



**FACULTAD DE POSTGRADO
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**ANÁLISIS DE IMPACTO Y FACTORES CRITICOS DE LA
INTEGRACIÓN DE PRÁCTICAS DEVOPS EN EL PROCESO DE
DESPLIEGUE DE APLICATIVOS Y SERVICIOS: CASO DE
ESTUDIO TRANSVERSAL EN EMPRESAS DE TI DEL SECTOR
FINANCIERO EN HONDURAS, DURANTE 2025**

SUSTENTADO POR:

**ANA RAQUEL ANDINO MEDINA
MARIO ANTONIO RODRIGUEZ VARELA**

PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE

**MÁSTER EN
GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

TEGUCIGALPA, FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS, C.A.

ENERO, 2026

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
UNITEC**

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTORA

ROSALPINA RODRÍGUEZ

VICERRECTOR ACADÉMICO NACIONAL

JAVIER ABRAHAM SALGADO LEZAMA

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

DECANA FACULTAD DE POSTGRADO

ANA DEL CARMEN RETTALLY VARGAS

**ANÁLISIS DE IMPACTO Y FACTORES CRITICOS DE
LA INTEGRACIÓN DE PRÁCTICAS DEVOPS EN EL
PROCESO DE DESPLIEGUE DE APLICATIVOS Y
SERVICIOS: CASO DE ESTUDIO TRANSVERSAL EN
EMPRESAS DE TI DEL SECTOR FINANCIERO EN
HONDURAS, DURANTE 2025**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE
MÁSTER EN**

GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

ASESOR

JESUS RICARDO RODRÍGUEZ RIVERA

MIEMBROS DE LA TERNA:

**JOSÉ LUIS MATÍNEZ CERRATO
ELVIN OSMAN BOBADILLA SALINAS
ANTHONY STEVE BARAHONA ESPINOZA**



FACULTAD DE POSTGRADO

ANÁLISIS DE IMPACTO Y FACTORES CRÍTICOS DE LA INTEGRACIÓN DE PRÁCTICAS DEVOPS EN EL PROCESO DE DESPLIEGUE DE APLICATIVOS Y SERVICIOS: CASO DE ESTUDIO TRANSVERSAL EN EMPRESAS DE TI DEL SECTOR FINANCIERO EN HONDURAS, DURANTE 2025

Ana Raquel Andino Medina

Mario Antonio Rodríguez

Varela

Resumen

La adopción de tecnologías y mejores prácticas como DevOps se ha convertido en un factor clave para mejorar la eficiencia y la calidad en la entrega de software en las organizaciones del sector financiero. El despliegue de aplicativos y servicios se exige que cada vez sea en menor tiempo y con menor tasa de errores. DevOps es una metodología que ha demostrado ser esencial en la optimización de estos indicadores. Sin embargo, en el contexto hondureño, existe poca documentación acerca de los beneficios de la adopción de DevOps, así como de las barreras técnicas y organizacionales que limitan su implementación. El objetivo de esta investigación es analizar el impacto y los factores críticos de éxito en la adopción de DevOps de una empresa de TI del sector financiero en Honduras.

La metodología planteada en el estudio se desarrolla bajo un enfoque mixto, diseño transversal, no experimental y con un alcance correlacional explicativo. Sustentado en el análisis de registros históricos de despliegues en la empresa objeto de estudio y en la información recolectada mediante encuestas tipo Likert y entrevistas semiestructuradas aplicadas a

profesionales de las áreas de desarrollo y de operaciones. Para el estudio se emplearon técnicas de análisis exploratorio de datos, pruebas estadísticas inferenciales y modelos de regresión con el fin de evaluar las hipótesis planteadas.

Los resultados obtenidos evidencian que la adopción de DevOps tiene un efecto significativo sobre los tiempos de entrega de software y la detección temprana de errores. Además, se identificó los factores críticos de la adopción de DevOps desde una perspectiva cultural y organizacional, mostrando su rol determinante en el éxito de dicha adopción. En conclusión, a partir de los resultados obtenidos, se sugiere un esquema de viabilidad enfocado en la adopción gradual de metodologías DevOps, que abarca metas, extensión, calendario, costos y estrategias de supervisión, favoreciendo el aumento de la efectividad operativa y el desarrollo tecnológico del ámbito financiero en Honduras.

Palabras claves: Adopción tecnológica, Despliegue de aplicativos y servicios, DevOps, Prácticas DevOps, Sector financiero.



GRADUATE SCHOOL

ANÁLISIS DE IMPACTO Y FACTORES CRÍTICOS DE LA INTEGRACIÓN DE PRÁCTICAS DEVOPS EN EL PROCESO DE DESPLIEGUE DE APLICATIVOS Y SERVICIOS: CASO DE ESTUDIO TRANSVERSAL EN EMPRESAS DE TI DEL SECTOR FINANCIERO EN HONDURAS, DURANTE 2025

Ana Raquel Andino Medina

Mario Antonio Rodríguez

Varela

Abstract

The adoption of technologies and best practices such as DevOps has become a key factor in improving the efficiency and quality of software delivery in financial sector organizations. The deployment of applications and services is increasingly required to be faster and with a lower error rate. DevOps is a methodology that has proven essential in optimizing these indicators. However, in the Honduran context, there is little documentation on the benefits of adopting DevOps, as well as on the technical and organizational barriers that limit its implementation. The objective of this research is to analyze the impact and critical success factors in the adoption of DevOps by an IT company in the financial sector in Honduras.

The methodology used in this study employs a mixed-methods approach, a cross-sectional, non-experimental design, and an explanatory correlational scope. It is based on the analysis of historical deployment records from the company under study and on information collected through Likert-type surveys and semi-structured interviews with professionals from the development and

operations areas. For this study, exploratory data analysis techniques, inferential statistical tests, and regression models were used to evaluate the proposed hypotheses.

The results obtained demonstrate that the adoption of DevOps has a significant effect on software delivery times and early error detection. Furthermore, the critical factors for DevOps adoption were identified from a cultural and organizational perspective, showing their determining role in the success of said adoption. In conclusion, based on the results obtained, a feasibility framework focused on the gradual adoption of DevOps methodologies is suggested. This framework encompasses goals, scope, timeline, costs, and monitoring strategies, promoting increased operational effectiveness and technological development within the financial sector in Honduras. **Palabras claves: Application and service deployment DevOps, DevOps practices, financial sector, Technology adoption.**

DEDICATORIA

Ana Raquel Andino Medina

Agradezco primeramente a Dios por la culminación de esta etapa, a mis padres por acompañarme en todo mi proceso académico, a los docentes por ser parte fundamental en este proceso formativo, por sus aportes y conocimientos compartidos. Agradezco también a mi asesor temático y metodológico, por ser apoyo importante durante la elaboración de esta investigación con sus retroalimentaciones y sugerencias para presentar un trabajo de calidad. A la institución por brindarme el espacio para elaborar esta investigación basada en su información. A mis compañeros de trabajo, quienes apoyaron con la recolección de datos e información pertinente. Y finalmente, pero no menos importante a mi compañero de Tesis, quien con esmero y dedicación ha trabajado en conjunto para llevar a cabo esta investigación con éxito.

Mario Antonio Rodríguez Varela

Agradezco infinitamente a Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida académica, a mi madre y mi abuela por ser quienes siempre me apoyaron y motivaron en todo momento, a los docentes por el valioso aporte de conocimiento y la formación académica que me brindaron. Agradezco a mi asesor temático y metodológico por sus correcciones y sugerencias brindadas las cuales fueron de vital importancia para mi trabajo de investigación. A mis compañeros por su apoyo y compañerismo constante durante este proceso académico. A la Universidad por brindarme las herramientas y valores necesarios para mi formación profesional. Su aporte ha sido fundamental en la culminación de esta etapa.

AGRADECIMIENTO

Yo, Ana Raquel Andino Medina, dedico este trabajo primeramente a Dios que es el motor y esperanza de mi vida, quien me brindó la fuerza y la perseverancia para finalizar este hito académico que siempre anhelé. Así como a mis padres que han sido mi mayor apoyo e inspiración en cada una de las metas que me propongo alcanzar, por eso a ellos dedico cada uno de mis logros tanto académicos como personales. A mi compañero Ing. Mario Rodríguez de quien he aprendido mucho durante la elaboración de esta tesis.

Yo, Mario Antonio Rodríguez Varela, quiero dedicar este logro principalmente a Dios quien me ha proporcionado la fortaleza y la constancia necesaria. También, quiero dedicar este éxito a mi madre y mi abuela, quienes han sido mi apoyo fundamental y mi fuente de inspiración en cada uno de mis propósitos, ya que en ellas encuentro el sentido detrás de mis logros, tanto en el ámbito académico como personal. De igual manera, dirijo esta dedicatoria a mi colega, el Ing. Ana Andino, de quien he adquirido valiosas lecciones a lo largo del desarrollo de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	xi
AGRADECIMIENTO.....	xii
ÍNDICE DE CONTENIDO	xiii
INDICE DE TABLAS	xviii
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	4
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACION.....	6
1.4.1 Pregunta De Investigación Principal.....	6
1.4.2 Preguntas de Investigación Específicas.....	6
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	6
1.5.1 Objetivo General.....	6
1.5.1 Objetivos Específicos.....	7
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	7
1.6.1 Justificación Practica.....	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	11
2.1 ANALISIS DEL MACROENTORNO.....	11
2.2 ANALISIS DEL MICROENTORNO.....	14
2.3 CONCEPTUALIZACIÓN.....	16
2.4 TEORÍAS DE SUSTENTO	19
2.4.1 Modelo de aceptación Tecnológica.....	19
2.4.2 Teoría de la gestión del cambio Organizacional: Modelo ADKAR	20
2.5 ANALISIS DE LAS METODOLOGIAS.....	22
2.5.1 Matriz de coherencia vertical	22
2.5.2 Rol como investigador	23
2.5.3 Estrategia de Investigación de Estudio de Caso	24
2.5.4 Metodologías Temáticas	25
2.6 ANTECEDENTES DE LAS METODOLOGIAS	30
2.7 METODOLOGÍAS, ENFOQUES, MÉTODOS Y DISEÑOS	33

2.8	ANÁLISIS CRÍTICO DE LAS METODOLOGÍAS	35
2.8.1	Defensa de elección metodológica	35
2.9	HERRAMIENTAS	36
2.9.1	Planificación y organización	37
2.9.2	Recolección de datos.....	38
2.9.3	Análisis de datos.....	39
2.9.4	Gestores de referencias	41
2.10	MARCO LEGAL	41
2.10.1	Marco Legal Internacional	41
2.10.2	Marco Legal Nacional.....	43
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA		44
3.1	CONGRUENCIA METODOLOGICA	44
3.1.1	Matriz Metodológica.....	44
3.1.2	Esquema de Variables de Estudio.....	47
3.1.3	Operacionalización de las Variables	48
3.1.4	Hipótesis.....	53
3.2	ENFOQUE	57
3.2.1	Alcance.....	57
3.2.2	Nivel Correlacional - Explicativo	57
3.3	DISEÑO	58
3.3.1	Población.....	58
3.3.2	Muestra.....	58
3.3.3	Técnica de Muestreo	62
3.3.4	Criterios de Selección	64
3.4	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS	64
3.4.1	Técnicas.....	64
3.4.2	Instrumentos y Procedimientos	65
3.5	FUENTES DE INFORMACIÓN	67
3.5.1	Fuentes Primarias.....	67
3.5.2	Fuentes Secundarias.....	68
3.6	PLAN DE ANÁLISIS	69

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS	71
4.1 ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS (AED).....	71
4.1.1 Descripción general del conjunto de datos.....	71
4.1.2 Limpieza y Preparación de datos.....	81
4.1.2.1 Limpieza y preparación de datos de Encuesta.....	81
4.1.2.2 Limpieza y preparación de datos de Despliegues	86
4.1.3 Visualización de datos	90
4.1.4 Conclusiones del EDA	99
4.2 INFORME DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	100
4.2.1 Descripción del proceso	100
4.2.2 Participantes o fuentes de información	101
4.2.3 Instrumentos utilizados	102
4.2.4 Dificultades encontradas	102
4.2.5 Consideraciones éticas	103
4.3 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS APLICADAS	103
4.3.1 Resultados Cuantitativos.....	103
4.3.1.1 Presentación de Datos	103
4.3.1.2 Descripción de los hallazgos	108
4.3.1.3 Relación con los objetivos.....	110
4.3.1.4 Análisis estadístico.....	112
4.3.2 Análisis Cualitativo.....	116
4.3.2.1 Categorías o temas emergentes.....	116
4.3.2.2 Citas o ejemplos.....	117
4.3.2.3 Interpretación.....	118
4.3.2.4 Triangulación.....	120
4.4 ANÁLISIS INFERENCIAL Y MODELOS APLICADOS.....	120
4.4.1 Análisis inferencial	120
4.4.2 Modelos aplicados	124
4.4.2.1 Modelos aplicados Hipótesis 1	124
4.4.2.2 Modelos aplicados Hipotesis 2	128
4.4.2.3 Modelos aplicados Hipotesis 3	137

4.4.3	Discusión de hallazgos.....	142
4.4.4	Limitaciones	145
4.5	SÍNTESIS DE HALLAZGOS.....	146
4.5.1	Principales hallazgos.....	146
4.5.2	Implicaciones.....	147
4.5.3	Transición al capítulo V	148
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		149
5.1	CONCLUSIONES.....	149
5.2	RECOMENDACIONES.....	150
CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD.....		152
6.1	NOMBRE DE LA PROPUESTA	152
6.2	JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	152
6.3	ALCANCE DE LA PROPUESTA.....	154
6.3.1	Objetivos.....	154
6.3.2	Contexto Geográfico y Poblacional	155
6.4	DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO.....	156
6.4.1	Descripción.....	156
6.4.2	Desarrollo	157
Entregable 1: Estandarización Pipeline		157
Entregable 2: Plan Institucional de Madurez DevOps.....		163
6.5	MEDIDAS DE CONTROL	165
6.6	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN.....	166
6.7	PRESUPUESTO E IMPACTO DEL PRESUPUESTO	169
6.8	CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS DE LA TESIS CON LA PROPUESTA	
	172	
6.9	IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DEVOPS A NIVEL INTERNACIONAL.	177
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		181
ANEXOS.....		188
Anexo 1	Formato de Entrevista.....	188
Anexo 2	Formato de Encuesta	189
Anexo 3	Carta de compromiso para asesoría temática.....	200

Anexo 4 Carta de autorización de la empresa o institución.	201
Anexo 5 Ficha de recolección de datos de despliegues.	202
Anexo 6 Fichas Metodológicas de Indicadores (KPI).....	203
Anexo 7 Plantilla Pipeline Institucional.	209
Anexo 8 Carta Compromiso Asesor Temático	214

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:Diagrama Causa – Raíz	10
Ilustración 2 Modelo de aceptación tecnológica	20
Ilustración 3: Triangulación Teórica	25
Ilustración 4 Beneficios de Scrum.....	26
Ilustración 5 Componentes de un Sistema de Gobernanza (COBIT)	28
Ilustración 6 Distribución de metodologías de despliegue	90
Ilustración 7 Comparación de tipo de proyecto por metodología	90
Ilustración 8 Distribución de errores post despliegue por metodología.....	91
Ilustración 9 Comparación de tiempo de entrega en días entre enfoques	91
Ilustración 10 Distribución de prácticas por enfoque	92
Ilustración 11 Recuento de participantes según el nivel de experiencia de DevOPs y según el nivel de experiencia en despliegues.....	92
Ilustración 12 Distribución de frecuencias de las variables, falta de conocimiento e infraestructura tecnológica	93
Ilustración 13 Distribución de frecuencias de items de la variable Barreras Organizacionales	94
Ilustración 14 Análisis descriptivo de la variable global Barreras Técnicas.....	95
Ilustración 15 Análisis descriptivo de la variable global Barreras Organizacionales	95
Ilustración 16 Análisis descriptivo de la variable Barreras Organizacionales sin valores atípicos	96
Ilustración 17 Análisis descriptivo de la variable global Factores Técnicos	96
Ilustración 18 Análisis descriptivo de la variable Barreras Técnicas sin valores atípicos	97
Ilustración 19 Análisis descriptivo de la variable global Factores Culturales	97
Ilustración 20 Análisis exploratorio de la variable factores culturales sin valores atípicos	98
Ilustración 21 Análisis descriptivo de la variable global Disposición de Adopción DeD	98
Ilustración 22 Gráfico de dispersión entre los factores culturales y disposición de adoptar DevOps	99

Ilustración 23 Gráfico de dispersión entre los factores técnicos y disposición de adoptar DevOps	99
Ilustración 24 Practicas DevOps por metodología	104
Ilustración 25 Errores post despliegues solo proyectos	104
Ilustración 26 Tiempo de entrega en días solo por proyecto.....	105
Ilustración 27 Ranking de Barreras según Media.....	106
Ilustración 28 Resultado t-student sobre variable errores post despliegues.....	121
Ilustración 29 Resultado t-studet sobre variable tiempo entrega en días	122
Ilustración 30 Resultados Regresión Lineal Simple Tiempos de Entrega	125
Ilustración 31 Análisis de residuos Modelo Regresión Lineal Simple de Tiempos de entrega	126
Ilustración 32 Resultados Regresión Lineal Simple Logarítmica de Tiempos de Entrega	127
Ilustración 33 Comparación de R2 de Modelos Hipotesis 1 - Tiempos de entrega.....	128
Ilustración 34 Evidencia de adaptación a modelo de regresión logística binaria.	130
Ilustración 35 Resultados finales del modelo de regresión lineal binaria aplicada	130
Ilustración 36 Gráfico de Regresión Logística Binaria.....	131
Ilustración 37 R ² del modelo Random Forest	133
Ilustración 38 Gráfico obtenido del modelo Random Forest	133
Ilustración 39 Matriz de confución y análisis de variables.	134
Ilustración 40 Cálculo del R ²	135
Ilustración 41 Gráfico del de Severidad Organizacional vs la probabilidad.....	135
Ilustración 42 Resumen DataSet Final de Encuesta	137
Ilustración 43 Codigo de aplicación de Modelo Regresion Lineal Multiple Hipotesis 3	138
Ilustración 44 Resultado de ajustes de modelo de Regresión Lineal Multiple.....	138
Ilustración 45 Codigo de aplicación de Modelo Árbol de regresión CART para hipótesis 3	139
Ilustración 46 Visualización del arbol de decisión generado.....	139
Ilustración 47 Codigo de aplicación de Modelo Random Forest para hipótesis 3	140
Ilustración 48 Proceso DevOps Etapa CI/CD	162
Ilustración 49 Diagrama de Gant	169

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Aspectos Claves de Scrum en la gestión de proyectos.....	30
Tabla 2 Comparación de herramientas de gestión de proyectos	37
Tabla 3 Comparación de herramientas de recolección de datos.....	38
Tabla 4 Comparación de herramientas de análisis de datos.....	39
Tabla 5 Comparativo de gestores de referencia	41

Tabla 6 Legislación Internacional Relevante.....	41
Tabla 7 Legislación Nacional Relevante	43
Tabla 8 Matriz de congruencia vertical	45
Tabla 9 Operacionalización de variables	48
Tabla 10 Tabla comparativa población, muestra y técnica.....	63
Tabla 11 Criterios de inclusión y exclusión de unidades de análisis.....	64
Tabla 12 Plan de Análisis	69
Tabla 13 Descripción general de las variables analizadas de despliegues con metodología tradicional	72
Tabla 14 Descripción general de las variables analizadas de despliegues con metodología DevOps	73
Tabla 15 Distribución de frecuencias de la variable Metodología	74
Tabla 16 Distribución de frecuencias de la variable Tipo de Proyecto	74
Tabla 17 Resumen estadístico de la variable Errores post despliegues	74
Tabla 18 Distribución de frecuencias de las variables Prácticas DevOps	75
Tabla 19 Resumen estadístico de variables Fechas de Proyecto de Despliegues Tradicionales	75
Tabla 20 Resumen estadístico de variables Fechas de Incidentes de Despliegues Tradicionales	75
Tabla 21 Resumen estadístico de Variable LTFC de Despliegues con DevOps.....	76
Tabla 22 Descripción general de las variables analizadas de la encuesta.....	76
Tabla 23 Distribución de los participantes según área de trabajo	77
Tabla 24 Distribución de los participantes según sus años de experiencia en procesos de despliegue	78
Tabla 25 Distribución de los participantes según nivel de experiencia en prácticas DevOps	78
Tabla 26 Frecuencia de las distintas categorías de la variable Barreras Técnicas.....	78
Tabla 27 Frecuencia de las distintas categorías de la variable Barreas Organizacionales	78
Tabla 28 Resumen estadístico de las variables Barreras técnicas y Organizacionales	79
Tabla 29 Frecuencia de las distintas categorías de la variable Factores Culturales	79
Tabla 30 Frecuencia de las distintas categorías de la variable Factores Técnicos	79
Tabla 31 Resumen estadístico de las variables Factores Culturales y Organizacionales	79
Tabla 32 Frecuencia de las distintas categorías de la variable Disposición de Adoptar DevOps	80
Tabla 33 Transformación de columnas del conjunto de datos de la encuesta.....	81
Tabla 34 Equivalencia de categorías Likert.....	82
Tabla 35 Porcentaje de valores nulos variable Incentivos Colaboración.....	83
Tabla 36 Tratamiento de valores atípicos de las variables.....	84
Tabla 37 Resultados de correlación de Factores Culturales vs Disposición de adoptar DevOps.....	85
Tabla 38 Resultados de correlación de Factores Técnicos vs Disposición de adoptar DevOps	86
Tabla 39 Proceso de depuración de registros de enfoque tradicional por criterios	87

Tabla 40 Valores atípicos sobre errores post despliegue según la metodología de despliegue.....	88
Tabla 41 Valores atípicos sobre errores post despliegues según metodología por proyectos	88
Tabla 42 Transformación Tiempos de entrega.....	89
Tabla 43 Resumen estadístico sobre Comparación Metodologías vs Errores y Tiempo	89
Tabla 44 Resumen Items Variable Barreras	106
Tabla 45 Resumen Items Variable Factores	107
Tabla 46 Resumen Estadístico de la Variable Global Barreras Técnicas	107
Tabla 47 Resumen Estadístico de la Variable Global Barreras Organizacionales	107
Tabla 48 Resumen estadístico de la variable global Factores Técnicos	108
Tabla 49 Resumen estadístico de la variable global Factores Culturales	108
Tabla 50 Resumen estadístico de la variable global Disposición Adopción de DevOps.....	108
Tabla 51 Consideraciones finales sobre pregunta 2	110
Tabla 52 Tabla relacional	111
Tabla 53 Resultados Shapiro-Wilk variable Tiempo de entrega en días	113
Tabla 54 Resultados Shapiro-Wilk variable Errores Post Despliegue.....	113
Tabla 55 Principales temas y análisis recopilados durante la aplicación de entrevistas.	116
Tabla 56 Triangulación de hallazgos y conclusiones.	120
Tabla 57 Resumen de Regresión Líneal Hipotesis 1	126
Tabla 58 Tabla comparativa de Modelos de Hipotesis 1 - Tiempos de Entrega.....	128
Tabla 59 Matriz de confusión resultante y precisión del modelo.....	131
Tabla 60 Matriz de confusión y salida final del modelo.....	132
Tabla 61 Tabla de precisión y media de disminución de Gini	133
Tabla 62 Tabla comparativa de modelos aplicados entre modelos para la hipótesis 2.....	136
Tabla 63 Resumen de Regresión Líneal Hipótesis 3	138
Tabla 64 Estadísticas de Modelo de Árbol de regresión CART	140
Tabla 65 Nivel de importancia de las variables	141
Tabla 66 Estadísticas de modelo randon forest.....	141
Tabla 67 Tabla comparativa de modelos de regresión (Hipótesis 3).....	141
Tabla 68 Hallazgo Empírico vs. Teoría Esperada vs. Explicación	143
Tabla 69 Interesados de la propuesta según Marcos de Referencia	155
Tabla 70 Delimitaciones del alcance de propuesta.....	156
Tabla 71 Características de entregable Pipeline y Desarrollo.....	158
Tabla 72 Descripción de entregable Pipeline.....	160
Tabla 73 Roles y Responsabilidad de ejecución de Pipeline	161

Tabla 74 Plan de implementación progresiva del pipeline estándar.....	161
Tabla 75 Lista de indicadores de la propuesta.	166
Tabla 76 Cronograma de Actividades Plan Implementación de Propuesta	168
Tabla 77 Presupuesto del proyecto en USD.....	170
Tabla 78 Beneficios Económicos Anuales Estimados (USD)	171
Tabla 79 Matriz de concordancia de la propuesta	173

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

En un entorno financiero altamente competitivo, la velocidad de respuesta, la calidad y la seguridad de las soluciones digitales que ofrecen las empresas son factores determinantes para su permanencia en el mercado. El uso e implementación de metodologías que aceleren y automaticen los procesos es cada vez más importante, especialmente en la entrega de software, en donde la prestación de manera continua, segura y eficiente representa una ventaja competitiva y una oportunidad clave en el sector.

