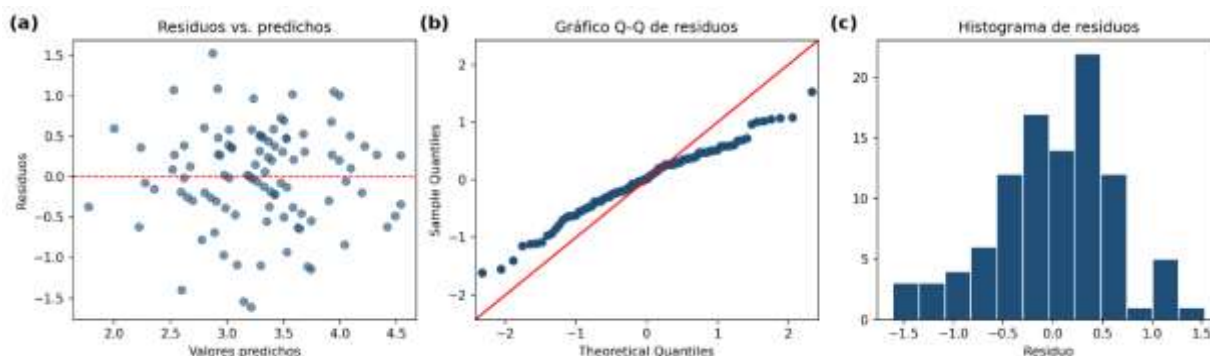
Prueba	Estadístico	p	Interpretación
Shapiro-Wilk (normalidad)	$W = 0.985$	.317	Compatible con normalidad
Breusch-Pagan (homocedasticidad)	$\chi^2 = 3.523$	.620	Varianza homogénea
Durbin-Watson (independencia)	$d = 2.237$	—	Sin autocorrelación relevante

Nota. Valores de $p > .05$ indican ausencia de evidencia en contra de los supuestos de normalidad y homocedasticidad; un estadístico Durbin-Watson próximo a 2 indica ausencia de autocorrelación.

Los residuos fueron compatibles con una distribución normal ($W = 0.985$, $p = .317$) y con varianza homogénea ($\chi^2 = 3.523$, $p = .620$); el estadístico Durbin-Watson ($d = 2.237$), muy próximo al valor óptimo de 2, descartó autocorrelación relevante entre los residuos (Figura 3).

Figura 3

Gráficos de Diagnóstico para la Validación de los Supuestos de Regresión



Nota. (a) Residuos vs. valores predichos; (b) gráfico Q-Q de residuos; (c) histograma de residuos.

En resumen, el modelo explica un 46,5 % de la variabilidad del desempeño del proyecto en obras civiles, siendo el riesgo operativo, el riesgo de suministro y el riesgo financiero las dimensiones con contribución predictiva significativa, mientras que el riesgo técnico y el riesgo de seguridad no mostró una influencia estadísticamente significativa en el modelo.

Discusión

Los resultados de la regresión lineal múltiple fueron estadísticamente significativos, $F(5, 94) = 16.36$, $p < .001$, con un valor de $R^2 = .465$ y un valor de R^2 ajustado = $.437$. Este resultado está en línea con estudios recientes que sugieren que el desempeño de los proyectos está determinado por la interacción entre distintas categorías de riesgo y por la complejidad inherente a las obras de infraestructura. Esto quiere decir que los cinco factores de riesgo considerados en conjunto explican el 46,5 % de la variabilidad del desempeño de los proyectos de infraestructura (Moussa et al., 2025).

Los resultados revelan que el riesgo operativo fue la variable que incidió más sobre el desempeño de las obras ($\beta = .315$, $p < .001$), seguido muy de cerca por el riesgo de suministro. ($\beta = .308$, $p = .001$). Esto permite comprender que problemas relacionados con la ejecución de las actividades, la coordinación entre los diferentes participantes y la disponibilidad de recursos, pueden repercutir directamente en el desarrollo y desempeño de los proyectos. De la misma forma, Baghalzadeh Shishehgarkhaneh et al. (2024), resaltan la necesidad de gestionar de forma apropiada los riesgos al respecto. Asimismo, Gondia et al. (2023) afirman que reconocer los riesgos de manera anticipada facilita una mejor distribución de los recursos y permite establecer acciones preventivas para reducir sus posibles efectos.

Además, se encontró que el riesgo financiero tuvo una relación estadísticamente significativa, aunque menor ($\beta = .180$, $p = .030$). El resultado muestra que las condiciones financieras pueden afectar al desempeño general de los proyectos, en particular cuando generan restricciones para sostener a tiempo los recursos requeridos en la ejecución. La literatura reciente sobre gestión de riesgos en infraestructura señala que los efectos financieros deben analizarse conjuntamente con otros riesgos, esto produce efectos acumulativos sobre el cumplimiento de los objetivos del proyecto (Lino-Calle et al., 2026; Vélez Bermello et al., 2026).