En este contexto, DevOps, es una metodología que se ha convertido en una estrategia clave para lograr estos objetivos. De acuerdo con el estudio realizado por la (Universidad Nacional Agraria de la Selva et al., 2024), concluyó que DevOps representa una ventaja competitiva para las organizaciones que implementan este enfoque por los múltiples beneficios y demuestra que las compañías que adoptan estas metodologías observan una mayor alineación con los objetivos del negocio. A su vez, este demuestra que el 95% de los estudios revisados están de acuerdo que DevOps representa una ventaja competitiva. En este sentido, la adopción de DevOps ha demostrado tener múltiples beneficios después de su implementación, como lo declara (Offerman et al., 2022) en su investigación; DevOps permite “Automatización de procesos, experimentación y mejora continua, aumento de la estabilidad, incremento en la calidad, mejora en la colaboración y comunicación.”

Un estudio realizado sobre la madurez de la automatización de pruebas del software reveló que las empresas experimentaron una mejora en la calidad del producto y el despliegue de sus aplicativos (Wang et al., 2022). Dicho estudio nos demuestra que la automatización de pruebas es una práctica que influye de forma positiva en la eficiencia y calidad del software entregado. Este es un factor clave en la implementación de DevOps en una empresa de TI.

Sin embargo, la adopción de este enfoque trae consigo una serie de desafíos, tanto técnicos como culturales, lo que limita la adopción efectiva de las practicas DevOps, entre estas se encuentran; la comunicación poco eficiente entre los equipos de desarrollo y operaciones, las herramientas y el propósito con los cuales trabajan, el poco conocimiento especializado sobre las prácticas etc. (Krey, 2022)

De acuerdo con lo anterior, DevOps no solo es un conjunto de buenas prácticas y herramientas que agilizan la entrega de software, sino que también es una cultura y una forma de

trabajo que integra las áreas de desarrollo y operaciones con el fin de entregar valor a las empresas que lo adoptan.

En el sector financiero hondureño, la adopción de metodologías ágiles representa un tema relevante, ya que, las empresas en este sector buscan cada día mejorar sus procesos y apuntan hacia una transformación digital que les permita ofrecer soluciones tecnológicas confiables y seguras, alineadas con los procesos normativos vigentes, características importantes para mantenerse en el mercado.

Sin embargo, la documentación y estudios previos sobre DevOps es escasa, tanto en Honduras como en la región latinoamericana. Situación que limita la comprensión sobre la magnitud y el impacto que genera la adopción de estas prácticas en la eficiencia operativa y la calidad del software que entregan las empresas del sector.

Ante esta realidad, la investigación tiene como propósito analizar el impacto de la implementación de prácticas DevOps y sus factores críticos que influyen en el proceso de despliegue de aplicativos y servicios en empresas del sector financiero en Honduras, desde una visión comparativa con el proceso actual de despliegue de la empresa que es objeto de estudio. La importancia de esta investigación radica en la comprensión del impacto de DevOps en empresas de TI del sector hondureño, en donde la velocidad y la entrega de software de alta calidad representan una ventaja competitiva y una estrategia que aumenta el valor que generan a sus clientes.

El capítulo I, muestra la problemática que enfrenta la empresa objeto de estudio, sobre el desconocimiento del impacto de la implementación de prácticas DevOps y los factores críticos que esta conlleva. Además, plantea una serie de preguntas que permiten orientar la investigación hacia el cumplimiento de sus objetivos, establece la justificación de la investigación y muestra los factores claves a considerar para el éxito del presente estudio.

El Capítulo II, desarrolla el marco teórico de la investigación, abordando el análisis del macro y microentorno, las conceptualizaciones, así como las teorías de sustento. Además, se revisan la metodología aplicada, el enfoque y diseño del estudio, incluyendo un análisis de las metodologías temáticas y sus antecedentes. También se incluye un análisis comparativo de las herramientas de planificación, recolección y análisis de datos. Finalmente se muestra un resumen del marco legal internacional y nacional en términos de adopción DevOps.

El capítulo III, explica la metodología empleada en la investigación con el fin de responder las preguntas de investigación planteadas, se determinan las variables identificadas en cada

pregunta y su operatividad. Se plantean el resumen del marco metodológico a través de la definición de una matriz de congruencia metodológica. Se presenta también, el enfoque donde se especifica porque se ha optado por esta metodología, se describe el alcance de la investigación, donde se determina hasta donde concluye la investigación; el diseño, que contiene las fases que se han recorrido en el ciclo de investigación. Por último, la manera en la que se recolectó la información presentada, y las fuentes de investigación utilizadas para el desarrollo del estudio.

El capítulo IV, presenta el núcleo empírico de la investigación, en este se desarrolla el análisis estadístico sobre los datos recolectados provenientes de las fuentes de información, sobre los registros de despliegues de aplicativos y la percepción organizacional sobre la adopción de DevOps recaba a través de las encuestas y entrevistas aplicadas. En este capítulo se expone los análisis exploratorios, bivariados e inferenciales, así como los diferentes modelos estadísticos que permiten evaluar la eficiencia de los resultados obtenidos, en síntesis, se proporciona la evidencia que sustenta la validación o rechazo de las hipótesis planteadas en capítulos anteriores.

El capítulo V resume los hallazgos claves de la investigación, combinando los resultados del análisis tanto cuantitativo como cualitativo con los objetivos y preguntas de la investigación formulados. A partir de esta recopilación, se establecen conclusiones apoyadas en datos empíricos, lo que permite analizar el verdadero efecto de implementar prácticas DevOps en la eficacia operativa y la calidad del software en el ámbito de las empresas de TI del sector financiero. Asimismo, se ofrecen sugerencias dirigidas a la mejora de los procesos de implementación de aplicaciones y servicios, tomando en cuenta tanto los elementos técnicos como los culturales y organizativos que se han identificado como factores esenciales.

EL capítulo VI, traduce los hallazgos de la investigación en una propuesta para la organización objeto de estudio. Ofreciendo una sugerencia concreta para la adopción de prácticas DevOps en empresas de TI del sector financiero en Honduras. La cual se sustenta en la información empírica recopilada y en las teorías metodológicas sobre mejores prácticas. Esta sección delimita la propuesta, sus metas, detalles y proceso, junto con los métodos de supervisión, el calendario de ejecución y la estimación de costos. Asimismo, se muestra la relación entre las diversas partes de la tesis y la sugerencia formulada, asegurando una consistencia vertical entre la exploración teórica, los hallazgos logrados y la solución ofrecida.

De esta manera, la sección sobre aplicabilidad no solo suma valor al ámbito académico, sino que también proporciona un plan claro y factible para implementar DevOps en la organización

analizada, ayudando a incrementar la eficiencia operativa, la calidad del software y el desarrollo tecnológico en la industria financiera.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En los últimos años, el avance acelerado de las tecnologías de la información, junto con la evolución de metodologías ágiles, han transformado significativamente la forma que las organizaciones generan valor para sus clientes a través del desarrollo de software. DevOps se ha convertido en un enfoque importante que permite la colaboración entre los equipos de desarrollo y operaciones, con el fin de optimizar el ciclo de desarrollo y despliegue del software.

La (Universidad Nacional Agraria de la Selva et al., 2024) menciona que “DevOps es la respuesta frente a las disfunciones de las áreas de desarrollo y operaciones de software y DevOps tiene como sus prioridades la colaboración, productividad y automatización.” Así mismo menciona que DevOps surgió ante la necesidad de establecer una forma de trabajo coordinado entre las áreas de desarrollo y operaciones. Por otro lado, (Offerman et al., 2022) en su estudio; descubrió que, “13 de las 14 prácticas DevOps son adoptadas y que existe una correlación positiva entre la adopción de todas las prácticas y la madurez organizacional”. Este trabajo se basó en el estudio de dos elementos principales; la colaboración entre las áreas involucradas y el proceso de automatización. Ambos estudios demuestran que uno de los factores fundamentales de una adopción de prácticas DevOps efectiva, requiere la colaboración estrecha entre las áreas de desarrollo y operaciones.

En este contexto, la adopción de las prácticas DevOps también representa una serie de desafíos, que pueden convertirse en factores críticos para la adopción de este enfoque. Uno de los retos más desafiantes es la cultura actual de las empresas, que puede derivar en resistencia al cambio, la cual debe ser gestionada de manera efectiva y oportuna como lo menciona (Krey, 2022):

Para superar los desafíos de la implementación de DevOps, las empresas deben trabajar hacia un objetivo común. Esto puede lograrse con una gestión que brinde apoyo y con un equipo dispuesto a cambiar la cultura corporativa para alinearse con el ideal de DevOps.

Lo mencionado anteriormente demuestra que la cultura organizacional es uno de los mayores obstáculos en la adopción de DevOps, por cual, se debe hacer énfasis en este aspecto y adoptar un liderazgo efectivo

Otro estudio realizado en una mi pyme de Colombia demostró que tras la adopción de prácticas DevOps hubo una mejora significativa en la frecuencia de despliegue, pasando de hacer un despliegue semanal a un despliegue diario, y además se observó una reducción de la tasa de fallos, donde de una muestra de 20 despliegues realizados, 16 fueron exitosos (Muñoz et al., 2021). Estas cifras demuestran que luego de implementar DevOps, obtuvieron mejoras en la frecuencia de despliegue y en la tasa de fallos, así como también lo demuestra (Offerman et al., 2022) que los aspectos con mayor impacto percibido de DevOps fueron; un aumento en la colaboración entre equipos y la detección temprana de errores, donde el 45% de la población encuestada tuvo esta percepción. Lo que demuestra que hay un impacto positivo en términos de eficiencia operativa y calidad del software.

Aunque estos datos son referentes a casos de estudios, existe poca investigación sobre los beneficios de la adopción de prácticas DevOps en sectores regulados como lo es el sector financiero. Esto genera una brecha del conocimiento importante, ya que, hay pocos estudios sobre el impacto de DevOps en empresas de la región y de Honduras. Lo cual, refuerza la importancia de este caso de estudio transversal, en una empresa de TI del sector financiero hondureño.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La transformación digital representa un factor importante para que las empresas se adapten a las demandas del mercado y ofrezcan un valor diferencial a los clientes. Como parte de esa transformación, las empresas enfrentan desafíos para modernizar sus procesos tecnológicos, mejorar la eficiencia operativa, y adaptar estrategias eficientes. Una de estas estrategias es la implementación de prácticas DevOps, las cuáles, permiten la entrega de valor continuo, la automatización y la mejora en la colaboración entre equipos, impulsando la transformación digital a través de la entrega de software de forma más ágil y segura. (Mullan, 2019)

Sin embargo, en Honduras las empresas de TI del sector financiero carecen de esa visión acerca del valor que la implementación DevOps ofrece, así como desconocen cuáles son esos factores críticos para la adopción efectiva de estas prácticas. En Honduras la mayoría de las empresas de este rubro, utilizan procesos de despliegues tradicionales, los cuales dificultan la trazabilidad de los despliegues, las posibles vulnerabilidades operativas y sobre todo retrasos en la entrega de soluciones digitales.

La empresa objeto de estudio actualmente, cuenta con una estrategia de despliegue de aplicativos y servicios de forma tradicional, a través de un proceso manual y poco eficiente.

Aunque actualmente la organización se encuentra en una etapa de transición hacia la nube, esta no cuenta con un área DevOps formalmente establecida, y a su vez carece de procesos para la implementación de esta metodología. Lo cual repercute negativamente en la entrega de valor a los clientes finales, haciendo que el proceso actual de despliegue sea ineficiente y sea propenso a múltiples deficiencias, tales como, retrasos en entregas de nuevas funcionalidades, baja calidad del software y una deficiente trazabilidad en los procesos de despliegue. Esto representa una amenaza para la continuidad del negocio y la satisfacción de los clientes.

1.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACION

1.4.1 Pregunta De Investigación Principal

En (P) empresas de tecnología del sector financiero en Honduras, ¿Cuál sería el impacto(O) de la integración de prácticas DevOps (I) en la eficiencia operativa (O) del proceso de despliegue de aplicativos y servicios, en comparación con procesos tradicionales(C)?

1.4.2 Preguntas de Investigación Específicas

1. En (P) el ciclo de despliegue de aplicativos, ¿qué (I) impacto tiene el enfoque DevOps, en (C) comparación con metodologías tradicionales, en la (O) reducción de la tasa de errores y en la optimización de los tiempos de entrega en producción?

2. (P) En los equipos de desarrollo y operaciones involucrados en el proceso de despliegue de aplicativos ¿cuáles son las (I) barreras técnicas y organizacionales que (O) presentan mayor frecuencia e impacto percibido en (C) comparación con las metodologías tradicionales de despliegue?

3. En (P) la cultura organizacional del sector financiero hondureño, ¿cómo la (I) percepción sobre la colaboración entre equipos, en (C) comparación con la percepción sobre las herramientas, influye en la (O) disposición a adoptar prácticas DevOps?

1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.5.1 Objetivo General

(S) Analizar el impacto de la integración de prácticas DevOps en la eficiencia operativa y en la calidad del software midiendo (M) indicadores como el tiempo medio de entrega, tasa de fallos (A) a través de un estudio de caso comparativo, (R) para generar evidencia empírica, (T) cuyo análisis comparativo será completado y documentado al finalizar el período de 6 meses del estudio.

1.5.1 Objetivos Específicos

1. (S) Evaluar el impacto del enfoque DevOps en la reducción de la tasa de errores post-despliegue y en la optimización del tiempo de entrega, (M) a través de la medición cuantitativa de los errores y tiempos registrados en los despliegues (A) mediante el análisis de registros históricos, con el fin de (R) determinar si DevOps mejora la eficiencia operativa en comparación con la metodología tradicional, (T) durante los primeros 2 meses de la investigación.

2. (S) Categorizar las barreras técnicas y organizacionales que limitan la adopción de prácticas DevOps, creando un ranking basado en la frecuencia de mención y la severidad de impacto percibida (escala 1 a 5) por los profesionales entrevistados, (A) a través de análisis temático, (R) para enfocar las recomendaciones que reduzcan dichas barreras, (T) a ser completado en 1 mes post-recolección.

3. (S) Analizar la influencia relativa de los factores culturales versus los tecnológicos en la disposición a adoptar DevOps, (M) midiendo la fuerza de la correlación entre la percepción de estos factores y la disposición al cambio, (A) a través de análisis estadístico, (R) para identificar si las barreras son humanas o técnicas, (T) durante la fase de análisis.

1.6 JUSTIFICACIÓN

1.6.1 Justificación Practica

En el entorno del sector financiero hondureño, los procesos de despliegue de aplicativos y servicios cada vez presentan desafíos importantes, uno de ellos es el poco conocimiento que se tiene sobre el impacto de la adopción de prácticas DevOps. Este estudio es de carácter indispensable, ya que, ofrece a las empresas de tecnología del sector financiero hondureño tener una visión clara sobre los beneficios de adopción de estas prácticas.

La integración de DevOps aumenta la eficiencia operativa, como lo señala (Joshi, 2021,p.1) que; la frecuencia de despliegue aumenta hasta en un 400%, y el tiempo de entrega de los cambios puede reducirse significativamente de 2 semanas a 2 días. De la misma forma, se evidenció que la tasa de fallos de los cambios desplegados disminuyó un 15% en relación con el tiempo de respuesta antes de implementar DevOps. Así mismo, el tiempo medio de respuesta (MTTR) puede disminuir hasta en un 87.5%.

Las capacidades y beneficios de DevOps influyen no solo en la eficiencia operativa, también influyen en el rendimiento organizacional, en la experiencia de los equipos de desarrollo

y operaciones. Ayuda a las empresas a ser ágiles en un mundo altamente competitivo.

En la empresa que es objeto de estudio, se ha encontrado la necesidad de implementar prácticas DevOps, sin embargo, para ello se requiere de un conocimiento específico acerca de las mejores prácticas que puedan implementarse, conocer sus beneficios y sus principales barreras al adoptarlas.

Esta investigación no solo pretende identificar brechas y oportunidades sobre prácticas DevOps, también genera un análisis sistemático que proporcionará una base para futuras investigaciones sobre prácticas de automatización, colaboración entre equipos y monitoreo en procesos de despliegue de aplicativos y servicios.

En este sentido, los resultados de esta investigación no solo están destinados a brindar ventajas prácticas para la entidad objeto de estudio, sino también, crean la oportunidad de fortalecer el entendimiento en académico y científico sobre su aplicación en entornos locales. Analizar el impacto y factores de la aplicación de DevOps en la empresa objeto de estudio facilita la conexión teórica y práctica, lo que ayuda a generar datos concretos que respalden la investigación.

En la actualidad, existe una notoria ausencia de información sobre casos de éxito e implementación de DevOps en el contexto hondureño, la base de investigaciones disponibles se concentra, en su mayoría, a nivel internacional fuera de la región centroamericana. Este estudio busca contribuir significativamente a cerrar esa brecha de conocimiento, evaluando si las mejoras observadas en escenarios internacionales se replican en un caso de estudio específico dentro de una empresa de TI del sector financiero local; aportando evidencia empírica obtenida en el contexto hondureño e identificando la factibilidad de implementación de esta metodología.

El sector financiero hondureño es descrito como tecnológicamente inmaduro, poco colaborativo y propenso al riesgo (Perlman et al., 2021) . Este es un aspecto fundamental en la investigación, ya que, este es uno de los factores culturales que pueden afectar la adopción de DevOps para una empresa.

A partir de los fundamentos teóricos expuestos, es necesario llevar el análisis hacia la dimensión social y empresarial, donde los resultados de la adopción de DevOps trascienden el ámbito técnico para impactar directamente en la cultura organizacional, la gestión del cambio y la percepción del valor en la empresa objeto de estudio. Comprender como los factores teóricos se aplican en una empresa de tecnología del sector financiero hondureño permite identificar los retos

sociales y estructurales que influyen en la adopción de DevOps.

El avance tecnológico del sector financiero es clave para garantizar la confianza de los clientes, la seguridad en las transacciones y la competitividad en un mercado globalizado. Implementar DevOps no solo impacta internamente a la empresa objeto de estudio, sino que permite mejorar la experiencia de los clientes, ofreciendo servicios más estables, rápidos y seguros.

Este trabajo fortalece la capacidad de innovación tecnológica en el sector financiero hondureño, lo que contribuye enormemente a la transformación digital del país y al cumplimiento de normativas como las exigidas por la Comisión Nacional de Bancos y Seguros (CNBS), que, aunque actualmente no se exigen, abre paso a la creación de estas.

DevOps busca reducir fallas y mejorar la satisfacción del cliente mediante la mejora de la cultura, la medición, la colaboración y la automatización (Krey, 2022), estos son aspectos fundamentales para el éxito de la adopción de DevOps, sin embargo, los investigadores buscan los factores sociales y la vez empresariales que sirven como barreras para la adopción de DevOps en una empresa tecnológica del sector financiero hondureño.

Con el fin de determinar las razones fundamentales de los problemas identificados en los despliegues, particularmente sobre los retrasos en el tiempo medio de entrega y la elevada tasa de fallos después de realizar los despliegues, se utilizó la técnica del Diagrama de Ishikawa o Espina de pescado. Este instrumento facilita la identificación de las categorías principales de causas que pueden estar relacionadas con el problema.

Como parte de la problemática abordada en la investigación acerca del proceso de despliegue de servicios y aplicativos, el análisis expuesto en el diagrama de Ishikawa se centró en evaluar las causas que impactan en la eficiencia operativa y la calidad del software, para ello se tomó como definición del problema: “Retrasos en el tiempo medio de entrega y alta tasa de fallos en los despliegues de software”. Se establecieron como categorías de causas las siguientes:

Personas: La parte humana representa una causa que influye en la adopción de mejores prácticas, lo que puede limitar el alcance y objetivo de prácticas como DevOps, por lo cual se identificó que la falta de capacitación técnica, la resistencia al cambio y la falta de experiencia en herramientas de automatización, contribuyen a la lentitud de los despliegues.

Herramientas Tecnológicas: Si bien existen herramientas para mejorar un proceso, no todas ellas son siempre las adecuadas, por lo que el poco conocimiento sobre estas, y la elección de errónea o en su defecto la falta de herramientas afecta la eficiencia de los despliegues.

Cultura: Es un factor importante, la forma en como las áreas y las personas que trabajan en ella se relacionan entre sí. Una comunicación deficiente entre áreas, una cultura de asignación de culpabilidad son causas que dificultan la colaboración efectiva, situación que impacta en la eficiencia y eficacia de la puesta en producción de los aplicativos.

Medición. Una empresa que no implementa indicadores de medición o KPIs en sus procesos, es una empresa que no conoce como están funcionando sus procesos. La falta de metas claras sobre que se requiere medir, así como la dispersión de los datos son causas, que afectan la posibilidad de encontrar errores y por ende implementar mejoras.

Procesos. La ausencia de procesos estandarizados y automatizados como la integración continua y las pruebas automáticas son factores o causas que repercuten sobre los tiempos de entrega y la calidad del software.

El diagrama de Causa- Raíz sintetiza cuáles son las categorías y causas que tienen influencia sobre el problema identificado, a través de este se puede observar que las causas no son exclusivamente técnicas, sino que también interfieren factores culturales y organizacionales. Este análisis refuerza la necesidad de entender cuál es el impacto de implementar metodologías como DevOps para suprimir o aminorar estas causas.

Causas que afectan la eficiencia operativa y la calidad del software en la integración de practicas DevOps

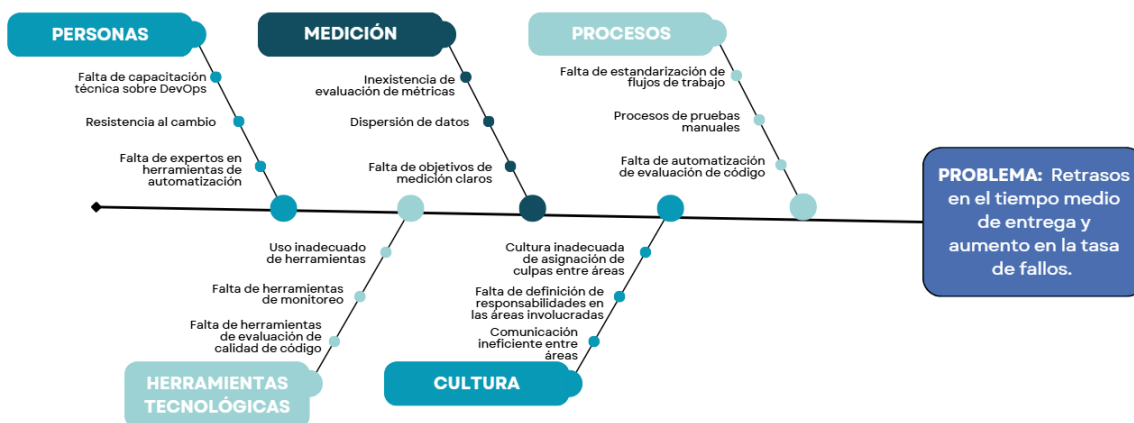


Ilustración 1: Diagrama Causa – Raíz

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Este capítulo presenta el marco teórico que da soporte a la investigación, estructurado en diversos niveles de análisis, teorías y enfoques que respaldan el estudio. En primer lugar, se estudian los factores del macroentorno y microentorno de la investigación, con el fin de comprender el contexto político, económico, social, tecnológico, legal y organizativo que influye en la implementación de prácticas DevOps en el sector financiero. Luego, se detallan los conceptos vinculados a los indicadores de la investigación, lo que permite visualizar cómo se valorarán aspectos como la tasa de errores, el periodo de entrega y el ciclo de desarrollo de software. También, se analizan teorías de sustento, como el Modelo de Aceptación de Tecnología y el Modelo ADKAR para la gestión del cambio, que ofrecen un marco para analizar la adopción de tecnología y la gestión de cambios organizativos en contextos ágiles.

Así mismo, se presentan las metodologías y enfoques que son relevantes para el estudio, incluyendo la estrategia de caso, la matriz de coherencia vertical y las metodologías para DevOps. Esta sección contiene un análisis de antecedentes metodológicos que posibilita la comparación con investigaciones anteriores. Finalmente, se describen las herramientas utilizadas para la planificación y el análisis de datos, así como el marco legal que afecta la regulación de la transformación digital y las actividades de TI en Honduras, tanto a nivel internacional como nacional. En resumen, este capítulo va más allá de ofrecer un compendio teórico, ya que presenta un análisis crítico y comparativo que fortalece la conexión entre las bases conceptuales, metodológicas y contextuales de la investigación.

2.1 ANALISIS DEL MACROENTORNO.

- **Factores políticos y legales**

La adopción de tecnologías y metodologías actuales en cada región depende de diversos factores, entre los cuales se encuentra el marco legal y político regulatorio de cada país.

En contraposición, en la región europea existen leyes como La Ley de Resiliencia Operativa Digital (DORA), que establecen requisitos para la resiliencia digital de las entidades financieras (Digital Operational Resilience Act (DORA) - EIOPA), por otro lado, la adopción de tecnologías como la nube en la región europea, es mayor, ya que, el 45.2% de las empresas adquieren servicios de computación en la nube, lo que representa un mayor uso de prácticas de automatización como DevOps (Oficina Estadística de la Unión Europea [EUROSTAT], 2023).

Así mismo, el informe sobre la transformación digital de la CEPAL, acerca del desarrollo de las industrias digitales muestra que en la región de América Latina y el Caribe se posee un índice del 18.63%, en comparación con el 43.21% de América del Norte y el 35.75% de Europa Occidental. En el cual se puede observar el rezago de la región de América Latina en términos de desarrollo de industrias digitales (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2022).

- **Factores económicos**

De acuerdo con (International Finance Corporation [IFC], 2021) los países de Centro América presentan una tasa relativamente baja para la creación de empresas; estas carecen de innovación y modernización tecnológica, lo que dificulta la implementación de nuevas tecnologías en la región.

Según la (EUROSTAT, 2023) “alrededor de una cuarta parte de las empresas compraron plataformas informáticas para el desarrollo, las pruebas o la implementación de aplicaciones (26,1%)” esto demuestra la diferencia de capacidad adquisitiva de las empresas de la región Europea en comparación con la región Centroamericana. Con respecto a otras regiones, la (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, 2023) presenta al continente Asiático como el dominador del comercio global de bienes TIC, demostrando la dependencia tecnológica de esta región y su poder económico actual a nivel de las tecnologías modernas como lo es DevOps.

- **Factores Sociales**

IFC (2021) En Centro América los proveedores digitales enfrentan muchos desafíos en la contratación de talento humano, debido a brechas percibidas en las habilidades de la fuerza laboral, sobre todo en la ausencia programas que fomenten la capacitación y la mejora del sistema educativo de cada país de la región. Según menciona la (Universidad Nacional Agraria de la Selva et al., 2024) las regiones como Europa y Asia presentan los mayores porcentajes sobre investigación de DevOps, este dato no solo refleja la enorme diferencia educativa que poseen estas regiones, sino también, la necesidad que existe en la región latinoamericana sobre la investigación de prácticas DevOps a nivel de las empresas tecnológicas, haciendo un mayor énfasis en el sector financiero el cual debe implementar nuevas tecnologías para brindar seguridad y una mejor experiencia a sus clientes.

- **Factores tecnológicos**

El avance tecnológico y la capacidad de adopción de tecnologías emergentes constituye un elemento importante para implementar mejores prácticas en TI. De acuerdo con el informe sobre el Índice de desarrollo del gobierno electrónico elaborado por las Naciones Unidas establece que países como Colombia y Paraguay se sitúan en los puestos 68 y 80 con índices de 0.4856 y 0.7251 respectivamente indican que tienen un avance mayor en acceso a tecnologías de la información y una capacidad técnica más elevada, como el acceso a servicios tecnológicos. Camboya por su lado, tiene un índice de 0.5754, mientras que el de Moldavia es 0.7720, en este último país, se ha realizado esfuerzos para adoptar una cultura de adopción digital, a través de capacitaciones impulsadas por las empresas (EGOVKB | United Nations, s. f.).

Por otro lado, la región de América Latina está adoptando la transformación digital cada vez más, de acuerdo con el Índice de Gobierno Digital (DGI) en ALC, implementado conjuntamente por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), muestran que, aunque los gobiernos de la región están adoptando la transición digital, estos aún tienen diferencias y desigualdades que afrontar. Pocos países de la región como Colombia, Uruguay, Perú, Brasil y México superan ligeramente el promedio de la OCDE y muestran un desempeño equilibrado entre 6 dimensiones que fundamentan la madurez del gobierno digital; Digital por diseño, impulsado por los datos, gobierno como plataforma, proactividad, impulsado por los usuarios, abierto por defecto.

En estas dimensiones se analizan impulsores de la adopción de DevOps como metodologías ágiles, infraestructura pública digital y tecnologías en la nube, talento y habilidades digitales entre otros (Organisation for Economic Co-operation and Development & Inter-American Development Bank, 2025).

Tanto el índice de gobierno EGDI como el DGI son indicadores que evalúan el estado actual de los países de diferentes regiones, sobre gobernanza digital, capacidad humana, adopción de tecnologías. Estos informes demuestran la necesidad de evaluar esos factores críticos organizacionales y del entorno que afectan y limitan la adopción de mejores prácticas como la adopción de DevOps.

En el ámbito regional en el que se lleva a cabo la implementación de DevOps, se encuentra condicionado por una serie de factores interrelacionados que influyen directamente en su avance. En el ámbito político y legal, la falta de marcos normativos robustos en América Latina contrasta

con lugares como Europa, donde legislaciones como DORA fomentan la resiliencia digital y la automatización tecnológica. Desde una perspectiva económica, las limitaciones en innovación y la capacidad de inversión tecnológica de las empresas en Centroamérica crean una clara diferencia con economías más avanzadas, donde la adquisición de plataformas y servicios digitales es algo habitual. En el aspecto social, continúan existiendo obstáculos en la capacitación de talento especializado y en el fomento de la investigación tecnológica, lo que frena la evolución digital y la adopción de metodologías contemporáneas en el sector financiero.

En resumen, los factores tecnológicos muestran que, aunque algunos países latinoamericanos han avanzado en gobierno digital, la región enfrenta dificultades significativas en infraestructura, capacitación y adopción de nuevas tecnologías. Estos factores reflejan la necesidad de fortalecer las políticas, habilidades y recursos que permitan un efecto positivo para entornos más competitivos y tecnológicamente resilientes donde practicas DevOps puedan consolidarse como motores de transformación y eficiencia.

2.2 ANALISIS DEL MICROENTORNO.

- **Rivalidad entre Competidores**

Baja. De acuerdo con el IFC (2021) Centro América posee un porcentaje menor al 4% en cuanto al emprendimiento o creación de empresas, este dato nos muestra la dificultad que existe en cuanto al crecimiento de la competitividad empresarial. Dicho dato muestra la dificultad de implementación de tecnologías como DevOps en países como Guatemala, El Salvador y Panamá. Honduras por su parte, muestra similitud en esta estadística, podemos mencionar que, este es un aspecto relevante para fomentar la adopción de nuevas tecnologías, permitiéndole al país poseer una ventaja competitiva en la creación de nuevas empresas que tengan como referencias investigaciones acerca de DevOps, que generen el valor necesario a las empresas de tecnologías hondureñas en sus ideas de emprendimiento.

- **Amenaza de Nuevos Entrantes**

Alta. El valor de las startups tecnológicas en Centroamérica apenas representan un 0.14 % del valor total en América Latina, donde Guatemala representa un valor total de inversión de 200 millones de dólares; mientras que El Salvador posee una inversión 37 millones de dólares, por su parte Panamá ha invertido 37 millones en este tipo de empresas IFC (2021) . En el último lugar

aparece Honduras con únicamente 2 millones de dólares invertidos. Estos datos demuestran la alta demanda del mercado Centroamericano, donde las empresas emergentes cada vez van en crecimiento y la necesidad de brindar el capital necesario para el desarrollo de empresas tecnológicas dedicadas al software que fomenten metodologías como DevOps. Honduras necesita de inversión de capital monetario y humano, la carencia de expertos en tecnologías de la información es una necesidad permanente en el mercado de hondureño, además, de la ausencia de inversión en empresas tecnológicas, esto conlleva a que como país se dificulte lograr competir en igualdad de recursos frente a países de nuestra región.

- **Poder de Negociación de Proveedores**

Alto. De acuerdo con la experiencia de los investigadores en grupos financieros de la región, la escasez de proveedores con experiencia solidas en tecnologías de la información, que a su vez brinden confianza a las empresas de los países de la región centroamericana , es un factor importante es nuestro análisis, pues, en su mayoría los proveedores tecnológicos con mayor presencia en la región se encuentran en Guatemala, a su vez, El Salvador y Panamá poseen un escasos número de proveedores tecnológicos. En Honduras los proveedores locales son insuficientes para la demanda actual, además, estos brindan servicios básicos, lo que dificulta la implementación de soluciones adaptables al mercado, este es un factor que requiere atención, ya que cada vez el mercado centroamericano se vuelve más exigente en cuanto a la implementación de tecnologías innovadoras que mejoren la experiencia de los clientes.

- **Poder de Negociación de los Clientes**

Creciente. IFC (2021) En la identificación de clientes potenciales, más del 60% de empresas en el Salvador y Guatemala presentan falta de información que les permita expandirse a nuevos mercados, Panamá presenta porcentaje del 50%. Honduras al igual que Panamá posee un 50%, es por ello, que se muestra la necesidad de la mejora en la investigación de nuevos mercados por parte de las empresas de la región, las empresas hondureñas requieren de socios estratégicos que sean el puente a la expansión de nuevos mercados, llamando la atención de nuevos clientes que encuentren una opción atractiva en los productos y servicios que se les brinde. Aunque se posea una ventaja del 10% sobre otros países, esta debe ser aprovechada y explotada en la expansión hacia mercado latinoamericano.

- **Amenaza de Sustitutos**

Moderado. El crecimiento de las Fintech en Centroamérica abre paso a opciones menos reguladas a nivel de países como Panamá, Guatemala y El Salvador, cabe mencionar que una de las ventajas del sistema financiero son las regulaciones que evitan que las inversiones de los clientes se vean afectadas y se pierdan, sin embargo, no podemos obviar este tipo de empresas que brindan mayores facilidades a los clientes (Finnovista et al., 2024). En este escenario, las prácticas DevOps se convierten en un factor diferenciador, al permitir a las instituciones financieras reguladas responder con mayor rapidez, seguridad y eficiencia a las innovaciones del mercado. En Honduras, existen diferentes instituciones que abordan el desarrollo tecnológico e innovación, como la CNBS y el Banco Central, sin embargo, el país se encuentra rezagado en términos de creación de normas, guías y estándares para la adopción de sistemas o gobernanza tecnológica (Perlman et al., 2021b).

La regulación hondureña se encuentra desactualizada en cuanto a nuevas tecnologías, por lo que, limita que la agilidad institucional y la adopción de metodologías DevOps en las entidades financieras, esto a su vez que potencia la expansión de Fintech, que aprovechan marcos menos restrictivos para ofrecer opciones más flexibles y centradas en los clientes. De no dar prioridad a este desequilibrio, podría generar deficiencias y condiciones negativas en el sector financiero regional.

2.3 CONCEPTUALIZACIÓN

- **Tasa de Errores de cambio**

La tasa de errores o Change Failure Rate es un indicador que mide el porcentaje de implementaciones de software que resultan en fallas e incidentes en producción. Constituye una métrica fundamental en el entorno DevOps, que permite evaluar la calidad del software entregado y la estabilidad de las aplicaciones. Es una de las métricas claves del modelo DORA (DevOps Research and Assessment) de Google, que establece que es un KPI crítico, es una métrica que tiene como fin mejorar la eficiencia y eficacia de las operaciones de entrega continua (Sallin et al., 2021)

Por otro lado, (Forsgren et al., 2018a), definen la tasa de errores como “El porcentaje de cambios para la aplicación o servicio que resultan en un servicio degradado o que posteriormente requieren remediación (por ejemplo, que provocan un deterioro o interrupción del servicio, que requieren una corrección urgente, una reversión o parche)”.

Para nuestro estudio la tasa de errores de cambio se medirá en porcentaje de acuerdo con el número de despliegues en producción con fallas en relación con el número total de despliegues. Esta medición permitirá mostrar cual es el porcentaje de fallas de los despliegues en producción utilizando metodologías tradicionales en comparación con la implementación de prácticas DevOps.

- **Tiempo de entrega de cambios**

(Sallin et al., 2021) establece que el tiempo medio de entrega o Lead Time for Changes (LTFC) es también una de las cuatro métricas que determinan la velocidad y la eficiencia de los despliegues de software, y lo define como “El tiempo que transcurre desde que se envía el código hasta que el código se ejecuta con éxito en producción”, además menciona que entre menor sea el tiempo hay mayor espacio para la retroalimentación oportuna, lo que provoca correcciones y soluciones más rápidas.

El modelo DORA lo define puntualmente como “El tiempo que tarda un commit o cambio en código en implementarse correctamente en producción”. Es decir, el LTFC mide cuánto tiempo tarda el cambio desde que se hace un commit en el repositorio hasta que es puesto en producción. Este indicador es fundamental ya que proporciona información sobre la eficiencia y la capacidad del proceso despliegue utilizando DevOps para satisfacer las necesidades de los clientes (Amaro et al., 2024).

El LTFC para esta investigación será medido de acuerdo con el tiempo promedio (horas) entre un commit aprobado en el repositorio de código y entre el despliegue en producción, haciendo un análisis comparativo entre los métodos de despliegue tradicionales y los implementados con DevOps, como ser los pipelines de CI/CD.

- **Barreras Técnicas y Organizacionales**

Las barreras organizacionales constituyen el conjunto de obstáculos que interfieren dentro de una organización en el logro de los objetivos, afectando factores importantes como la comunicación, la forma de trabajo, la colaboración y productividad. De acuerdo con el estudio elaborado por (Galicia Orozco & Rios Estrada, 2023) sobre la implementación de procesos y tecnologías, indica que las barreras organizacionales son elementos que se forman a partir de las acciones de cada organización y de sus relaciones con el medio en el que funcionan. En este contexto, las barreras organizacionales son limitaciones internas que afectan la capacidad de una organización para adaptarse al cambio.

Dentro de la investigación estas barreras constituyen un pilar fundamental, ya que una de las bases de DevOps es la colaboración activa entre los equipos de desarrollo y operaciones. Por lo que analizar y comprender cuáles son estas barreras es de carácter trascendental para la investigación, especialmente para alcanzar el objetivo de identificar y categorizar las barreras que dificultan la adopción de DevOps.

Para ello verificaremos estudios previos sobre estas barreras, tal como lo aborda (Khan et al., 2022) en su estudio “Desafíos para adoptar la cultura de DevOps en las organizaciones”, en el cual identificó que barreras como la falta de colaboración, comunicación, así como la falta de conocimientos y habilidades constituyen una limitante para la adopción efectiva de DevOps.

En cuanto a las barreras técnicas, son aquellas limitantes que tienen las organizaciones en términos de madurez tecnológica para adoptar una tecnología, por ello se les conocen también como barreras tecnológicas. En este contexto, las barreras técnicas están ligadas a la incapacidad que tiene una empresa para adaptarse al cambio tecnológico, las cuales, se manifiestan por la falta de conocimiento técnico por los colaboradores, insuficiencia de las tecnologías e infraestructura tecnológica de la organización, así como la resistencia al cambio.

Respecto a la operatividad de estas variables se evaluará a través de la aplicación de encuestas y entrevistas a profesionales de las áreas de desarrollo y operaciones, midiendo a través de una escala de 1 a 5, enfocándose específicamente el impacto percibido de cada barrera, priorizando aquellas barreras que tengan los puntajes más altos, a fin de identificar con claridad cuáles son las barreras más críticas que obstaculizan la adopción de DevOps.

- **Factor Culturales: Colaboración**

Los factores culturales están ligados propiamente a la cultura organizacional de una empresa, es decir al conjunto de valores, creencias, normas, prácticas que adopta internamente una organización. Como lo expone (Fajardo et al., 2020):

La cultura organizacional es un sistema de valores compartidos (lo que es importante para la organización) y creencias (cómo funcionan las cosas) que interactúan con la gente, las estructuras de organización y los sistemas de control de una compañía para producir normas de comportamiento (cómo se hacen las cosas aquí).

De acuerdo con lo anterior los factores culturales están asociados a la cultura de la organización, y determinan la forma en cómo se comunican e interaccionan sus miembros. En este sentido, la colaboración es un factor importante dentro de la cultura organizacional, para el logro

de sus objetivos organizacionales. Siendo uno de los principales objetivos de DevOps; mejorar la colaboración y la comunicación entre los equipos de desarrollo y operaciones, es necesario comprender la importancia de este factor y el efecto que tiene sobre la adopción de DevOps.

Este será medido a través de un análisis estadístico usando encuestas con una escala de Likert, en comparación con los factores tecnológicos.

- **Factores Tecnológicos: Herramientas**

Los factores tecnológicos responden al conjunto de herramientas, tecnologías como la automatización, digitalización que impactan en la forma en como las organizaciones llevan a cabo el desarrollo de sus productos. Las herramientas tecnológicas que utilizan las empresas facilitan la innovación y la productividad, esto significa que la elección de las herramientas y la infraestructura tecnológica adecuada constituye un factor importante para adoptar o no nuevas tecnologías. En el estudio sobre la adopción de DevOps (Nayanajith & Wickramarachchi, 2024) identificaron que dentro de los desafíos la infraestructura técnica y los sistemas heredados desfavorecen la adopción de prácticas DevOps.

Al igual que el factor cultural de la colaboración, el factor tecnológico será medido en función de la percepción que tienen los colaboradores acerca de las herramientas utilizadas en la implementación de DevOps, esta percepción será medido a través de un análisis estadístico usando encuestas con una escala de Likert, en comparación con los factores culturales.

2.4 TEORÍAS DE SUSTENTO

Las teorías de sustento expuestas a continuación sirven de marco referencial para entender y abordar la problemática de la investigación. En específico generaran una visión sobre sobre el análisis de impacto y factores críticos de implementar prácticas DevOps. Estas permitirán explicar tanto la dimensión técnica como la organizacional y cultural, pertinentes en el estudio que se está abordando.

DevOps constituye una metodología de carácter interdisciplinario al tratarse de un marco de trabajo orientado a fortalecer el ciclo de desarrollo del software, al no solamente abordar aspectos técnicos, sino que también aspectos organizacionales, las teorías de sustento deben ir orientadas a fundamentar el estudio desde una perspectiva de gestión, innovación y cambio.