En cambio, el riesgo técnico no mostró un efecto estadísticamente significativo en el modelo ($\beta = .117$, $p = .178$), así como tampoco lo hizo el riesgo de seguridad ($\beta = .059$, $p = .486$). En particular, la literatura reconoce que los riesgos de seguridad están relacionados con múltiples dimensiones del desempeño, como la productividad, la calidad y los costos, por lo que su comportamiento puede depender de las condiciones particulares del proyecto (Alkaissy et al., 2020; Luzuriaga Viñan et al., 2025). Ello no quiere decir que tales factores no sean importantes, sino que su contribución específica se hace menor cuando se consideran simultáneamente los otros predictores.

Si bien el riesgo técnico y el riesgo de seguridad por separado no tuvieron un efecto significativo, esto no significa que no sean relevantes para las obras, ya que pueden estar

relacionados con otros riesgos del proyecto (Moussa et al. 2025). También Los valores de VIF (1.173–1.500) indican que no hay una multicolinealidad importante, y, por lo tanto, los resultados del modelo pueden interpretarse con confianza.

Desde el punto de vista práctico, los resultados obtenidos confirman el valor del modelo como herramienta de apoyo para la identificación de factores prioritarios de riesgo. A este respecto, habría que prestar especial atención en la planificación y ejecución de las obras a los riesgos operativos, de aprovisionamiento y financieros. También ha sido útil para servir de mecanismo de alerta temprana en proyectos de construcción el empleo de modelos cuantitativos para anticipar desviaciones (Lagos et al., 2024).

El modelo alcanzó a explicar el 46,5 % de la variabilidad del desempeño de los proyectos ($R^2 = .465$), mientras que el 53,5 % restante estaría asociado a otros factores no contemplados en el análisis. Sin embargo, por tratarse de un estudio transversal y no experimental, los resultados reflejan relaciones estadísticas con poder predictivo, pero no permiten establecer relaciones causa-efecto. Esto confirma que Detrás del desempeño de los proyectos relacionados a infraestructura, existen múltiples condiciones y depende de la interacción que puedan tener entre sí los distintos tipos de riesgo. Por lo tanto, se requieren estudios futuros con muestras mayores y un seguimiento longitudinal para aportar más evidencia sobre la estabilidad y generalización del modelo en proyectos reales.

Conclusiones

Se elaboró un modelo predictivo de regresión lineal múltiple que permite evaluar el desempeño de proyectos de infraestructura a partir de cinco dimensiones de gestión de riesgos (técnico, financiero, de suministro, operativo y de seguridad), respondiendo de forma directa a la pregunta de investigación planteada.

El modelo resultó estadísticamente significativo y explicó el 46,5 % de la variabilidad del desempeño del proyecto ($R^2 = 0,465$; R^2 ajustado = 0,437), confirmando su capacidad para anticipar desviaciones en costos, cronograma y calidad.

Los riesgos operativos ($\beta = 0,315$), de suministro ($\beta = 0,308$) y financiero ($\beta = 0,180$) influyeron de manera significativa en el desempeño de las obras, constituyendo los factores con mayor poder predictivo dentro del modelo.

Los riesgos técnicos y de seguridad no mostraron influencia estadísticamente significativa en el desempeño del proyecto cuando se consideraron de forma simultánea con las demás dimensiones.

La ecuación predictiva obtenida ($\hat{Y} = -0,627 + 0,129X_1 + 0,232X_2 + 0,335X_3 + 0,383X_4 + 0,069X_5$) constituye una herramienta cuantitativa válida para estimar el desempeño de proyectos de infraestructura a partir de los factores de riesgo evaluados.

Referencias bibliográficas

- Alkaissy, M., Arashpour, M., Ashuri, B., Bai, Y., & Hosseini, R. (2020). Safety management in construction: 20 years of risk modeling. *Safety Science*, 129, 104805. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104805>
- Alrasheed, K. A. (2025). Enhancing construction management with machine learning-integrated building information modeling: a transformative approach. *Discover Civil Engineering*, 2(1). <https://doi.org/10.1007/s44290-025-00316-7>
- Baghalzadeh Shishehgarkhaneh, M., Moehler, R. C., Fang, Y., Aboutorab, H., & Hijazi, A. A. (2024). Construction supply chain risk management. In *Automation in Construction* (Vol. 162). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105396>
- Canesi, R., Gabrielli, L., Marella, G., & Ruggeri, A. G. (2025). Probabilistic risk assessment framework for cost overruns predictions in infrastructure projects using randomized simulations. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 40(27), 4774–4796. <https://doi.org/10.1111/mice.70100>
- Castro, D., Yepes, A., Carvajal, D., Lino, V., & Carvajal, D. (2026). Gestión de la calidad y retos frente a la improvisación en la construcción: Una revisión sistemática de la Literatura. *Revista Científica Multidisciplinar G-Ner@ndo*, 7(2), 1–20. <https://doi.org/10.66473/rcmq.v7i2.1299>
- Figueroa Quimis, J. C., Alcívar Vera, J. A., Ramos Vera, L. B., & Lino Calle, V. A. (2026). Planificación de costos y su relación con las desviaciones presupuestarias en proyectos de infraestructura. *Reincisol.*, 5(9), 1–22. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V5\(9\)1305](https://doi.org/10.59282/reincisol.V5(9)1305)
- Gómez Rubén. (2025). Aplicación de la gestión de riesgos en forma oportuna para mejorar el desempeño de los proyectos de construcción. *Proceedings of the 23rd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology (LACCEI): “Engineering, Artificial Intelligence, and Sustainable Technologies in Service of Society.”* <https://doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.2015>
- Gómez-Cabrera, A., Sanz-Benlloch, A., Montalban-Domingo, L., Ponz-Tienda, J. L., & Pellicer, E. (2020). Identification of factors affecting the performance of rural road projects in Colombia. *Sustainability (Switzerland)*, 12(18). <https://doi.org/10.3390/SU12187377>
- Gondia, A., Moussa, A., Ezzeldin, M., & El-Dakhkhni, W. (2023). Machine learning-based construction site dynamic risk models. *Technological Forecasting and Social Change*, 189. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122347>
- Intriago Pincay, G. M., Quinatoa Chavéz, E. J., Centeno Alcívar, J. A., & Lino Calle, V. A. (2025). Gestión de riesgos en planificación de obras civiles: mitigación de retrasos y sobrecostos
-