2.4.1 Modelo de aceptación Tecnológica

El modelo de aceptación tecnológica es un modelo creado por Fred Davis en la década de 1980, se enfoca en medir 2 variables principales; la utilidad percibida y la facilidad de uso

percibida, este modelo sostiene que estas variables son factores determinantes en la aceptación de nuevas tecnologías. Dicho modelo surgió en respuesta a la necesidad de comprender por qué las personas se resisten al uso de la tecnología. Por lo que Davis en el planteamiento de su estudio sobre los factores que influyen en la resistencia, introdujo dos constructos; la utilidad percibida y la facilidad de uso, los cuales según (Ma & Liu, 2005) el modelo influyen sobre la actitud de los usuarios y por ende en la aceptación de la tecnología, como lo muestra la figura.

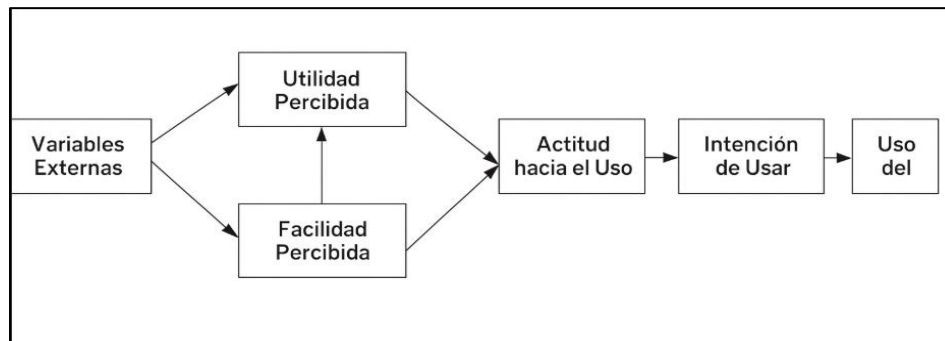


Ilustración 2 Modelo de aceptación tecnológica

Fuente: (Ma & Liu, 2005)

La utilidad percibida (PU); Se define como el grado en que una persona cree que el uso de un sistema particular mejorará su desempeño laboral. Mientras que la facilidad de uso se refiere al grado en que una persona cree que el uso de un sistema particular estará libre de esfuerzo.

Según el modelo, la PU y la PEOU forman las creencias del usuario sobre una tecnología, prediciendo su actitud hacia ella, lo que a su vez predice su aceptación

En el contexto de la investigación sobre la adopción de DevOps en empresas de TI del sector financiero, este modelo se ajusta a uno de los objetivos planteados el cual está relacionado con la identificación de las barreras técnicas y organizacionales que limitan la adopción de DevOps. El modelo TAM nos permitirá, medir el uso y la aceptación de las practicas DevOps en empresas del sector. Permitiendo comprender por qué los equipos de desarrollo y operaciones aceptan o rechazan prácticas como la automatización, la integración continua y la infraestructura como código, y como estos perciben la utilidad de las prácticas sobre la reducción de errores y la aceleración de los despliegues.

2.4.2 Teoría de la gestión del cambio Organizacional: Modelo ADKAR

La adopción de nuevas tecnologías generalmente trae consigo un cambio en la forma en cómo una organización lleva a cabo sus procesos y actividades. Tal es el caso de la implementación de prácticas DevOps, que cambia la forma de entregar software y gestionar su ciclo de vida. En

este sentido, uno de los mayores retos a los que se enfrentan las empresas es la resistencia al cambio, lo que hace del cambio un proceso complejo y difícil de gestionar.

Debido a esta problemática han surgido una serie de teorías que abordan la gestión del cambio en las organizaciones, como los modelos de Kotter o el modelo de Greiner, estas teorías surgieron en respuesta a la necesidad de gestionar el cambio al igual el modelo ADKAR, Jeff Hiatt creó este modelo con el propósito de alinear las actividades tradicionales de gestión con los objetivos y resultados de un proyecto. Así como lo explican (Roció et al., s. f.) en su investigación:

“El modelo ADKAR fue creado con el fin de contribuir en las organizaciones a llevar a cabo con éxito la gestión del cambio, ya sea un cambio que desarrolla la organización para mejorar sus procesos o por alguna situación interna o externa que requiera implementar cambios para continuar con la operación y/o actividad de la compañía.”

Este modelo según se explica sustenta que para que un cambio organizacional sea logrado con éxito es necesario enfocar el cambio a nivel individual. (Hiatt, 2006) en su libro explica que “Los elementos de ADKAR siguen el orden natural cómo una persona experimenta el cambio.”. Esto refuerza de la importancia que tienen los individuos en el proceso de transición de implementar una nueva tecnología o metodología.

El modelo ADKAR es un acrónimo de los cinco hitos que un individuo debe lograr para que el cambio sea adoptado con éxito. El modelo los enmarca en un proceso de cinco etapas; conciencia, deseo, conocimiento, habilidad y refuerzo, las cuales deben desarrollarse en un orden establecido (Hiatt, 2006):

Awareness (Conciencia). Trata de establecer de forma consciente la necesidad de adoptar el cambio, el porqué del cambio y qué representa para el negocio. Además, aborda las repercusiones que provoca no aceptarlo. En esta etapa se convence a los involucrados de los beneficios y motivos para aceptar el cambio.

Desire (Deseo). Después de generar una conciencia acerca del cambio, también es necesario desarrollar el deseo de los individuos en participar y apoyarlo, esto abarca motivaciones personales, influenciados por la naturaleza del cambio.

Knowledge (Conocimiento). Para adoptar el cambio es fundamental tener los conocimientos, la formación y/o capacitación necesaria sobre como cambiar. “El conocimiento incluye información sobre comportamientos, procesos, herramientas sistemas, habilidades, roles y técnicas que se necesitan para implementar el cambio” (Hiatt, 2006)

Ability (Habilidad). Representa la capacidad de poner el conocimiento en práctica para implementar el cambio día a día. Con la habilidad necesaria el cambio se hace una realidad, ya que demuestra la habilidad para implementar los conocimientos adquiridos.

Reinforcement (Refuerzo). Consiste en mantener el cambio, a través de la implementación de acciones y mecanismos que permitan sostener el cambio y evitar volver a los hábitos anteriores. El refuerzo es un aspecto clave, que influye sobre la adopción del cambio efectiva.

La elección de este modelo está fundamentada en analizar el factor de resistencia al cambio, permitiéndonos identificar cuáles son las barreras técnicas y organizacionales que ocurren con mayor frecuencia en el proceso de despliegue utilizando las prácticas DevOps en comparación con metodologías tradicionales. Este modelo lo utilizaremos para estructurar encuestas y entrevistas a personal de la empresa objeto de estudio para identificar la frecuencia de barreras, y si estas barreras son nuevas o persistentes.

2.5 ANALISIS DE LAS METODOLOGIAS

2.5.1 Matriz de coherencia vertical

Pregunta General

¿Cuál sería el impacto de la integración de prácticas DevOps en la eficiencia operativa del proceso de despliegue de aplicativos y servicios, en comparación con procesos tradicionales?

Objetivo: Analizar el impacto de la integración de prácticas DevOps en la eficiencia operativa y la calidad del software mediante indicadores objetivos.

Enfoque: Cuantitativo (se medirán indicadores de desempeño como tasa de errores y tiempos de entrega).

Diseño: Estudio de caso comparativo entre DevOps y despliegues tradicionales.

Instrumentos: Análisis de documentos históricos, entrevistas y encuestas.

Análisis: Estadístico, descriptivo y relacional.

Pregunta Especifica 1

¿Qué impacto tiene el enfoque DevOps, en comparación con la metodología tradicional, en la reducción de la tasa de errores y en la optimización de los tiempos de entrega en producción?

Objetivo: Evaluar el impacto del enfoque DevOps en la reducción de la tasa de errores post-despliegue y en la optimización del tiempo de entrega en comparación a metodologías tradicionales.

Enfoque: Cuantitativo.

Diseño: Análisis documental.

Instrumentos: Registros históricos y revisión documentada de casos de estudio.

Análisis: Métricas cuantitativas; cuantificación de incidentes post-despliegue y tiempos de entrega asociados a cada enfoque (frecuencias, tasas).

Pregunta Especifica 2

¿Cuáles son las barreras técnicas y organizacionales que presentan mayor frecuencia e impacto percibido en comparación con las metodologías tradicionales de despliegue?

Objetivo: Categorizar las barreras técnicas y organizacionales que limitan la adopción de prácticas DevOps.

Enfoque: Cualitativo.

Diseño: Estudio de caso exploratorio.

Instrumentos: Entrevistas, análisis temático, ranking por escala de impacto (1–5).

Análisis: Análisis temático; ranking de barreras según frecuencia.

Pregunta Especifica 3

¿Cómo la percepción sobre la colaboración entre equipos, en comparación con la percepción sobre las herramientas, influye en la disposición a adoptar prácticas DevOps?

Objetivo: Analizar la influencia relativa de los factores culturales versus los tecnológicos en la disposición a adoptar DevOps.

Enfoque: Cuantitativo.

Diseño: Estudio de caso exploratorio.

Instrumentos: Encuestas de percepción con escalas del 1–5

Análisis: Correlacional entre variables.

2.5.2 Rol como investigador

Durante el desarrollo de la investigación, se entiende que el rol del investigador comprende un conjunto de responsabilidades y funciones. En el desarrollo de esta problemática en particular, ya que esta se centra en conocer cuál es el impacto de integrar DevOps en los procesos de desarrollo y despliegue de software, la posición de los investigadores, como ingenieros en sistemas, que trabajan en el área de TI, su conocimiento influye sobre la interpretación de los datos. No obstante, a través de esta investigación se buscará diseñar entrevistas y encuestas con un enfoque objetivo y validado por un tercero.

2.5.3 Estrategia de Investigación de Estudio de Caso

Como parte de nuestra estrategia para comprender y analizar la problemática expuesta, se plantea el uso de una triangulación metodológica para analizar el tema desde diferentes perspectivas, lo cual, dará mayor validez y confiabilidad, además de una comprensión más profunda del estudio.

En el análisis de nuestras preguntas de investigación utilizaremos diferentes métodos o fuentes de datos para describir las preguntas con el fin de desarrollar una comprensión integral de la investigación (Carter et al., 2014a). Para el desarrollar los análisis referentes a la identificación de barreras técnicas y organizacionales, haremos uso de la aplicación de encuestas y entrevistas, que están ligadas a la percepción de los profesionales de las áreas involucradas. En cuanto a la identificación de cuáles son las prácticas DevOps que generan mayor impacto en las métricas de despliegues, se hará una revisión documental sobre métricas del antes y después de utilizar DevOps.

Otro de los factores que garantizaran la fiabilidad de los hallazgos, será el análisis de las respuestas de los profesionales de TI involucrados en los procesos de despliegue tradicional y despliegues con DevOps; para ellos se plantea una triangulación de fuentes, incluyendo desarrolladores, operadores y gestores de TI.

Por otro lado, en la investigación se plantea el uso de tres teorías de sustento para entender y abordar la problemática de la investigación. Permitiendo tener una visión triangular sobre el problema desde las perspectivas; técnica, organizacional, y aceptación tecnológica. Dentro de estas tres teorías se encuentran el modelo de aceptación tecnológica y la teoría de la gestión del cambio organizacional.

La triangulación teórica que los investigadores consideran ideal para esa investigación es fundamentada mediante el análisis de 3 perspectivas metodológicas importantes para la investigación, las incluyen a COBIT 2019, Scrum e ITIL V4. Esta triangulación permitirá a los investigadores realizar un criterio basado en enfoques ágiles, de gobierno y la gestión de servicio de TI, a continuación, se representa un pequeño mapa conceptual basados en los elementos

principales de estos 3 marcos metodológicos:

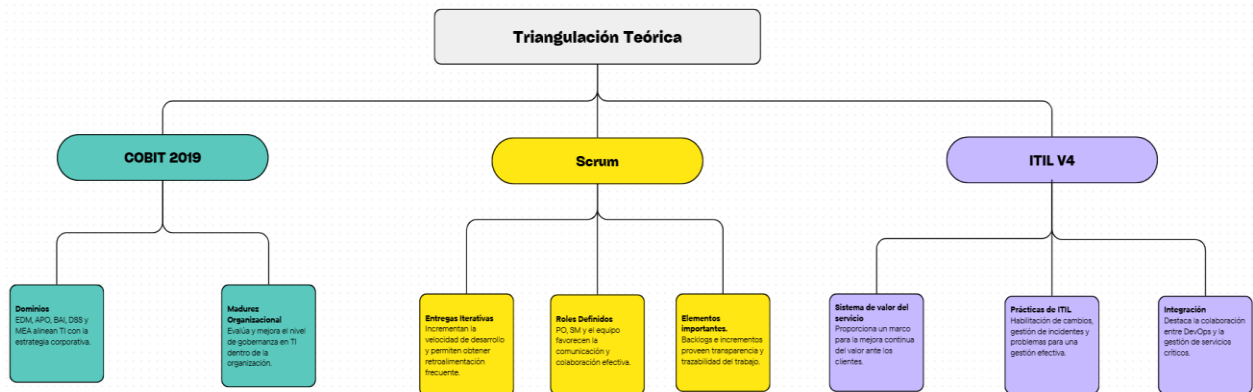


Ilustración 3: Triangulación Teórica

Fuente: Elaboración Propia.

El mapa anterior muestra elementos fundamentales que serán de vital importancia en la investigación. En el marco COBIT 2019, los investigadores considerarán el análisis de gobernanza de TI, a su vez, se identificarán que dominios de este marco pueden ser de apoyo en la implementación de prácticas DevOps, brindando una guía para fortalecer este aspecto fundamental. En el caso de Scrum, se tomará en cuenta las entregas iterativas que esta metodología permite, además de aspectos fundamentales como la definición de roles, la cual, es fundamental en la asignación de tareas, y sobre todo los backlogs e incrementos que son los entregables durante un sprint. ITIL V4 nos permitirá tener una perspectiva más amplia sobre la integración de DevOps en relación con la gestión de servicios de TI, el mapa conceptual además nos muestra como este marco de trabajo nos permitirá tomar como guía temas relacionados a la habilitación de cambios y gestión de incidentes que fortalecerán aún más nuestra investigación.

2.5.4 Metodologías Temáticas

- **SCRUM**

Uno de los principales objetivos de las empresas de TI del sector financiero es la creación de valor para los clientes, a través de alineación entre los servicios y los objetivos del negocio. Las organizaciones hoy en día buscan aumentar la eficiencia operativa y asegurar la continuidad del negocio. En este contexto surge la necesidad de implementar marcos metodológicos que permitan mejorar la calidad de los procesos operativos y del negocio. Tomando en consideración que cada vez se está ante un mundo tecnológico en constante cambio, la rapidez con la que se adaptan estos

cambios es crucial.

Como hemos expuesto anteriormente DevOps es una metodología que tiene múltiples beneficios en la entrega de software de forma rápida, escalable y confiable. Sin embargo, el proceso de desarrollo de software no solo necesita reunir a personal con talento, también se necesita un proceso de desarrollo bien definido.

En consecuencia, a lo expuesto anteriormente, y en respuesta a esta necesidad de adaptación rápida de cambios se propone utilizar Scrum, como marco de trabajo ágil, complementaria a la adopción de prácticas DevOps.

Scrum es un marco de trabajo ágil basado en iteraciones cortas llamadas sprints, estas iteraciones se realizan entregas parciales, lo que permite adaptar los cambios y atender los problemas antes de que las partes estén listas. (Wonohardjo et al., 2019).

(Timkyw et al., 2020) menciona que SCRUM tiene una serie de beneficios en los que se detallan en el siguiente mapa mental Figura 2:

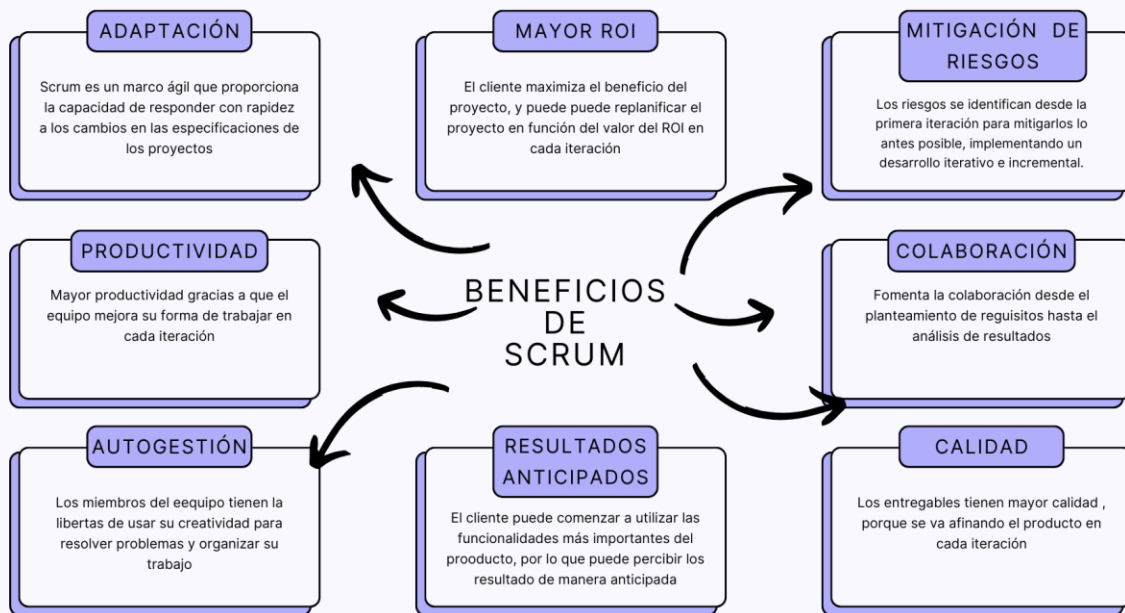


Ilustración 4 Beneficios de Scrum

Fuente: (Timkyw et al., 2020)

Scrum es uno de los marcos ágiles de desarrollo más extendidos del mundo, que además de sus beneficios establece una serie de roles y responsabilidades debidamente definidos en el proceso de desarrollo del ciclo. Gracias a esta definición de roles y a la participación del negocio

en todo el ciclo de desarrollo de software Scrum permite visualizar la colaboración entre los participantes del proyecto.

En el contexto de esta investigación SCRUM sirve como marco descriptivo para comprender y complementar la adopción de DevOps. Como primera instancia nos permitirá analizar cómo la colaboración entre roles definidos se entrelaza con la cultura de colaboración que promueve DevOps. En segunda instancia, la integración de DevOps con Scrum permitirá ver el beneficio en el desarrollo de productos de software más ágil y con mayor velocidad. Además, respecto al estudio de caso permitirá observar si las empresas que ya aplican Scrum logran hacer una transición más efectiva a DevOps.

- **COBIT**

La gobernanza de TI es parte de los elementos más importantes en el sector financiero hondureño. Esto requiere que haya una constante alineación entre los servicios tecnológicos que se estén ofreciendo y el objetivo estratégico del negocio. En el día a día de las organizaciones de este sector, se presenta la necesidad de mejorar la eficiencia operativa, dar cumplimiento a los estándares de gobierno de TI, y asegurar la continuidad del negocio. En este orden de ideas, es fundamental utilizar referencias y metodologías que fortalezcan el control y al mismo tiempo la agilidad en los procesos de desarrollo y operación tecnológica.

COBIT, en su versión más reciente, representa la solución a la necesidad de un marco de gobierno y gestión de TI, que proporcione principios, prácticas, modelos y herramientas para asegurar que las tecnologías de la información utilizadas en una empresa contribuyan a cumplir los objetivos empresariales. A través de procesos y controles definidos con claridad, COBIT nos permite medir, monitorear y readecuar continuamente la madurez de la gestión de TI, ya que, nos permite un enfoque sólido para la toma de decisiones estratégicas (COBIT 2019 Framework Governance and Management Objectives, 2019).

De acuerdo con (COBIT® 2019 Implementation Guide, 2018), COBIT no brinda muchos beneficios entre los cuales podemos mencionar:

1. Alineación estratégica: garantiza que las actividades de TI estén en estrecha relación con las metas de la empresa, lo que ayuda a aumentar la competitividad.
2. Gestión de riesgos: ofrece un marco organizado para detectar, analizar y reducir riesgos tecnológicos, aspecto fundamental en industrias reguladas como la financiera.

3. Optimización de recursos: fomenta un uso eficaz de las capacidades tecnológicas y del capital humano, previniendo duplicaciones y maximizando la inversión en TI.

4. Medición del desempeño: incluye métricas y metas que permiten valorar la madurez de los procesos y la eficacia de la gobernanza de TI.

5. Cumplimiento regulatorio: ayuda en la adaptación a regulaciones tanto internacionales como nacionales, garantizando transparencia y confianza en los procedimientos tecnológicos.

Adicional COBIT nos da una referencia en cuanto a elementos fundamentales para la creación de un sistema de gobernanza de TI:



Ilustración 5 Componentes de un Sistema de Gobernanza (COBIT)

Fuente: (COBIT® 2019 Implementation Guide, 2018)

- **ITIL**

La gestión de servicios en las empresas constituye un pilar en la eficiencia, la satisfacción del cliente y el rendimiento general de una organización. ITIL (Information Technology Infrastructure Library) no solamente se enfoca en optimizar procesos, también permite la estandarización para gestionar y entregar servicios de TI, enfocados en la eficiencia, calidad y satisfacción del cliente. (Gervalla et al., 2018), define ITIL como:

ITIL es uno de los marcos de trabajo de Gobierno de TI que proporciona un enfoque sistemático para la gobernanza de TI y es reconocido globalmente como un conjunto de guía de mejores prácticas para la gestión de servicios de TI (ITSM) en las organizaciones.

ITIL es en pocas palabras una guía práctica para la estrategia y gestión de los servicios. Ayuda a las empresas a organizar las actividades de los servicios de TI para mejorar la calidad de los servicios.

Dentro de los beneficios de ITIL se encuentran (Gërvalla et al., 2018):

1. Mejora de la gobernanza de TI y el rendimiento empresarial. ITIL ayuda a planificar y controlar las inversiones en TI.
2. Gestión eficaz de los recursos y reducción de costos. Contribuye a la gestión de las inversiones en TI.
3. Alineación estratégica entre TI y negocio. ITIL permite esa alineación para crear una ventaja competitiva, lo que permite mejorar la comunicación entre TI y el negocio.
4. Creación y entrega de valor. ITIL contribuye a la creación de valor para el negocio a través de una de sus fases la de “Estrategia del Servicio”.
5. Mejora la satisfacción del cliente y del servicio. Aumenta la satisfacción de los clientes a través de los servicios de TI que gestiona.
6. Mayor disponibilidad del servicio, lo que puede llevar a un aumento de los beneficios e ingresos del negocio.