- en construcción, un análisis textual discursivo. *Revista Ingenio Global*, 4(1), 160–174. <https://doi.org/10.62943/rig.v4n1.2025.203>
- Lagos, C. I., Herrera, R. F., Mac Cawley, A. F., & Alarcón, L. F. (2024). Predicting construction schedule performance with last planner system and machine learning. *Automation in Construction*, 167, 105716. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105716>
- Lino Calle, V. A., Carvajal-Rivadeneira, D. D., Sornoza-Parras, D., Vergara-Ibarra, J. L., & Intriago-Delgado, Y. M. (2024). Herramienta tecnológica Jamovi en el análisis e interpretación de datos en proyectos de Ingeniería Civil. *Innovaciones Educativas*, 26(41), 151–165. <https://doi.org/10.22458/ie.v26i41.5145>
- Lino-Calle, V. A., Espinoza Casanova, J. C., Villacreses Pincay, O. G., & Delgado Lucas, D. J. (2026). Impacto de la planificación del recurso humano en el desempeño de proyectos de obras civiles. *REMULCI*, 4. <https://doi.org/10.59282/remulci.3.1.1300>
- Luzuriaga Viñan, C., Perugachi Baloy, V., Vélez Bravo, G., & Lino Calle, V. (2025). Uso de modelos BIM en la planificación de obras civiles: un análisis textual discursivo de artículos de investigación. *Revista Ingenio Global*, 4(1), 175–189. <https://editorialinnova.com/index.php/rig/article/view/209>
- Moussa, A., Ezzeldin, M., & El-Dakhkhni, W. (2025). Machine learning and optimization strategies for infrastructure projects risk management. *Construction Management and Economics*, 43(8), 557–582. <https://doi.org/10.1080/01446193.2025.2479764>
- Pino Arguello, J. E., Salazar Flores, R. A., Pacheco Logroño, A. F., & Pacheco Logroño, L. F. (2026). Tendencias del business intelligence en la ingeniería civil: aplicaciones para la gestión, planificación y control de proyectos. *Esprint Investigación*, 5(1), 654–667. <https://doi.org/10.61347/ei.v5i1.276>
- Rodríguez Guzmán, M. A., & Fernández- Mantilla, M. M. (2025). Plan de mejora aplicando herramientas de ingeniería industrial para reducir costos operativos en la empresa inversiones, servicios y negociaciones Chodi S.A.C. Trujillo, 2025. *WARMI*, 5(1), 119–140. <https://doi.org/10.46363/warmi.v5i1.8>
- Senić, A., Simić, N., Dobrodolac, M., & Stojadinović, Z. (2025). Development of a Hybrid Model for Risk Assessment and Management in Complex Road Infrastructure Projects. *Applied Sciences (Switzerland)*, 15(5), 1–26. <https://doi.org/10.3390/app15052736>
- Suárez Toala, R., Vélez Soledispa, B., Arévalo Guamán, D., Lino Calle, V., & Carvajal Rivadeneira, D. (2025). Infraestructuras resilientes al cambio climático: análisis textual discursivo sobre adaptación, mitigación y sostenibilidad en la construcción. *Revista*
-

Científica Multidisciplinar G-Ner@ndo, 6(1), 1931–1948.

<https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/view/507>

Vélez Bermello, R. X., Román Rodas, P. A., Ponce Nieve, J. G., Lino Calle, V. A., & Carvajal Rivadeneira, D. D. (2026). Factores de planificación del cronograma y su influencia en el cumplimiento de plazos en obras civiles. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 7(1), 995–1010. <https://doi.org/10.66473/RCMG.V7I1.943>