ITIL sugiere una gestión formalizada de servicios de TI, gracias a los procesos estandarizados de cambios, incidentes y/o problemas, lo que proporciona una estabilidad y control, es decir, una mayor gobernanza. A diferencia de DevOps que es un arco que se centra en un entorno más ágil y flexible. Sin embargo, esto no significa que son marcos mutuamente excluyentes. ITIL es uno de los marcos más adoptados por la gestión de incidentes, ya que ayuda a las empresas a restaurar los niveles normales de servicios lo más pronto posible, como lo menciona (Marrone et al., 2014).

Desde la perspectiva de DevOps que busca que la entrega del software sea rápida, ágil y con menos errores. ITIL propone una reducción en los tiempos de inactividad de los servicios gracias a la gestión de incidentes y problemas. Podemos relacionar a ITIL con DevOps como un

apoyo para el análisis y detección de problemas, enmarcado en la colaboración efectiva entre las áreas.

2.6 ANTECEDENTES DE LAS METODOLOGIAS

Análisis de Scrum

Es un término que proviene del Rugby, ya que hace referencia a la forma en que todos los jugadores trabajan en conjunto para atacar o defender, durante se desarrolla el juego. El termino fue acuñado por primera vez en los 80's por Hirotaka Takeuchi e Ikujuro Nonaka, quienes propusieron a Scrum como un método de trabajo para mejorar la interacción entre todas las áreas involucradas con el objetivo de trabajar colaborativamente en el desarrollo de un proyecto. Sin embargo, no fue hasta 1990 cuando el termino fue implementado en la industria del software por Jeff Sutherland y Ken Schwaber quienes empezaron a aplicar este marco de trabajo en sus proyectos, proponiéndolo como un marco ágil orientado a iteraciones cortas e incrementales (Alberto et al., 2020).

En el contexto de desarrollo de software, Scrum utiliza un enfoque empírico para controlar procesos complejos, entendiendo que los problemas complejos son aquellos que se comportan de manera impredecible. (Schwaber, 2004) habla acerca del proceso de desarrollo de software como un proceso complejo, refiriendo que los requisitos para crear el producto final son extremadamente volátiles como ser: los requisitos del usuario para un programa que aún no ha visto, la interoperación entre los programas existentes, y la interacción con los humanos.

Ese enfoque empírico sobre el control de procesos complejos se sostiene sobre tres pilares fundamentales; visibilidad, inspección y adaptación. Además, otros principios y conceptos que sustentan Scrum incluyen: Autoorganización y compromiso humano, empoderamiento y enfoque en el cliente y la toma de decisiones basadas en hechos. Desde su introducción Scrum ha sido adoptado en la gestión de proyectos de software gracias a su enfoque flexible y colaborativo. A continuación, la Tabla 1 muestra como Scrum se aplica en la gestión de proyectos (Schwaber, 2004).

Tabla 1 Aspectos Claves de Scrum en la gestión de proyectos

Aspecto Clave de Scrum	Aplicación en la Gestión de Proyectos de Software
Pilares del control de procesos empíricos	<p>Visibilidad: Los aspectos del proceso (código, requisitos, progreso) deben ser transparentes para todos y reflejar la verdad, incluyendo una definición clara de "hecho"</p> <p>Inspección: Los aspectos del proceso deben inspeccionarse frecuentemente (ej., Daily Scrum, Sprint Review) para detectar desviaciones inaceptables.</p> <p>Adaptación: Si la inspección revela desviaciones, se deben realizar ajustes rápidamente para minimizar futuras desviaciones en el proceso o producto</p>

Aspecto Clave de Scrum	Aplicación en la Gestión de Proyectos de Software
Principios y Características Clave	<p>Autoorganización y empoderamiento: Los equipos de desarrollo se autoorganizan y toman decisiones sobre cómo realizar el trabajo, siendo mecanismos más potentes que los controles impuestos.</p> <p>Empírico y no prescriptivo: Ofrece un marco de trabajo que mantiene todo visible, permitiendo ajustes constantes en lugar de un plan rígido.</p> <p>Ciclos de aprendizaje cortos (Sprints): El desarrollo se realiza en iteraciones de 30 días, permitiendo aprender rápida y completamente a través de la entrega de incrementos de valor de negocio.</p> <p>Enfoque en el valor de negocio: Se centra en entregar la funcionalidad de mayor prioridad para el negocio, definida por el Product Owner.</p> <p>Toma de decisiones basada en hechos: Sus herramientas se enfocan en decisiones informadas a través de un proceso de aprendizaje continuo.</p> <p>Cambio de paradigma: Transición del control al empoderamiento, de los contratos a la colaboración, y de la documentación al código.</p> <p>Sashimi: Requiere que cada "corte" de funcionalidad (incremento) sea completo, incluyendo análisis, diseño, codificación, pruebas y documentación, para ser potencialmente entregable</p>
Roles Principales	<p>Product Owner: Responsable de maximizar el valor del proyecto y el ROI, gestionando y priorizando el Product Backlog. Actúa como el puente entre stakeholders y el equipo.</p> <p>Team (Equipo): Grupo autoorganizado, autogestionado y multifuncional (idealmente 7 ± 2 personas) responsable de desarrollar la funcionalidad en cada Sprint.</p> <p>ScrumMaster: Responsable de que el proceso Scrum se entienda y se siga correctamente. Es un facilitador y entrenador que elimina impedimentos y protege al equipo</p>
Eventos/Flujo de Scrum	<p>Sprint Planning Meeting: Reunión de 8 horas al inicio de cada Sprint, donde el Product Owner y el Equipo colaboran para seleccionar el Product Backlog y planificar el trabajo del Sprint (Sprint Backlog).</p> <p>Sprint: Iteración de 30 días calendario consecutivos durante la cual el equipo crea un incremento de funcionalidad del producto potencialmente entregable.</p> <p>Daily Scrum: Reunión diaria de 15 minutos para sincronizar el trabajo de los miembros del equipo y reportar impedimentos.</p> <p>Sprint Review Meeting: Reunión de 4 horas al final del Sprint donde el equipo demuestra la funcionalidad "hecha" al Product Owner y stakeholders, y se obtiene retroalimentación.</p> <p>Sprint Retrospective Meeting: Reunión de 3 horas para que el equipo inspeccione su propio proceso de desarrollo y determine mejoras para el próximo Sprint</p>

Fuente: (Schwaber, 2004).

Análisis de COBIT

Al analizar el desarrollo de la gestión de tecnología de la información, uno de los modelos más destacados es, sin lugar a duda, COBIT. Desde su lanzamiento inicial en los años noventa, este modelo fue creado por ISACA con un objetivo específico: ofrecer a las empresas una orientación para supervisar y revisar sus recursos tecnológicos. Según (Bernard & Chittenden, 2012), COBIT surgió en un entorno en el que la importancia de la tecnología en el ámbito empresarial comenzaba a hacerse evidente, y las empresas requerían directrices precisas para manejar la información como un recurso estratégico.

A través del tiempo, COBIT ha evolucionado constantemente (Information Systems Audit and Control Association, 2012) señala que el salto de COBIT 4. 1 a COBIT 5 representó un cambio

significativo hacia un método más integral, donde la gobernanza de TI pasó de ser solo un tema técnico a ser un elemento esencial de la estrategia empresarial. Recientemente con la introducción de COBIT 2019, el marco se ajustó para satisfacer la demanda de adaptabilidad en ambientes digitales, que se caracterizan por enfoques ágiles, DevOps y la transformación digital, según lo destacan (De Haes et al., 2020).

En lo que respecta a sus bases teóricas, COBIT se fundamenta en la gobernanza de IT, los controles internos y la administración de riesgos. De acuerdo con (Bjorck, 2004), el núcleo del marco busca asegurar que la tecnología de la información esté en sintonía con los objetivos empresariales, aumentando el valor aportado y disminuyendo los riesgos implicados. Este concepto está vinculado a teorías de manejo estratégico y supervisión organizacional, donde la noción de madurez en los procesos permite evaluar cuánto éxito tiene una empresa en la gestión de su tecnología. Asimismo, COBIT incorpora aspectos de cumplimiento legal, estableciendo así una conexión entre la gestión técnica y las exigencias regulatorias, como lo señala (Brand & Boonen, 2010).

En la práctica, la implementación de COBIT en proyectos de software es de gran importancia. Por ejemplo, en el desarrollo de software financiero, no solo se necesita garantizar que los entregables se implementen a tiempo, sino también aplicar las normas de seguridad de la información y las normativas exigidas por el ente regulador. En este contexto, COBIT funciona como una guía: define metas de control, ayuda a detectar riesgos tecnológicos y permite realizar auditorías objetivas sobre el progreso del proyecto. De acuerdo con (De Haes et al., 2020) la utilidad de COBIT radica en que no solo "regula", sino que facilita la fusión de la gestión ágil del proyecto con la gobernanza estratégica, logrando un equilibrio entre la innovación y el control.

De acuerdo con la experiencia laboral de los investigadores, considerar a COBIT como un esquema inflexible sería incorrecto. Su utilización en proyectos de software debería verse como un marco adaptable que garantiza responsabilidad, trazabilidad y concordancia con los objetivos empresariales. Esta naturaleza híbrida lo hace una herramienta crucial en áreas donde los fallos tecnológicos pueden tener repercusiones severas en cuanto a tiempos de entrega, calidad del software o en la tasa de errores en despliegue.

Análisis de ITIL

Cuando se trata de la administración de servicios de tecnologías de la información, no se puede dejar de mencionar ITIL (Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de la Información).

Surgió en los años 80 en Gran Bretaña, motivada por la Agencia Central de Computación y Telecomunicaciones (CCTA), como respuesta a la creciente demanda de estandarización y profesionalización en la gestión de servicios tecnológicos. Según lo que relatan (Cartlidge et al., s. f.), ITIL fue desarrollado como un compendio de prácticas óptimas que tenía como objetivo minimizar la variabilidad en la entrega de servicios de TI en el ámbito público británico.

Posteriormente, surge en 2007 ITIL v3, actualizado en 2011, el cual tomó un enfoque integral enfocado en el ciclo de vida del servicio, incluyendo fases como la estrategia, el diseño, la transición, la operación y la mejora continua. Finalmente, ITIL V4, que salió al mercado en 2019, se adapta a un entorno digital marcado por la agilidad, DevOps y la fusión con métodos ágiles, situando al co-creador de valor (el cliente y el proveedor) en el centro de la gestión de servicios (AXELOS, 2019).

Los principios teóricos de ITIL se basan en la gestión de servicios como un área de estudio, vista como la habilidad de una organización para crear valor a través de la prestación de servicios. (Bon, 2011) señalan que ITIL ofrece un esquema conceptual que incorpora principios de calidad (basados en las ideas de Deming), supervisión de procesos y desarrollo continuo. Además, ITIL ha avanzado hacia un enfoque más adaptable y completo, en el cual la gestión de servicios se entiende como una práctica de colaboración en lugar de ser únicamente operativa.

En su uso práctico, ITIL se convierte en una referencia esencial para iniciativas de software y servicios digitales. Por ejemplo, en la etapa de transición del servicio, ITIL sugiere implementar prácticas de gestión de cambios y control de versiones que garantizan que las aplicaciones se lancen sin interrupciones significativas. Igualmente, en proyectos que incluyen DevOps, ITIL 4 ofrece un esquema de gobernanza que refuerza la entrega ágil mediante controles de disponibilidad, capacidad y continuidad. De acuerdo con (AXELOS, 2019) ITIL 4 no busca competir con marcos ágiles, sino integrarse con ellos para ofrecer sostenibilidad y valor duradero.

De este modo, ITIL se puede entender no como un texto inflexible, sino como un idioma compartido entre las divisiones técnicas y estratégicas de una empresa, posibilitando que los desarrollos de software ofrezcan no solo resoluciones operativas, sino así también servicios confiables, seguros y en sintonía con las metas comerciales.

2.7 METODOLOGÍAS, ENFOQUES, MÉTODOS Y DISEÑOS

La investigación científica ha sido fundamental en diferentes etapas de la historia humana, mediante estas investigaciones muchas personas se han beneficiado en cuanto a los resultados que

los diferentes investigadores han encontrado en partir de su trabajo, es por ello, que se requiere un enfoque de análisis profundo para llegar a los resultados que los investigadores esperan de esta investigación.

Enfoques

La presente investigación será llevada a cabo utilizando un enfoque mixto, que se comprende como la combinación de métodos cualitativos y cuantitativos dentro de un mismo análisis con el fin de lograr un entendimiento más profundo del fenómeno en cuestión. Según (Creswell & Plano Clark, 2018a), el enfoque mixto se caracteriza por ser “un método para recoger, analizar e integrar datos tanto cualitativos como cuantitativos dentro de un único estudio, aprovechando las ventajas de ambos métodos y reduciendo sus desventajas” (p. 5). La selección de este enfoque es adecuada, ya que la investigación tiene como objetivo, por un lado, medir el impacto de las prácticas DevOps en métricas como el tiempo de entrega y la tasa de fallos, por el otro, explorar las percepciones culturales y tecnológicas, así como las barreras organizacionales y técnicas que afectan su implementación, aspectos que no podrían ser abordados de manera efectiva con un único enfoque.

Métodos

Respecto a los métodos de investigación, se llevará a cabo un análisis comparativo de casos, lo que facilita una exploración detallada del procedimiento para implementar software en empresas de tecnología del sector financiero en Honduras a través de dos enfoques: métodos tradicionales y prácticas DevOps. Según (Yin, 2018) el análisis de casos es un enfoque apropiado cuando el investigador desea entender situaciones complicadas en su entorno real, lo que coincide plenamente con el propósito de este estudio.

Diseños

En lo que respecta al diseño, se adoptará un método no experimental de carácter transversal-comparativo, dado que no se alterarán las condiciones internas de la organización ni se modificarán las variables de forma artificial. En este contexto, el análisis se limita a observar y evaluar las diferencias en los resultados entre proyectos que han integrado prácticas de DevOps y aquellos que no lo han hecho, utilizando información histórica y actual como marco de comparación. Las investigaciones que no son experimentales ofrecen la posibilidad de describir y comparar eventos en situaciones auténticas, sin recurrir a la selección aleatoria o a un control

experimental estricto. Este método es significativo ya que facilita la comparación entre diversos conjuntos de implementaciones, proporcionando evidencias empíricas sobre la conexión entre la adopción de DevOps y las variaciones en los indicadores de rendimiento, aunque no se busca demostrar una relación de causa y efecto.

2.8 ANÁLISIS CRÍTICO DE LAS METODOLOGÍAS

2.8.1 Defensa de elección metodológica

Enfoque de la investigación: Mixto

Pertinencia: El enfoque de la presente investigación es de tipo mixto, debido a la naturaleza de las preguntas y las variables de interés que se estarán estudiando. El enfoque mixto ofrece una visión integral sobre técnicas cualitativas y mixtas. (Creswell & Plano Clark, 2018, p.5) definen el enfoque mixto como “un procedimiento de recolección, análisis e integración de datos cualitativos y cuantitativos en un solo estudio para aprovechar las fortalezas de ambos enfoques y minimizar sus debilidades”. La elección de este enfoque es pertinente ya que por un lado se busca cuantificar el impacto de las prácticas DevOps, y por otro, comprender las percepciones culturales y barreras organizacionales.

Viabilidad: Es viable ya que disponemos de datos históricos de proyectos en la empresa objeto de estudio, y poseemos la oportunidad de realizar entrevistas y encuestas a profesionales del sector.

Eficiencia: Combina las fortalezas de los métodos cuantitativos (resultados medibles) y métodos cualitativos (clasificación) produciendo un estudio con un enfoque más completo y robusto.

Aplicación y limitaciones: Existe una triangulación de datos; datos técnicos, encuestas y entrevistas, estos últimos clasificados como aspectos humanos. Como limitación tenemos; la reactividad/observación, los participantes pueden exagerar las ventajas de una metodología u otra. Se propone como mitigación: uso de triangulación mencionada anteriormente.

Diseño: Investigación no experimental, tipo transversal-comparativo.

Pertinencia: La importancia de este estudio radica en su enfoque en describir y examinar cómo la adopción de DevOps afecta las métricas de una organización, sin alterar directamente los procesos ni cambiar variables. La investigación se basa en la observación de acontecimientos tal como se presentan en situaciones reales.

Viabilidad: Es viable, ya que no se necesita formar grupos de control ni asignar sujetos de

forma aleatoria; solo se utilizan datos históricos y recientes que permiten hacer comparaciones objetivas.

Eficiencia: Facilita la obtención de conclusiones relevantes sobre el impacto de DevOps en contextos organizacionales, proporcionando un enfoque práctico fundamentado en evidencias empíricas, aunque no establece una relación de causalidad estricta.

Aplicación y Limitaciones: Ayuda a evaluar la evolución de métricas críticas de rendimiento, como el tiempo de implementación y los índices tasa de error. Su mayor limitación es que, al no realizar manipulaciones experimentales, disminuye la posibilidad de deducir relaciones causales sólidas. Sin embargo, estas restricciones pueden ser atenuadas mediante análisis estadísticos, triangulación de datos y controles de validez tanto interna como externa.

Método: Estudio comparativo de caso

Pertinencia: El caso de uso es relevante ya que posibilita estudiar exhaustivamente cómo se implementa DevOps en la empresa estudiada del sector de TI en el ámbito financiero, haciendo una comparación entre los métodos tradicionales y DevOps.

Viabilidad: Es factible puesto que hay existencias dentro de la empresa con experiencias diversas en la implementación de DevOps vs Tradicionales, lo que permite establecer comparaciones.

Eficiencia: Proporciona evidencia práctica y contextual que beneficia tanto al ámbito académico como al sector de TI financiero de Honduras en el que se utiliza.

Aplicación y limitaciones: Ayuda a entender el fenómeno en su entorno real. Su mayor restricción es la limitada aplicabilidad de los resultados.

2.9 HERRAMIENTAS

Una de las fases más importantes dentro de una investigación es la selección adecuada de herramientas, ya que no solo constituye un factor decisivo para garantizar la confiabilidad y la validez del análisis de datos a ejecutar, sino que ofrece también una visión de las técnicas o instrumentos utilizados para llevar a cabo la investigación en términos de; planificación, recolección, análisis y procesamiento de datos, gestores de bibliografía y referencias.

Al tratarse de una investigación sobre una empresa de TI orientada al sector financiero, esta etapa de selección es de vital importancia, debido a la rigurosidad que el análisis de datos requiere. La generación de conocimiento y los resultados a partir de este análisis debe ser preciso y válido como lo menciona Hernandez Mendoza & Duana Avila (2020) “Todo instrumento

utilizado en la recolección de datos en una investigación científica debe ser confiable, objetivo y que tenga validez, si alguno de estos elementos no se cumple el instrumento no será útil y los resultados obtenidos no serán legítimos”.

En este contexto, la elección adecuada de herramientas es fundamental por los siguientes motivos:

1. La investigación integra datos provenientes de diversas fuentes (entrevistas, métricas de CI/CD, encuestas y documentación histórica institucional).
2. Se requiere un análisis cualitativo y cuantitativo que cumpla con los criterios éticos y técnicos rigurosos exigidos para este tipo de investigaciones académicas.

2.9.1 Planificación y organización

Para coordinar los recursos, las actividades y plazos de la investigación son fundamentales la planificación y gestión de proyectos. El estudio llevado a cabo se basa en la adopción de prácticas DevOps que tienen una estrecha relación con la integración continua y las prácticas ágiles. Por lo que evaluar las diferentes herramientas para la gestión de proyectos permite elegir la herramienta más adecuada para la planificación y seguimiento de las diferentes actividades de la investigación. En este sentido, se presenta la evaluación de tres herramientas de gestión de proyectos, para evaluar, debido a su integración y uso en el sector bancario.

Tabla 2 Comparación de herramientas de gestión de proyectos

Nombre	Descripción	Ventajas	Desventajas	Costo	Url de Descarga
Trello	Creación de tableros basados en Kanban	Interfaz intuitiva y fácil de utilizar	Limitado para proyectos complejos	Gratuito / Versión Premium de pago	https://trello.com
Microsoft Project Online	Software de gestión de cartera de proyectos	Compatibilidad con Microsoft Office, Project es parte de la suite de Microsoft	Curva de aprendizaje elevada en comparación a otras herramientas. Alto costo de licencias. La herramienta es cerrada para quienes no poseen usuario.	Licencia Pagada con Microsoft 365	https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365
Jira	Gestión de proyectos basado en principios ágiles	Facilidad de uso, colaboración en tiempo real. Especializado en entornos ágiles	Costos de suscripción. Curva de aprendizaje para equipos no técnicos o de desarrollo.	Suscripción	https://www.atlassian.com/software/jira

Fuente: Elaboración propia

2.9.2 Recolección de datos

La recolección de datos constituye el proceso sistemático de recopilar y medir información relevante sobre las variables de interés, con el fin de responder preguntas de investigación, probar hipótesis y evaluar resultados. Mediante la siguiente tabla, los investigadores realizan un comparativo de las distintas alternativas de herramientas de recolección de datos:

Tabla 3 Comparación de herramientas de recolección de datos.

Nombre	Descripción	Ventajas	Desventajas	Costo	URL de descarga o acceso
Google Forms	Herramienta gratuita de Google destinada a la elaboración de cuestionarios y encuestas en la web.	Fácil de usar, gratuita, integra con Google Sheets, acceso multiplataforma, almacenamiento en la nube.	Opciones de diseño limitadas, dependencia de conexión a internet.	Gratuita	https://forms.google.com
SurveyMonkey	Plataforma profesional para encuestas y recolección de datos en línea.	Amplia variedad de plantillas y análisis avanzado. Permite exportar datos a Excel/SPSS.	Versión gratuita limitada, costo elevado en versiones Premium.	Gratuito/versiones pagadas.	https://www.surveymonkey.com
Microsoft Forms	Aplicación incluida en Microsoft 365 para crear encuestas y cuestionarios.	Integración con Office 365, interfaz limpia y profesional, resultados exportables a Excel.	Requiere licencia Microsoft 365 para funciones avanzadas.	Incluido con Microsoft 365.	https://forms.office.com
Typeform	Herramienta de encuestas interactivas con diseño visual atractivo.	Excelente experiencia de usuario, interfaz amigable y moderna.	Versión gratuita limitada, requiere suscripción para exportar resultados.	Plan gratuito limitado, versiones Premium.	https://www.typeform.com

Fuente: Elaboración propia

Las herramientas examinadas Google Forms, SurveyMonkey, Microsoft Forms y Typeform presentan diversas características en términos de accesibilidad, funcionalidades y aplicación en entornos de investigación. Google Forms destaca por su simplicidad de uso, su licenciamiento gratuito y su fácil integración con Google Sheets, lo que facilita la organización y el análisis de datos. SurveyMonkey brinda funciones avanzadas y análisis automáticos, aunque su opción gratuita tiene limitaciones y las licencias pueden ser bastante caras. Microsoft Forms ofrece una buena conexión con la suite Office 365 y una interfaz profesional, pero su uso está condicionado a suscripciones y licencias empresariales que limitan su acceso. Por otro lado,

Typeform se caracteriza por su diseño atractivo e interactivo, lo que mejora la experiencia del usuario, aunque su enfoque visual y las restricciones de su versión gratuita disminuyen su aplicación en el ámbito académico. Finalmente, la elección más adecuada es la herramienta Google Forms por su accesibilidad, facilidad de uso y análisis estadístico, además de, su compatibilidad multiplataforma, haciéndolo una herramienta con fácil de manipular tanto para los investigadores como para la población a evaluar.

2.9.3 Análisis de datos

El análisis de datos constituye la columna vertebral de la investigación, ya que en esta fase se resuelven las preguntas de investigación con base a hipótesis y análisis de variables. Por lo tanto, es necesario elegir de manera crítica las herramientas que se adecuen al enfoque y metodologías seleccionadas en este estudio. Existen softwares especializados diseñados para realizar análisis estadísticos complejos, que permiten la organización, clasificación, interpretación y visualización de los datos. Debido al enfoque mixto de nuestra investigación, se consideraron distintas herramientas. A continuación, se muestra un análisis comparativo de las herramientas que se utilizan para análisis estadísticos cuantitativos y cualitativos. Entre los más relevantes se encuentran R, Python, SPSS.

Tabla 4 Comparación de herramientas de análisis de datos.

Nombre	Descripción	Ventajas	Desventajas	Costo	Url de Descarga
R (RStudio)	R es un entorno de software libre para computación estadística y gráficos.	Multiplataforma, gratuito. Ofrece múltiples herramientas estadísticas (modelado lineal y no lineal). Variedad de paquetes especializados (encuestas likert). Documentación propia	Curva de aprendizaje intermedia. Especialmente a los no programadores.	Licencia Gratuita	https://cran.r-project.org/bin/windows/base/
Python	Lenguaje de programación que implementa librerías como Pandas, NumPy y	Gratuito Soporte y comunidad.	Curva de aprendizaje pronunciada	Fusiona análisis cualitativos y cuantitativos, procesamiento de lenguaje natural para entrevistas y el	https://www.python.org/downloads/

Nombre	Descripción	Ventajas	Desventajas	Costo	Url de Descarga
	Scikit-learn para analizar datos y visualización			estudio de registros históricos	
SPSS Statics de IBM	Herramienta de análisis estadístico	Mejora del análisis de datos y rigurosidad académica. Interfaz amigable, para no programadores.	Desafío en la síntesis de resultados de métodos mixtos. Curva de aprendizaje intermedia. Licencia costosa.	Licencia académica	https://www.ibm.com/products
Microsoft Excel	Hojas de cálculo.	Facilidad de uso. Ampliamente conocido. Análisis iniciales, y tablas dinámicas. Gráficos simples	Limitado para análisis de datos avanzados.	Licencia de Microsoft Office.	https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/
NVivo	Software especializado en análisis de datos cualitativos (QDA)	Ampliamente utilizado en análisis de datos cualitativos. Colaboración en tiempo real. Uso de datos en diferentes formatos (texto, audio, video)	Costo de licencia elevado. Interfaz poco amigable al inicio. Requiere capacitación.	Modelo de costos por licencia y solución. Licencia Estudiante: 118\$. Licencia Académica: \$ 475.00	https://lumivero.com/products/nvivo/

Fuente: Elaboración propia

De forma inicial para depurar la información y hacer una transformación superficial de los datos se selecciona Microsoft Excel como herramienta de apoyo inicial, antes de utilizarlos en las herramientas de análisis de datos más potentes.

En función del enfoque Mixto de la investigación y la curva de aprendizaje que requiere para cada herramienta, se decidió hacer uso del Lenguaje R como principal herramienta de análisis cuantitativo. Ya que permite realizar análisis descriptivos, pruebas de hipótesis, análisis multivariante y regresiones. Además, permite generar gráficos de calidad para visualizar resultados. Para el análisis cualitativo también hemos decidido utilizar R debido a cómo será

medida la respuesta a la pregunta basada en una escala de Likert, lo que convierte la operabilidad de la variable en un dato o escala cuantificable.

2.9.4 Gestores de referencias

En toda investigación académica, el manejo correcto de las fuentes bibliográficas garantiza claridad, seguimiento y minimiza la posibilidad de plagio. En este análisis, elegir un gestor de bibliografía es importante debido a la gran cantidad de literatura revisada sobre DevOps, enfoques ágiles y normativas. Realizar una comparación de estas herramientas posibilita escoger la que mejor ayude a estructurar citas y referencias en el formato APA solicitado.

Tabla 5 Comparativo de gestores de referencia

Nombre	Descripción	Ventajas	Desventajas	Costo	Url de Descarga
Zotero	Gestor de referencias de código abierto	Importación de archivos. Compatible con navegadores web y procesadores de texto	Almacenamiento en nube menos robusto	Gratuito / Cuenta Premiun	https://www.zotero.org/
Mendeley	Gestor de referencias académicas	Importación de archivos	Espacio limitado en nube	Gratuito / Cuenta Premiun	https://www.mendeley.com/download-reference-manager/windows

Fuente: Elaboración propia.

2.10 MARCO LEGAL

La adopción de metodologías DevOps en empresas de TI del sector financiero en Honduras no se realiza en un entorno meramente técnico, sino dentro de un contexto normativo sólido que influye en aspectos de seguridad, continuidad, calidad y conformidad legal. Es fundamental entender este entorno legal para respaldar las elecciones metodológicas y asegurar que los resultados de esta investigación cumplan con las regulaciones actuales y las mejores prácticas globales.

2.10.1 Marco Legal Internacional

Tabla 6 Legislación Internacional Relevante.

Instrumento Legal / Estándar	Año	Descripción	Impacto en la adopción de DevOps en empresas de TI del sector financiero
ISO/IEC 27001 – Seguridad de la Información	ISO/IEC, 2022	Estándar que determina los lineamientos para implementar un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información.	Exige que los procesos de DevOps incluyan medidas de seguridad y seguimiento, minimizando las posibilidades de pérdida o modificación de información financiera.

Instrumento Legal / Estándar	Año	Descripción	Impacto en la adopción de DevOps en empresas de TI del sector financiero
ISO/IEC/IEEE 32675 – DevOps	ISO/IEC/IEEE, 2022	Estándar global que establece procedimientos, prácticas y mediciones relacionadas con DevOps.	Ofrece un conjunto de lineamientos que validan la implementación de DevOps en el sector bancario, promoviendo la auditoría y el desarrollo organizacional.
ISO/IEC 20000-1 – Gestión de Servicios TI	ISO/IEC, 2018	Estándar que certifica la gestión de servicios, compatible con ITIL.	Facilita la alineación de la automatización de DevOps con los procedimientos de ITSM (IT Service Management), garantizando que implementaciones regulares no perturben la calidad del servicio.
ISO 22301 – Continuidad del Negocio	ISO, 2019	Estándar para sistemas de gestión de continuidad, define BIA (Análisis de Impacto del Negocio), RTO (Objetivo de Tiempo de Recuperación) y RPO (Objetivo de Punto de Recuperación).	Exige que DevOps incluya evaluaciones de restauración y resiliencia, que son esenciales en servicios financieros vitales.
ISO/IEC 38500 – Gobierno Corporativo TI	ISO/IEC, 2015	Reglamento acerca de fundamentos de responsabilidad, planificación y adherencia en tecnología de la información.	Asegura que las prácticas DevOps se alineen con la estrategia y el nivel de aceptación del riesgo de la institución financiera.
ITIL 4 – IT Service Management	PeopleCert, 2019	Marco de gestión de servicios que integra Agile, Lean y DevOps.	Facilita la implementación de DevOps en la administración de incidentes, alteraciones y continuidad.
COBIT 2019	ISACA, 2019	Marco de gobernanza y gestión de TI, orientado a alinear TI con negocio.	Permite monitorizar y gestionar las prácticas de DevOps, asegurando el respeto a las normativas.
PCI DSS v4.0	PCI SSC, 2022	Normativa de protección en la industria de tarjetas de pago.	Obliga a las entidades financieras que implementen DevOps a garantizar la encriptación, la verificación de identidad y la supervisión constante en los flujos de trabajo que gestionan información de pagos.
GDPR – Reglamento General de Protección de Datos (UE)	Unión Europea, 2018	Reglamento europeo que protege datos personales.	Reglamento internacional que impacta en el sector bancario respecto a asuntos de privacidad, forzando a tomar en cuenta el principio de minimización en entornos DevOps.
COSO ERM – Enterprise Risk Management	COSO, 2017	Marco de gestión integral de riesgos.	Asegura que los riesgos que provienen de la automatización DevOps se alineen con el nivel de riesgo que acepta y tolera la empresa.

Instrumento Legal / Estándar	Año	Descripción	Impacto en la adopción de DevOps en empresas de TI del sector financiero
BCBS – Principles for Operational Resilience	BIS, 2021	Principios para resiliencia operativa en banca.	Exige que los canales DevOps aseguren la continuidad y reduzcan las interrupciones en servicios financieros esenciales.
NIST SP 800-204C – DevSecOps	NIST (EE. UU.), 2021	Guía técnica para integrar seguridad en pipelines DevOps.	Fortalece la metodología DevOps, garantizando que cada implementación incluya evaluaciones automáticas de seguridad y conformidad.
DAMA-DMBOK (Cuerpo de Conocimiento en Gestión de Datos)	DAMA International, 2017	Marco de gobierno/gestión de datos (calidad, metadatos, seguridad, privacidad).	Enriquece DevOps con la gestión de datos (procedencia, inventarios, excelencia), esencial en analítica y regulaciones en el sector bancario.
CCPA/CPRA – California Consumer Privacy Act	Estado de California (EE. UU.) / 2018–2025 (actualizado)	Ley estatal de privacidad con derechos del consumidor y obligaciones a negocios (ampliada por CPRA).	Referencia útil para las normativas sobre los datos de los clientes y la información de privacidad en servicios financieros en línea.

Fuente: Elaboración propia.

2.10.2 Marco Legal Nacional

Tabla 7 Legislación Nacional Relevante

Nombre del Instrumento	Organismo Emisor / Año	Descripción	Relevancia Estratégica para el Proyecto
Código Penal (Decreto 130-2017) – arts. 398–401 y 592	Congreso Nacional / 2017–2019 (entrada en vigor)	Delitos informáticos: acceso no autorizado (398), daños a datos/sistemas (399), abuso de dispositivos (400), entre otros; 592: agravantes/penas.	Establece clasificaciones delictivas relacionadas con la seguridad cibernética; promueve supervisión y seguimiento que pueden integrarse a DevOps.
Norma CNBS No. 025/2022 – Gestión de Tecnología, Ciberseguridad y Continuidad de Negocio	Comisión Nacional de Bancos y Seguros (CNBS), 2022	Normativa que controla la administración tecnológica, protección de datos y la continuidad del negocio de las entidades supervisadas por la Comisión Nacional de Bancos y Seguros.	Conecta de manera directa la implementación de DevOps con las normativas locales: demanda seguimiento, capacidad de recuperación, administración de modificaciones y revisiones regulatorias.
Ley de Firmas Electrónicas (Decreto 149-2013)	Congreso Nacional de Honduras, 2013	Establece las normas para el uso, la aceptación y la equivalencia legal de las firmas digitales en procedimientos legales y económicos.	Facilita que las autorizaciones y verificaciones en los pipelines DevOps cuenten con soporte legal en el marco de Honduras.
Ley de Protección al Consumidor (Decreto 24-2008)	Congreso Nacional de Honduras, 2008	Define los derechos y deberes en la interacción entre prestadores de servicios y usuarios.	Exige que las implementaciones de DevOps garanticen la calidad, la accesibilidad y la confianza en los servicios financieros digitales.
DIGE R – Iniciativa “República Digital” / marco institucional	DIGER / 2022–actual	Organismo estatal responsable de la administración orientada a resultados y la transformación digital del gobierno; fomenta fundamentos para plataformas digitales.	Enmarca estrategias de digitalización y colaboración entre instituciones que sean de referencia para la implementación y gestión de DevOps.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

En este capítulo se pretende explicar la metodología empleada en la investigación con el fin de responder las preguntas de investigación planteadas, las cuales son de carácter fundamental para determinar las variables y su operatividad. Se plantean los niveles que se abordan en la resolución de esta problemática. También, se presenta el enfoque donde se especifica porque se ha optado por esta metodología. Asimismo, se describe el alcance, donde se determina hasta donde concluye la investigación; el diseño, que contiene las fases que se han recorrido en el ciclo de investigación. Por último, la manera en la que se recolectó la información presentada.

3.1 CONGRUENCIA METODOLOGICA

3.1.1 Matriz Metodológica

Morales Salas (2024) explica que “la matriz de congruencia representa una descripción general del proceso metodológico de investigación y los detalles específicos pueden variar en función del tipo de investigación, el enfoque elegido y los objetivos planteados”

A continuación, se presenta la construcción de la matriz metodológica de la investigación, que resume la coherencia entre las preguntas de investigación, los objetivos, la metodología, instrumentos y variables seleccionadas en el estudio. La matriz garantiza la coherencia vertical entre los métodos SMART y PICO aplicados en la formulación de preguntas y objetivos. En ella se visualiza de forma estructurada como las preguntas se traducen en objetivos y como estos se abordan en el estudio con las metodologías seleccionada. Además, se presenta un resumen de las variables identificadas en cada una de las preguntas, con sus indicadores.

Tabla 8 Matriz de congruencia vertical

Definición del Problema	Preguntas de investigación	Objetivos (SMART)	Metodología (Enfoque, Alcance, Diseño)	Instrumentos (Técnica de recolección de datos)	Variables	Indicadores (derivados de los objetivos SMART)
La necesidad de determinar si la adopción de prácticas DevOps mejora la eficiencia operativa y la calidad del software en el sector financiero, frente a los métodos tradicionales, considerando los retos culturales, técnicos y organizacionales que limitan su implementación	General: ¿Cuál sería el impacto de la integración de prácticas DevOps en la eficiencia operativa del proceso de despliegue de aplicativos y servicios, en comparación con procesos tradicionales?	Analizar el impacto de la integración de prácticas DevOps en la eficiencia operativa y la calidad del software mediante indicadores objetivos.	Enfoque: Mixto-Cualitativo, Cuantitativo Alcance: Correlacional-Explicativo	Revisión documental de registros históricos. Encuestas y entrevistas a profesionales de las áreas involucradas.	- Eficiencia operativa (tiempos, errores). - Prácticas DevOps aplicadas. - Barreras técnicas/organizaciones. - Factores culturales y tecnológicos.	- Promedio de LTFC. - N.º de errores post-despliegue. - Ranking de barreras. - Percepción cultural/tecnológica.
	1. En el ciclo de despliegue de aplicativos, ¿qué impacto tiene el enfoque DevOps, en comparación con la metodología tradicional, en la tasa de errores post-despliegue y en los tiempos de entrega a producción?	Evaluar el impacto del enfoque DevOps sobre la tasa de errores post-despliegue y el tiempo de entrega, cuantificando errores y tiempos en registros históricos, mediante análisis estadístico comparativo entre enfoques, con el fin de determinar si DevOps mejora la eficiencia operativa respecto al enfoque tradicional, durante los primeros dos meses de la investigación.	Enfoque: Cuantitativo. Alcance: Correlacional y explicativo. Diseño: No experimental, transversal-comparativo (DevOps vs. metodologías tradicionales).	Revisión documental de registros históricos (KPIs de despliegue). Incluyen: - Reportes de incidentes - Pipelines de integración - Tiempos de desarrollo de proyectos Análisis comparativo de proyectos	Dependientes: - Tasa de errores en despliegues. (Cuantitativa, Discreta) - Tiempo medio de entrega (Lead Time). (Cuantitativa continua) Independientes: - Tipo/enfoque de despliegue (0 = tradicional, 1= DevOps)	Indicadores: - Número de incidentes post-despliegue por enfoque - Tasa de errores por enfoque (errores totales / despliegues totales) - Tiempo promedio de entrega (días) por enfoque

Definición del Problema	Preguntas de investigación	Objetivos (SMART)	Metodología (Enfoque, Alcance, Diseño)	Instrumentos (Técnica de recolección de datos)	Variables	Indicadores (derivados de los objetivos SMART)
	2. En los equipos de desarrollo y operaciones involucrados en el proceso de despliegue de aplicativos, ¿cuáles son las barreras técnicas y organizacionales que presentan mayor frecuencia e impacto percibido en comparación con las metodologías tradicionales?	Categorizar las barreras técnicas y organizacionales que limitan la adopción de prácticas DevOps, creando un ranking basado en la frecuencia de mención y el impacto percibido (escala 1-5) por los profesionales entrevistados, a través de análisis temático, para enfocar las recomendaciones que reduzcan dichas barreras, a ser completado en 1 mes post-recolección.	Enfoque: Cualitativo predominante (con análisis cuantitativo descriptivo). Alcance: Descriptivo Diseño: No experimental, transversal-comparativo.	Entrevistas semiestructuradas y encuestas de percepción (escala Likert 1-5).	Independiente: - Barreras técnicas y organizacionales. Dependiente: -Frecuencia de aparición, severidad de impacto.	Indicadores: - N° de menciones por tipo de barrera. - Promedio de impacto percibido (escala Likert 1-5). - Ranking de severidad.
	3. En la cultura organizacional del sector financiero hondureño, ¿cómo la percepción sobre la colaboración entre equipos, en comparación con la percepción sobre las herramientas, influye en la disposición a adoptar prácticas DevOps?	Analizar la influencia relativa de los factores culturales versus los tecnológicos en la disposición a adoptar DevOps, midiendo la correlación entre la percepción de estos factores y la disposición al cambio.	Enfoque: Cuantitativo Alcance: Correlacional y explicativo. Diseño: No experimental, transversal-comparativo.	Encuestas con escala Likert (1-5). Análisis estadístico correlacional.	Independiente: Percepción sobre factores culturales (colaboración); Percepción sobre factores tecnológicos (herramientas) Dependientes: -Disposición a adoptar DevOps.	Indicadores - Promedio de percepción cultural (escala 1-5). - Promedio de percepción tecnológica (escala 1-5). - Coeficiente de correlación entre variables culturales y tecnológicas con la disposición al cambio.

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2 Esquema de Variables de Estudio

El esquema de variables de estudio fue creado para representar las conexiones entre los diferentes elementos que se reconocieron en el marco teórico y las preguntas de investigación. Se distinguen las variables que actúan de forma independiente (prácticas de DevOps, aspectos culturales y tecnológicos), las que son dependientes (tasa de errores, plazos de entrega y predisposición a implementar DevOps) lo que ayuda a entender cómo influyen unos factores sobre otros. Creswell & Poth, (2018) señalan la importancia de la definición de los conceptos y variables que se estudian, como menciona “En estudios cuantitativos, los investigadores a menudo presentan las variables en un modelo visual que muestra las relaciones entre ellas. Este modelo ayuda a aclarar la direccionalidad y la naturaleza de las relaciones que se están probando.” El estudio se estructura con variables independientes, dependientes relacionadas directamente con las preguntas de investigación.

Variables independientes:

- Factores culturales (colaboración, comunicación, confianza).
- Factores tecnológicos (herramientas, automatización, monitoreo).
- Barreras técnicas
- Barreras organizacionales.
- Tipo de enfoque o despliegue.

Variables dependientes:

- Tasa de errores de cambio.
- Tiempos de entrega de cambios.
- Disposición a adoptar DevOps.
- Frecuencia de aparición
- Impacto percibido

3.1.3 Operacionalización de las Variables

“La operacionalización de variables consiste en un conjunto de técnicas y métodos que permiten medir una variable teórica mediante su definición operacional, dimensiones, indicadores y escala de medición, de modo que lo abstracto se traduzca en datos empíricos verificables” (Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú & Arias González, 2012). La operacionalización de las variables se llevó a cabo con el fin de convertir los conceptos teóricos en componentes observables y medibles dentro del ámbito de la investigación. Las variables fueron definidas tanto de manera conceptual como operativa, se agruparon según su categoría y subcategoría, y se establecieron sus escalas de medición junto con los indicadores relevantes.

Tabla 9 Operacionalización de variables

Variable	Tipo	Subtipo	Definición Conceptual	Definición Operativa	Función en la investigación	Dimensiones	Indicadores
Prácticas DevOps aplicadas	Cualitativa	Nominal dicotómica (0/1)	Conjunto de prácticas relacionadas con automatización, integración continua, despliegue continuo, monitoreo y colaboración entre equipos.	Se medirá a través de la identificación de prácticas DevOps implementadas en el área de TI (ejemplo: uso de pipelines automatizados, test automatizados, infraestructura como código).	Variable secundaria (no analizada individualmente por limitaciones de madurez y tamaño muestral).	Tipos de prácticas: - CI/CD - Automatización de pruebas - Infraestructura como código IAC - Monitoreo continuo - Loggin Continuo - Revisión de código	Registro de la presencia/ausencia de cada práctica en proyectos (0 = no aplicada, 1 = aplicada). - Conteo del número de prácticas DevOps presentes por despliegue (suma de las dicotómicas).
Tipo o enfoque de despliegue	Cualitativa	Nominal dicotómica (0/1)	Clasificación de acuerdo con el conjunto de prácticas y procesos utilizados para entregar software a un ambiente productivo.	Se clasificará cada proyecto o despliegue de acuerdo con el enfoque utilizado: - Tradicional: Despliegues gestionados bajo el proceso previo	Independiente	Tipo de enfoque utilizado en el despliegue: - 0 = Tradicional - 1 = DevOps	Registro del tipo de despliegue utilizado en cada proyecto. - Conteo del número de despliegues por enfoque.

				a la adopción de DevOps. -DevOps: Despliegues gestionados mediante pipelines automatizados y prácticas DevOps.			
Tasa de errores de cambio	Cuantitativa	Discreta (conteo)	Numero de cambios para la aplicación o servicio que resultan en un servicio degradado o que posteriormente requieren corrección o ajuste.	Conteo de incidentes post-despliegue registrados en sistema	Dependiente	Nº de errores/incident e post-despliegue	- Tasa de errores por enfoque: N° de incidentes por despliegue, para metodologías tradicionales y DevOps por separado.
Tiempo de entrega de cambios (Lead Time / LTFC / QA→PRD)	Cuantitativa	Continua (tiempo, razón).	El tiempo que transcurre desde que está listo para ser sometido al flujo de despliegue hasta que el código se ejecuta con éxito en producción	Se medirá en horas o días promedio, extraído de los registros históricos de despliegue y de forma diferenciada: -Enfoque tradicional: Tiempo transcurrido en días desde el registro del control de cambios en ambiente QA hasta el despliegue en PRD.	Dependiente	Tiempo de ciclo de entrega según enfoque de despliegue.	Promedio en horas o días de entrega de cambios. De acuerdo con el enfoque: - Para despliegues tradicionales: tiempo medio (y mediana) desde control de cambios en QA → PRD. - Para despliegues DevOps: tiempo medio (y mediana) desde commit → PRD (LTFC).

				-Enfoque DevOps: Tiempo transcurrido (en horas, convertible a días) desde el commit que origina el cambio hasta el despliegue en PRD.			
Barreras técnicas	Cualitativa (Descriptivo)	Nominal (lista de categorías)	Limitantes relacionadas con la infraestructura tecnológica, madurez de procesos y conocimiento técnico que afectan la adopción de DevOps.	Se identificarán a través de la aplicación de encuestas y entrevistas a profesionales de las áreas, midiendo el impacto percibido a través de una escala de 1 a 5.	Independiente	-Falta de Conocimiento técnico - Infraestructura Compleja (ambientes inconsistentes, Legacy) - Madurez tecnológica - Falta de Claridad de la calidad de software	-N° de menciones en entrevistas -Frecuencia de menciones en Encuestas -Promedio de impacto percibido (Likert 1-5)
Barreras organizacionales	Cualitativa (Descriptivo)	Nominal (lista de categorías)	Obstáculos asociados a la estructura, roles, comunicación y resistencia al cambio en el proceso de adopción de nuevas prácticas	Se identificarán a través de la aplicación de encuestas y entrevistas a profesionales de las áreas, midiendo el impacto percibido a través de una escala de 1 a 5.	Independiente	- Resistencia al cambio - Comunicación - Colaboración - Roles y procesos - Falta de Gestión	-N° de menciones en entrevistas -Frecuencia de menciones en Encuestas -Promedio de impacto percibido (Likert 1-5)
Impacto percibido	Cuantitativa	Ordinal (escala Likert 1-5)	Nivel de severidad que los profesionales atribuyen a cada	Escala de valoración Likert (1 = bajo, 5 = alto)	Dependiente	Porcentaje de impacto percibido por barrera.	Valor promedio de impacto por barrera reportado

			barrera en la adopción de DevOps.				por los encuestados
Frecuencia de mención	Cuantitativa	Discreta (conteo)	Número de veces que se repite una barrera en los comentarios de los participantes.	Conteo de menciones en entrevistas y encuestas.	Dependiente	Conteo de menciones por barrera.	Número de veces que se menciona una barrera en entrevistas/encuestas.
Factores culturales (colaboración)	Cuantitativa	Ordinal (escala Likert 1-5)	Conjunto de valores, creencias, normas, prácticas que adopta internamente una organización, y determinan la forma en cómo se comunican e interaccionan sus miembros.	Encuestas con una escala de Likert 1-5, sobre percepción de factores culturales en comparación con los factores tecnológicos	Independiente	-Comunicación - Confianza - Trabajo en equipo - Alineación de incentivos - Cultura de la culpa	Promedio de percepción cultural (Likert).
Factores tecnológicos (herramientas)	Cuantitativa	Ordinal (escala Likert 1-5)	Conjunto de herramientas, tecnologías como la automatización, digitalización que impactan en la forma en como las organizaciones llevan a cabo el desarrollo de sus productos.	Encuestas con una escala de Likert 1-5, sobre percepción de factores tecnológicos en comparación con los factores culturales	Independiente	Uso de herramientas: - Automatización - Monitoreo - CI/CD - Observabilidad	Promedio de percepción tecnológica (Likert).
Disposición a adoptar DevOps	Cuantitativa	Ordinal (escala Likert 1-5)	Grado de apertura y voluntad de los equipos para adoptar prácticas DevOps en su cultura y procesos organizativos.	Encuestas con una escala de Likert 1-5, sobre percepción de grado de adopción de DevOps.	Dependiente	-Intención de uso - Apertura al cambio	Promedio de disposición (Likert).

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4 Hipótesis

Según Sampieri (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018) “Las hipótesis son explicaciones tentativas del fenómeno o problema investigado formuladas como proposiciones o afirmaciones y constituyen las guías de un estudio” Es decir que sirven como guía provisional a las preguntas de investigación planteadas y se formulan de acuerdo con el alcance de la investigación. Sampieri también expone que la formulación de hipótesis es parte esencial en los estudios correlacionales y explicativos “Los estudios correlacionales formula hipótesis correlacional y en los estudios causales se formulan hipótesis causales”.

Debido a que el alcance de la investigación es correlacional dado que se pretende establecer la relación entre variables, y a su vez es explicativo ya que busca responder las causas de los eventos o fenómenos observados, con el fin de proporcionar un entendimiento más profundo sobre los factores críticos de la adopción de DevOps. En este sentido, la naturaleza de la pregunta de investigación planteada refleja la necesidad de responder a la incertidumbre sobre el impacto y factores críticos de la adopción de DevOps. Tal como lo menciona (Inam-ur-Rahman et al., 1990) “Si la pregunta expresa la incertidumbre, la hipótesis anticipa la posible respuesta” En este contexto, las hipótesis buscan establecer la relación entre la adopción de prácticas DevOps y sus efectos en la eficiencia operativa, las barreras técnicas y organizacionales y la disposición organizacional al cambio.

Hipótesis General: Impacto de la integración de prácticas DevOps en la eficiencia operativa.

Pregunta general: ¿Cuál sería el impacto de la integración de prácticas DevOps en la eficiencia operativa del proceso de despliegue de aplicativos y servicios, en comparación con procesos tradicionales?

H0: No existe un impacto significativo en los proyectos que aplican DevOps en relación con la eficiencia operativa en la reducción en el tiempo de entrega y en la tasa de errores, en comparación con los proyectos que siguen metodologías tradicionales.

H1: Los proyectos que aplican DevOps muestran mayor eficiencia operativa en la reducción en el tiempo de entrega y en la tasa de errores, en comparación con los proyectos que siguen metodologías tradicionales.

Justificación: Las métricas de desempeño propuestas por DORA, establecen una serie de

métricas claves para medir el rendimiento de la entrega de software, estas métricas muestran que hay una eficiencia operativa mayor. El estudio de estas métricas ha identificado que hay una correlación positiva en los tiempos de entrega y reducción de errores. (Digital Operational Resilience Act (DORA) - EIOPA).

Hipótesis de la Pregunta 1

Pregunta específica 1: En el ciclo de despliegue de aplicativos, ¿qué impacto tiene el enfoque DevOps, en comparación con metodologías tradicionales, en la reducción en la reducción de la tasa de errores y en la optimización de los tiempos de entrega en producción?

H0: La adopción de prácticas DevOps no genera una reducción porcentual significativa en los tiempos de entrega y en la tasa de errores en comparación con metodologías tradicionales.

H1: La adopción de prácticas DevOps genera una reducción porcentual significativa en los tiempos de entrega y en la tasa de errores en comparación con metodologías tradicionales.

Justificación: Existen estudios empíricos que demuestran que las organizaciones que adoptan DevOps alcanzan a reducir los tiempos de entrega y la tasa de errores gracias a la automatización y la integración continua. De acuerdo con el reporte de DORA, que establece una serie de métricas claves para medir el rendimiento de la entrega de software, se encuentran métricas que demuestran que hay una mejora en tiempos de entrega y una tasa de fallo hasta 8 veces menor. (Digital Operational Resilience Act (DORA) - EIOPA, s. f.).

Según (Krey, 2022) demuestra que la automatización de tareas en DevOps facilita la entrega y el despliegue continuo de software, también aumenta la calidad de la funcionalidad desplegada lo que reduce significativamente los errores en producción y a su vez mejora los tiempos de implementación de cambios.

De acuerdo con el Modelo de Aceptación Tecnológica, (Ma & Liu, 2005) plantea que la percepción de utilidad y la facilidad de uso, son factores determinantes en la aceptación de nuevas tecnologías. En este caso, las prácticas DevOps son percibidas como herramientas que aumentan la eficiencia operativa. En este sentido y en coherencia con los principios del Modelo TAM, la adopción de prácticas DevOps se sustenta en la percepción de utilidad (mayor productividad, eficiencia) lo que justifica la relación entre la adopción e implementación de estas prácticas.

Hipótesis de la Pregunta 2

Pregunta específica 2: En los equipos de desarrollo y operaciones, ¿cuáles son las barreras técnicas y organizacionales que presentan mayor frecuencia e impacto percibido en comparación con las metodologías tradicionales?

- **H0:** No existen diferencias significativas en la frecuencia ni en el impacto percibido entre las barreras técnicas y organizacionales que limitan la adopción de DevOps.
- **H1:** Existen diferencias significativas en la frecuencia y en el impacto percibido entre las barreras técnicas y organizacionales que limitan la adopción de DevOps.

Justificación: Justificación: Los estudios existentes sobre las barreras que enfrentan las empresas en la adopción de DevOps reflejan que existen barreras técnicas (infraestructura complicada y heredada, madurez tecnológica, falta de conocimiento técnico, riesgos de seguridad) y organizacionales (Falta de colaboración, comunicación, confianza, poca gestión) las cuales generan impactos significativos sobre la percepción de los equipos de desarrollo y operaciones acerca de la implementación de DevOps (Khan et al., 2022). Otros estudios señalan también que los desafíos culturales y organizacionales son la barrera más significativa para implementar las prácticas DevOps en una organización.

En consecuencia, desde la perspectiva del modelo ADKAR (Roció et al., s. f.), estas barreras se explican por las etapas que sugiere el modelo, las cuales determinan la adopción exitosa de un cambio, siendo estas: Conciencia, Deseo, Conocimiento, Habilidad y Refuerzo. De manera que cuando fallan componentes como la conciencia y el conocimiento, los involucrados no comprenden las razones ni poseen las competencias técnicas necesarias para adoptar nuevas prácticas, lo que se traduce en resistencia organizacional.

Por lo tanto, al conectar los elementos del modelo ADKAR con la información presentada por (Krey, 2022), se establece la suposición de que hay diferencias notables en la frecuencia y el impacto que se percibe entre las limitaciones técnicas y organizativas que obstaculizan la implementación de DevOps. Lo que sugiere que los desafíos organizacionales son en consecuencia las barreras con más efecto significativo en las personas, a diferencia de las limitaciones técnicas, ya que estas suelen solventarse inversiones en la infraestructura tecnológica, o estableciendo programas de capacitación. Por lo que la aplicación de este modelo sustenta la formulación de la hipótesis planteada.

De acuerdo con el enfoque mixto de la investigación, el establecimiento de la hipótesis para esta pregunta con un dominio cualitativo se puede realizar debido a la transformación en datos cuantificables. Como explica (Creswell & Plano Clark, 2018a) que, en los diseños mixtos, las hipótesis pueden referirse tanto a variables cuantitativas como a resultados derivados de la transformación de datos cualitativos en cuantificables (p. ej., frecuencias, escalas).

Hipótesis de la Pregunta 3

Pregunta específica 3: En la cultura organizacional del sector financiero hondureño, ¿cómo la percepción sobre la colaboración entre equipos, en comparación con la percepción sobre las herramientas, influye en la disposición a adoptar prácticas DevOps?

- **H0:** La percepción sobre la colaboración entre equipos y sobre el uso de herramientas influye en la disposición a adoptar prácticas DevOps.
- **H1:** La percepción sobre la colaboración entre equipos y sobre el uso de herramientas influye en la disposición a adoptar prácticas DevOps, siendo la colaboración entre equipos el factor con mayor influencia

Justificación: La disposición de adoptar DevOps está influenciada en su gran mayoría por factores culturales por sobre los factores tecnológicos. (Khan et al., 2022) sostiene que “El cambio cultural es la barrera más desafiante entre el desarrollo y la operación para implementar prácticas de DevOps”, por otro lado (Krey, 2022) explica que elementos como la colaboración, la comunicación y la confianza entre los equipos, representan un factor decisivo para la adopción de DevOps.

En consecuencia, poseer una cultura de colaboración puede afectar positivamente la disposición de adoptar DevOps, ya que estas prácticas no solo representan un conjunto de herramientas o automatizaciones, sino que son un movimiento cultural basado en la cooperación y trabajo en equipo. Si bien una organización puede poseer la infraestructura tecnológica o las herramientas técnicas adecuadas, si no existe una cultura colaborativa, esto puede repercutir en la implementación exitosa de DevOps.

Tanto el modelo ADKAR y el modelo TAM, son modelos que explican como la colaboración y la cultura organizacional, así como la facilidad de uso percibida influyen en la disposición de cambio en las organizaciones. Ambas teorías sustentan como la colaboración es un elemento importante en la adopción de cualquier tecnología y en la aceptación del cambio. Y la evidencia

de (Krey, 2022) confirma que los elementos culturales tienen una influencia mayor que los factores técnicos.

3.2 ENFOQUE

De acuerdo con Creswell & Plano Clark (2018), los métodos mixtos incluyen la recopilación y análisis de datos cuantitativos y cualitativos en un único estudio, integrando los resultados para facilitar una mejor comprensión de las cuestiones de investigación.

El análisis actual se lleva a cabo utilizando un enfoque mixto. Desde la perspectiva cuantitativa, se analizan datos históricos relacionado con los despliegues de aplicativos y servicios para evaluar indicadores de desempeño como los tiempos de entrega de cambios y la tasa de errores post producción. Por otro lado, se presenta un enfoque cualitativo para estudiar las barreras técnicas y organizacionales mediante la aplicación de cuestionarios y entrevistas a profesionales en el ámbito de desarrollo y operaciones, con la finalidad de recopilar las opiniones, experiencias y desafíos que enfrentan al incorporar prácticas de DevOps.

La elección de este enfoque es adecuada por las siguientes razones:

- **Triangulación de datos:** De acuerdo con Carter et al. (2014) la triangulación de datos alude a la utilización de diversas técnicas o fuentes de información con el fin de crear una comprensión más amplia del objeto de estudio. Al utilizar un enfoque mixto se analizarán tanto datos numéricos y datos sobre percepción lo que permitirá abordar la problemática desde diferentes perspectivas.
- **Profundidad:** De acuerdo a Hernández Sampieri & Mendoza Torres (2018) la investigación cualitativa se enfoca en entender a fondo los significados y contextos detrás de los datos, mientras que la investigación cuantitativa se centra en realizar un análisis exhaustivo de relaciones, tendencias y generalizaciones estadísticas . El análisis cuantitativo permitirá medir el impacto de la integración de prácticas DevOps, mientras que el análisis cualitativo, ayudara a comprender las causas subyacentes que influyen sobre la adopción de estas prácticas, permitiendo conocer la importancia de adoptar estas mejores prácticas.

3.2.1 Alcance

3.2.2 Nivel Correlacional - Explicativo

De acuerdo a lo indicado por (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018), las investigaciones con alcances correlacionales tienen como objetivo comprender cómo se relacionan o qué grado de asociación hay entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto

determinado. Los mismos autores indican que las investigaciones explicativas superan la mera descripción de ideas o de la vinculación entre ideas; ya que, buscan dar respuesta a las causas de los acontecimientos físicos o sociales (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

El estudio actual se sitúa fundamentalmente en un enfoque correlacional y explicativo, su objetivo es amplio, ya que, los investigadores buscan reconocer conexiones significativas entre diferentes variables y aclarar los mecanismos a través de los cuales estas afectan el proceso de implementación de aplicaciones y servicios. En este contexto, los estudios de tipo correlacional y explicativo resultan especialmente útiles, pues permiten no solo establecer la relación entre variables, sino también entender las razones que sustentan tales relaciones en entornos organizacionales complejos y supervisados.

3.3 DISEÑO

3.3.1 Población

En el marco de esta investigación, la selección de la población a estudiar es importante para poder delimitar el alcance de la investigación y asegurar que los resultados sean representativos, permitiendo conocer a profundidad del impacto de la adopción de DevOps en un contexto no solo organizacional, sino que también operativo.

En este sentido, la población estará conformada por un grupo de colaboradores que trabajan en las áreas de interés de DevOps, personas que están directamente involucradas en los procesos de despliegue de aplicativos y servicios en la empresa objeto de estudio. Para su delimitación, se consultaron los organigramas de la organización, lo que permitió identificar personal de dos áreas o grupos principales. En este contexto, se consideran personas que trabajan en las áreas de desarrollo de software y administración de servidores. El grupo conformado por el área de desarrollo está compuesto por 90 profesionales, de los cuales 5 participan de forma activa en la implementación de DevOps. El segundo grupo corresponde al área de servidores y operaciones de TI, quienes son responsables de los despliegues en entornos de producción, conformado por 12 colaboradores. En consecuencia, la población está compuesta por 102 profesionales. Lo que determina que la población del estudio es finita.

3.3.2 Muestra

El establecimiento de la muestra es importante para que los resultados de la investigación tengan la validez necesaria. Como lo menciona Ahmed (2024) sobre como elegir una técnica de muestreo y determinar el tamaño de la muestra:

La determinación del tamaño de la muestra es vital en la investigación para obtener resultados válidos y confiables. En la estimación de medias o proporciones poblacionales, la aplicación de la fórmula correcta garantiza que la muestra tomada represente a la población y minimice el error

En lo que corresponde a la investigación, la muestra se ha determinado a través de técnicas estadísticas con el fin de garantizar una representatividad equitativa. Tomando en cuenta que la población de interés está compuesta por un total de 102 colaboradores pertenecientes a las áreas vinculadas con el proceso de desarrollo y despliegue de software; 90 desarrolladores y 12 especialistas en operaciones y servidores. Para el cálculo de la muestra se utilizó la fórmula de muestreo para poblaciones finitas, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, y una proporción estimada de 0.5 se obtuvo un tamaño muestral de aproximadamente 81 participantes.

- **Cálculo del tamaño de la muestra para una población finita: Formula de Cochran**

La fórmula general para el cálculo:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p(1 - p)}{E^2}$$

n = tamaño de muestra inicial para poblaciones

Z= 1.96 (95% confianza)

p= 0.5 (variabilidad)

q= 1-p= 0.5

e=0.05

$$n = \frac{(1.96)^2 \cdot 0.5(1 - 0.5)}{(0.05)^2} \quad n = 384.16$$

- **Cálculo de muestra por corrección de población finita**

$$m = \frac{N \cdot n}{N + n - 1}$$

m= tamaño de muestra ajustado,

n= tamaño de muestra inicial de la fórmula de Cochran o de las otras fórmulas,

N = tamaño total de la población

$$m = \frac{102 \cdot 384.16}{102 + 384.16 - 1} = \frac{39184.32}{485.16} = 80.7657 \approx 81$$

Dado que se necesitaba incluir proporcionalmente a participantes de ambas áreas, la distribución de la muestra se realizó de forma proporcional a la composición de cada estrato, donde el 88% de los integrantes de la población pertenecen al área de desarrollo mientras que solo el 12% pertenecen a operaciones, de esta forma se obtienen como muestra 71 participantes del área de desarrollo y 10 participantes al área de operaciones.

- **Distribución proporcional por áreas**

Fórmula para el muestreo estratificado

$$nh = \frac{Nh}{N} \cdot n$$

Donde;

nh = tamaño de la muestra para el estrato h,

Nh = tamaño de la población para el estrato h,

N = tamaño total de la población,

n = tamaño total de la muestra.

Muestra área de Desarrollo:

$$nh_{dev} = \frac{90}{102} \cdot 81 \quad nh = 71.47 \approx 71$$

Muestra área de Operaciones:

$$nhops = \frac{12}{102} \cdot 81 \quad nh = 9.53 \approx 10$$

- **Muestreo probabilístico estratificado proporcional con estrato de certeza**

Debido a que en la población de estudio existen 5 desarrolladores que son expertos en DevOps, con la intención de incluirlos de manera intencionada y/o forzada, se estableció un criterio de inclusión sobre el estrato de desarrolladores. Según Cochran (1977) en los diseños estratificados es válido incorporar la totalidad de un subgrupo pequeño pero crítico para garantizar su representación en la muestra. En este contexto, y por conveniencia se presenta el refinamiento de la muestra partiendo con la extracción de las 5 personas expertas, y se realiza el cálculo correspondiente a la estratificación proporcional aplicada anteriormente:

- **Extracción del estrato de certeza**

- Población restante: $N = 102 - 5 = 97$
- Muestra restante para seleccionar: $n = 81 - 5 = 76$

- **Muestreo estratificado a la población restante:**

- Estrato Desarrolladores restantes: $N_h = 90 - 5 = 85$
- Estrato Operaciones restantes: $N_h = 12$

Formula;

$$nh = \frac{N_h}{N} \cdot n$$

Calculo muestral para el estrato “Desarrolladores”:

$$nhdev = \frac{85}{97} \cdot 76 \quad nh = 66.5 \approx 67$$

Calculo muestral para el estrato “Operaciones”:

$$nhops = \frac{12}{97} \cdot 76 \quad nh = 9.4 \approx 9$$

- **Composición Final de la Muestra Híbrida:**

5 (Desarrolladores del estrato de certeza) + 67 (Desarrolladores del muestreo estratificado) + 9 (Operaciones del muestreo estratificado) = 81

De esta manera, nos aseguramos de que la muestra final no solo cumple con los requisitos estadísticos de representación, sino que también abarca a los individuos más significativos en la implementación de DevOps, garantizando así resultados de gran calidad y detalle.

3.3.3 Técnica de Muestreo

Con el objetivo de garantizar la validez y representatividad de los resultados, se optó por la aplicación de un muestreo probabilístico estratificado proporcional con un estrato de certeza. Como punto de partida se utilizó un estrato de certeza para garantizar que los desarrolladores involucrados con DevOps estén dentro del estrato de la muestra de desarrolladores, como segunda técnica se utilizó el muestreo aleatorio simple y finalmente se implementó la estratificación por áreas de interés. De acuerdo a lo mencionado por (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018) en el muestreo estratificado proporcional, la población se divide en segmentos o estratos y de cada uno se extrae una muestra en proporción al número de elementos que el estrato tiene dentro de la población.

La selección de la técnica de muestreo de tipo probabilístico aleatorio simple permite que cada individuo de la población tenga la misma probabilidad de ser seleccionada. Ya que de la población completa se puede seleccionar al azar. Como lo menciona (Ahmed, 2024) “El muestreo probabilístico asegura que cada sujeto de la población tenga una posibilidad conocida, distinta de cero, de selección. La aleatorización en este diseño reduce el sesgo de selección y hace que la muestra sea representativa de la población”.

Respecto a la utilización de la técnica de muestreo por estratificación es oportuna para el estudio ya que la población está compuesta por dos áreas o grupos diferentes (Desarrollo y Operaciones), esto asegura la representatividad de ambos grupos en la muestra. Para ello se hace uso de una estratificación proporcional, al total de la muestra seleccionada sobre el total de la población. Tal como lo resalta Ahmed (2024) “El muestreo estratificado se utiliza cuando una población puede dividirse en subgrupos o estratos distintos, como por grupo de edad, género o nivel educativo. El tamaño de la muestra para cada estrato puede determinarse mediante la asignación proporcional”.

En resumen, la elección de las técnicas seleccionadas responde a las siguientes prioridades:

- **Garantía de representatividad:** Dado que la población de estudio está compuesta por dos grupos con características y realidades diferentes. La sola elección de un muestreo aleatorio simple, solo permite que cada individuo tenga la misma probabilidad de ser seleccionada, sin embargo, podría por puro azar sobre representar a los desarrolladores y sub representar a los de operaciones. En este sentido la estratificación proporcional asegura que la muestra tenga representantes de ambos grupos, sin excluir a ninguno de ellos.
- **Aumento de precisión estadística:** Gracias a la creación de estratos. Se reduce la variabilidad general de la muestra. Y asegura que todos los subgrupos importantes de la población estén representados en la muestra.

En consecuencia, dado que la población es de un total de 102 colaboradores, la cual incluye 90 desarrolladores y 12 del área de servidores. El tamaño de la muestra se determinó mediante la aplicación de la fórmula de muestreo aleatorio simple de Cochran con un ajuste mediante corrección para población finita debido a que el tamaño de la población es pequeño. Lo que arrojo un valor aproximado de 81 participantes. Y posteriormente se aplicó la distribución proporcional estratificado con estrato de certeza que resultó en una muestra de 72 participantes del área de desarrollo y 9 del área de operaciones. La siguiente tabla muestra un resumen comparativo que resume la población y la muestra final por área:

Tabla 10 Tabla comparativa población, muestra y técnica.

Área / Grupo	Población (N)	Técnica de muestreo	Muestra prevista (n)	Nota metodológica
Desarrollo (Total)	90	Aleatorio simple dentro del estrato proporcional	≈72	Mantiene proporción poblacional; mejora precisión de estimaciones.
Desarrolladores CI/CD	5	Estrato de certeza (inclusión forzosa)	5	Núcleo de adopción DevOps; garantiza su inclusión analítica.
Desarrolladores no CI/CD	85	Aleatorio simple dentro del estrato	≈67	Selección aleatoria hasta completar cuota de desarrollo.
Servidores / Operaciones	12	Aleatorio simple dentro del estrato proporcional	≈9	Aporta la perspectiva operativa y de despliegues.
Total, Muestra (cuantitativa)	102	Probabilístico (SRS / estratificado con estrato de certeza)	≈81	95% confianza, 5% error; corrección por población finita.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.4 Criterios de Selección

Tabla 11 Criterios de inclusión y exclusión de unidades de análisis.

Tipo de criterio	Criterio específico	Descripción operacional	Justificación
Inclusión	Experiencia en desarrollo de software.	Que cuenten con al menos 2 años de experiencia en desarrollo de software.	Asegura que la población seleccionada posea experiencia en desarrollo de software.
Inclusión	Personal vinculado a despliegue de aplicativos y servicios	Participación de roles clave (desarrolladores, ingenieros de software, gerentes de proyectos).	Facilita la obtención de diferentes enfoques (técnico, operativo, estratégico) y refuerza la convergencia de información.
Inclusión	Disponibilidad para participar en encuestas/entrevistas	Autorización institucional para colaborar con el estudio.	Asegura que los participantes tengan acceso a datos verídicos y otorguen su aprobación de manera ética.
Exclusión	Personal sin experiencia en despliegue de aplicativos	Roles administrativos o externos sin relación con el proceso de despliegue.	Evita sesgos y asegura que las respuestas estén basadas en experiencia práctica.
Exclusión	Personal sin experiencia mínima de 2 años en desarrollo de software.	Excluir personal que no posee la experiencia mínima de 2 años desarrollo de software.	Asegura que la población seleccionada solo incluya personal con la experiencia necesaria para la investigación.
Inclusión	No poseer disponibilidad para participar en encuestas/entrevistas	Excluir el personal que no posee la autorización o disponibilidad para atender encuestas /entrevistas.	Evita que se incluya personal que no desee colaborar o no esté autorizada a atender encuestas y entrevistas.

Fuente: Elaboración propia.

3.4 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS

En este estudio se emplea un enfoque mixto, con la utilización de técnicas como encuestas estructuradas, que incluirán una estructura en escala de Likert (1-5), la cual abordará específicamente aspectos sobre las barreras técnicas y organizacionales que los participantes consideran a fin de establecer un ranking de acuerdo con la frecuencia percibida, también incluirán preguntas sobre el impacto en la percepción de los factores culturales y organizacionales. Para analizar el impacto de las prácticas DevOps en la eficiencia operativa se hará uso de la revisión documental e histórica sobre los procesos de despliegue en la organización.

3.4.1 Técnicas

Encuestas: Las encuestas son útiles para recopilar datos de un grupo de personas. Estos datos pueden ser cuantitativos o cualitativos. Hernández Sampieri & Mendoza Torres (2018) los

identifica como cuestionarios y los define como: “Consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir”. En esta investigación, se aplicará una encuesta a los grupos de desarrolladores y administración de servidores de la organización, la encuesta constará de una serie de preguntas, medidas con una escala de Likert, las cuales están diseñadas para identificar y categorizar las barreras técnicas y organizacionales de acuerdo con su impacto y frecuencia. La encuesta incluye también preguntas acerca de percepción sobre los factores culturales y tecnológicos que influyen en la disposición de adoptar DevOps, enfocados específicamente en la colaboración y el uso de las herramientas.

Entrevistas semiestructuradas: Según (Hernández Sampieri & Mendoza Torres,2018) “La entrevista consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios, ante los cuales se pide la reacción de los participantes.” Es decir, se presenta cada afirmación al sujeto y se le solicita que externé su reacción eligiendo uno de los cinco puntos o categorías de la escala de Likert. Se realizarán de 5 a 10 entrevistas semiestructuradas a expertos en DevOps, líderes de proyectos y a desarrolladores seniors involucrados en desarrollos que incluyen prácticas DevOps.

Revisión documental: Consistirá en consultar documentación acerca de despliegues en producción haciendo énfasis en dos indicadores clave; tiempo medio de entrega y tasa de errores post producción en proyectos. Esta documentación se hará a través del uso de una ficha de recolección de indicadores.

3.4.2 Instrumentos y Procedimientos

- **Revisión documental de registros históricos**

1. **Técnica:** Análisis documental. Extracción y análisis de datos de rendimiento.
2. **Instrumento:** Fichas de recolección de indicadores (plantilla diseñada para extraer: número de incidentes post-despliegue, tiempos de entrega de cambios, pipeline aplicado).
3. **Justificación:** Permite medir de forma objetiva la eficiencia operativa a través de indicadores cuantitativos disponibles en registros de despliegue, garantizando validez de datos al provenir de fuentes institucionales.
4. **Procedimiento:**
 - Solicitud formal al área de TI para acceder a registros de despliegue de los últimos 8 meses.

- Extracción de indicadores en hojas de cálculo estandarizadas.
 - Clasificación de proyectos según adopción o no de prácticas DevOps (0/1).
- **Encuestas tipo Likert**
 1. **Técnica:** Encuesta de percepción.
 2. **Instrumento:** Cuestionario estructurado en escala Likert (1 = totalmente en desacuerdo, 5 = totalmente de acuerdo).
 3. **Justificación:** Recolecta información estandarizada y comparable sobre percepción cultural, tecnológica, barreras y disposición a adoptar DevOps, alineándose con variables definidas.
 4. **Procedimiento:**
 - Diseño del cuestionario en Google Forms
 - Aplicación a los profesionales de las áreas de desarrollo y operaciones (población finita).
 - Exportación de resultados a R para análisis estadístico (frecuencias, promedios, correlaciones).

Se adjunta el link del instrumento realizado en la herramienta Google forms:
<https://forms.gle/WPf61oJWHS6eCfjK8>

- **Entrevistas semiestructuradas**

1. **Técnica:** Entrevista cualitativa.
2. **Instrumento:** Guía de preguntas abiertas y semiabiertas, diseñada con base en la literatura y las variables (barreras técnicas y organizacionales).
3. **Justificación:** Permite profundizar en las percepciones y experiencias, facilitando el análisis temático y la categorización de barreras. Complementa la encuesta con datos cualitativos ricos.
4. **Procedimiento:**
 - Selección intencional de 5–10 participantes clave (desarrolladores senior, líderes de proyecto, personal de operaciones).
 - Conducción de entrevistas presenciales (30–40 minutos).
 - Grabación con consentimiento informado.
 - Transcripción y análisis temático.

3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

En el marco de esta investigación se presenta el uso de fuentes de información de carácter primarias y secundarias, con el objetivo de estudiar la problemática planteadas basada en análisis documental proveniente de estas fuentes, al igual que contextualizar la investigación basada en fuentes provenientes de estudios previos sobre la problemática abordada. De esta forma las fuentes de información consultadas dan validez, confiabilidad y rigurosidad académica a los hallazgos que resulten de la investigación.

Entre las fuentes primarias, se hacen uso de encuestas, entrevistas y análisis documental pertinente que dan evidencia directa y original para responder a las preguntas de investigación planteadas.

3.5.1 Fuentes Primarias

Las fuentes primarias de la investigación parten de la información recolectada directamente de cada uno de los colaboradores que participen en las encuestas estructuradas y las entrevistas semi estructuradas, como también de los registros históricos sobre procesos de despliegue. Estos instrumentos permitirán recolectar la información referente a percepciones de los participantes sobre la disposición de adoptar DevOps, estudiado desde las barreras técnicas y organizacionales, y los factores culturales y tecnológicos. Estas fuentes son primordiales ya que garantizan un análisis representativo de los factores críticos que se buscan responder dentro de la investigación. Entre ellas e incluyen:

- **Dataset de encuestas aplicadas a los profesionales de TI:** Los cuales contendrán la información de las respuestas a las preguntas sobre factores culturales, tecnológicos, disposición al cambio y las barreras.

Justificación: Son la evidencia directa de las percepciones de los encuestados, acerca de las barreras permitiéndolas cuantificar en función de su impacto y frecuencia, así como medir la correlación entre los factores culturales/tecnológicos y la disposición de adoptar DevOps.

- **Información de entrevistas semiestructuradas.** Esta representa los registros textuales de las entrevistas aplicadas a personal clave; desarrolladores DevOps, líderes y administradores de servidores.

Justificación: Estos registros proveen evidencia sobre las percepciones de los entrevistados, permitiendo conocer su apreciación sobre los factores críticos de la adopción de

DevOps dentro de la organización.

- **Registros históricos sobre despliegues.** Recoge la información acerca de los tiempos de entrega y reporte de incidentes por cada aplicativo o servicio desplegado en producción. Cotejando información sobre despliegues realizados con DevOps en comparación con despliegues con metodologías tradicionales.

Justificación: Estos datos constituyen indicadores objetivos que permiten medir el impacto de la aplicación de prácticas DevOps en los procesos de despliegues de software, en comparación con las metodologías tradicionales.

3.5.2 Fuentes Secundarias

1. Literatura académica

- Libros y manuales de metodología de investigación (ej. Hernández Sampieri, Creswell, Flick).
- Publicaciones científicas sobre DevOps, transformación digital y adopción en entornos financieros (Scopus, IEEE, Springer, ACM).
- Estudios previos de casos similares en LATAM, Europa o Asia.

2. Informes y reportes institucionales

- Reportes de organismos internacionales sobre digitalización (CEPAL, BID, Banco Mundial, IFC, OCDE).
- Estudios de madurez tecnológica (ej. *State of DevOps Report* de Google/DORA, informes de Puppet, GitLab, Atlassian).
- Informes de consultoras (Gartner, McKinsey, Deloitte, Accenture) aplicados al sector financiero.

3. Normativas y marcos regulatorios

- Normativas nacionales: Comisión Nacional de Bancos y Seguros (CNBS), leyes de ciberseguridad, guías locales de TI.
- Estándares internacionales: COBIT 2019, ITIL 4, ISO/IEC 27001 (seguridad), ISO/IEC 32675:2022 (DevOps).
- Regulaciones comparativas (ej. DORA en la Unión Europea, GDPR, CCPA).

4. Datos y estadísticas públicas

- Índices internacionales (EGDI de Naciones Unidas, DGI de OCDE–BID).

- Estadísticas sobre adopción tecnológica en empresas financieras en Honduras y la región (EUROSTAT, IFC, Finovista, etc.).
 - Datos de asociaciones de TI y fintech regionales.
5. **Documentos internos de la empresa objeto de estudio** (cuando no sean producidos específicamente en la investigación)
- Procedimientos de despliegue tradicionales documentados.
 - Informes históricos de incidentes y métricas de TI.
 - Reportes de auditoría o cumplimiento normativo previos (En caso de ser necesario).

Justificación: La utilización de estas fuentes darán soporte, robustez y validez académica a la investigación, permitiendo a los investigadores contextualizar la problemática planteada a través de estudios existentes, datos estadísticos, normativas, buenas prácticas y documentación interna de la empresa objeto de estudio.

3.6 PLAN DE ANÁLISIS

A continuación, se presenta un plan de trabajo detallado para la ejecución de la metodología a aplicar a los datos obtenidos en fases previas. La cual incluye las diferentes fases desde la recolección de datos hasta el análisis final de las fuentes de información.

Tabla 12 Plan de Análisis

Fases	Descripción	Actividades	Entregables	Duración
1. Preparación de Instrumentos.	Preparación inicial de la recolección de datos.	-Definición de técnicas e instrumentos. -Elaboración de instrumentos para recolección de datos	Instrumentos -Encuesta: Formulario de Google Forms. -Entrevista: Elaboración detallada de formato. -Formato de recolección de indicadores.	1 semana
2.Recolección de datos	Aplicación de la encuesta y entrevistas a la muestra de la población seleccionada.	-Realizar encuestas a personal de área de desarrollo y operaciones. -Realizar entrevistas a personal clave.	-Encuestas con sus respuestas a las preguntas. -Entrevistas transcritas.	1 semana
3.Organización y limpieza de datos	Preparación inicial de la información recolectada para garantizar su calidad e integridad.	-Recolección de datos -Limpieza de Datos -Transformación de variables según sea necesario.	Base de datos limpia y validada (encuestas, entrevistas, registros históricos).	1 semana

Fases	Descripción	Actividades	Entregables	Duración
4. Análisis descriptivo Inicial	Obtención de un panorama general de los datos recolectados.	-Calcular las frecuencias y promedios sobre los datos (barreras, factores, tiempos e incidentes) -Identificación de barreras con mayor frecuencia, a partir de encuestas y entrevistas	Informe descriptivo preliminar con tablas y gráficos.	1 semana
5. Análisis inferencial	Análisis de variables clave según preguntas de investigación	-Análisis Correlacional: Comparación de proyectos con y sin DevOps. Pruebas de Hipótesis. Pruebas estadísticas.	Reporte de resultados inferenciales y correlacionales.	1 semanas
6. Análisis Cualitativo	Análisis de respuestas a entrevistas y encuestas.	- Identificación de temático (barreras técnicas y organizacionales). - Construcción de un ranking de barreras.	-Análisis temático	1 semana
7. Integración y triangulación de hallazgos	Relación de hallazgos de fases temático y correlacional.	-Triangular resultados de encuestas, entrevistas y registros. - Redactar síntesis analítica para Capítulo 4.	Informe integrado de análisis y conclusiones para el borrador del capítulo IV	2 semanas

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Tras haber establecido el marco teórico y el diseño metodológico mixto en los capítulos anteriores, este capítulo se adentra en el estudio y análisis de los datos que constituye una parte fundamental de la investigación. Se presentará el análisis exhaustivo de los diferentes datos recolectados, dando inicio con una fase exploratoria para comprender la estructura de la información y su naturaleza, así como cada uno de los análisis estadísticos que mostraran y sustentaran las respuestas a las hipótesis planteadas sobre la adopción de prácticas DevOps en la empresa objeto de estudio.

En síntesis, este capítulo se presenta el análisis, tratamiento y los hallazgos obtenidos de los datos recolectados en la empresa objeto de estudio. Para este fin. El capítulo se organiza en dos secciones principales. Se comienza con un Análisis Exploratorio Datos (AED) (4.1) en la cual se muestra una Descripción general del conjunto de datos (4.1.1) permitiendo explorar, describir y resumir las características de la data, seguidamente se encuentra la sección de Limpieza y Preparación de datos (4.1.2) en ella se incluye estadísticas descriptivas, con el fin de detectar valores atípicos y la transformación de las variables de acuerdo con las necesidades. En la sección de Visualización de datos (4.1.3) en donde se encuentran gráficos como complemento del análisis exploratorio de los datos, en los cuáles se observan el comportamiento de las variables de forma gráfica.

Posteriormente, se detalla el Informe del Proceso de Recolección de Datos (4.2), proporcionando un contexto completo sobre el origen y la validez de la información analizada.

Finalmente se presentan una sección acerca de los Resultados y Análisis de las Técnicas Aplicadas (4.3) en donde se aborda la presentación de los datos, dividida en dos subsecciones; Resultados Cuantitativos (4.3.1) en la que se determinan la descripción de los hallazgos más importantes del estudio de las variables, la relación con los objetivos y su análisis estadístico, y el Análisis Cualitativo (4.3.2) de las variables cualitativas del conjunto de datos analizados.

4.1 ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS (AED)

4.1.1 Descripción general del conjunto de datos

- **Descripción general del conjunto de datos de despliegues**

El conjunto de datos analizados en esta sección corresponde a los datos obtenidos acerca de los despliegues de software realizados en los últimos 11 meses del año 2025. Estos fueron recolectados a través de la revisión documental de dos áreas de tecnología; el área de incidentes y

problemas y el área de desarrollo, las cuales proporcionaron información sobre los despliegues de los proyectos e incidentes.

Para el análisis de los datos asociados a los despliegues, el cual corresponde a un análisis de los datos operativos expresados en términos de LTFC, errores post-despliegues, fecha de paso a QA y PRD, como se definió en la sección de operatividad de las variables, se trabajó con la totalidad de los registros históricos proporcionados por el área de Desarrollo y Operaciones (incidentes y problemas). Este tipo de información es un registro histórico completo de un periodo de tiempo en particular, lo que constituye un censo y no un conjunto de datos con población infinita. Según (Saunders et al., 2023), el muestreo es una técnica que se utiliza cuando la población de estudio es demasiado grande, desconocida o difícil de acceder. En este caso, no es necesario calcular una muestra para los datos de despliegues.

Debido a la clasificación de los despliegues por el tipo de metodología, se decidió recolectar la información y dividirla en dos dataset iniciales provenientes de dos archivos, uno en el que se encuentran los registros sobre proyectos con metodología tradicional y otro con metodología DevOps. De forma preliminar se revisó la estructura de los archivos y su conjunto de datos lo que permitió identificar el tipo de cada variable, para obtener los diccionarios de datos que se muestran en las Tablas 13 y 14.

Tabla 13 Descripción general de las variables analizadas de despliegues con metodología tradicional

Variable	Tipo de Dato	Descripción	Tipo Variable
id_despliegue	character	Identificador único del despliegue	Identificador único
tipo_proyecto	character	Clasificación de proyecto (Proyecto/ Incidente)	Cualitativa Categorica
metodologia	character	Metodología empleada (Tradicional)	Cualitativa Categorica
ci_cd	numeric	Indicador si utiliza mecanismos de CI/CD	Cualitativa Dicotómica (0/1)
auto_test	numeric	Indica si se aplicaron pruebas automatizadas	Cualitativa Dicotómica (0/1)
iac	numeric	Indica si hace uso de infraestructura como código	Cualitativa Dicotómica (0/1)
monitoring	numeric	Utiliza monitoreo	Cualitativa Dicotómica (0/1)
logging	numeric	Implementa registros de logs	Cualitativa Dicotómica (0/1)
code review	numeric	Realiza una revisión de código previa al despliegue	Cualitativa Dicotómica (0/1)
errores_post_despliegue	numeric	Conteo de incidentes posteriores al despliegue	Cuantitativa Discreta
fecha_qa_proyecto	character	Fecha en el que el control de cambios ingresó a	Cuantitativa

		QA (aplica a proyectos)	Continua
fecha_prd_proyecto	character	Fecha en que el cambio fue desplegado en PRD (aplica a proyectos)	Cuantitativa Continua
fecha_inicial_incidente	character	Fecha de inicio de incidente (aplica para incidentes)	Cuantitativa Continua
fecha_fin_incidente	character	Fecha de fin de incidente (aplica para incidentes)	Cuantitativa Continua

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14 Descripción general de las variables analizadas de despliegues con metodología DevOps

<i>Variable</i>	<i>Tipo de Dato</i>	<i>Descripción</i>	
<i>id_despliegue</i>	character	Identificador único del despliegue	Identificador Único
<i>tipo_proyecto</i>	character	Clasificación de proyecto (Proyecto/ Incidente)	Cualitativa Categoría
<i>metodologia</i>	character	Metodología empleada (Tradicional)	Cualitativa Categoría
<i>ci_cd</i>	character	Indicador si utiliza mecanismos de CI/CD	Cualitativa Dicotómica (0/1)
<i>auto_test</i>	character	Indica si se aplicaron pruebas automatizadas	Cualitativa Dicotómica (0/1)
<i>iac</i>	character	Indica si hace uso de infraestructura como código	Cualitativa Dicotómica (0/1)
<i>monitoring</i>	character	Utiliza monitoreo	Cualitativa Dicotómica (0/1)
<i>logging</i>	character	Implementa registros de logs	Cualitativa Dicotómica (0/1)
<i>code_review</i>	character	Realiza una revisión de código previa al despliegue	Cualitativa Dicotómica (0/1)
<i>errores_post_despliegue</i>	character	Conteo de incidentes posteriores al despliegue	Cuantitativa Discreta
<i>lfc_horas</i>	character	Tiempo total que tarda un cambio en pasar desde el primer commit hasta su despliegue en PRD.	Cuantitativa Continua
<i>fecha_commit</i>	character	Fecha del commit que se ejecutó para ser enviado a PRD	Cuantitativa Continua
<i>fecha_despliegue</i>	character	Fecha puesta en PRD	Cuantitativa Continua

Fuente: Elaboración Propia

El conjunto de datos correspondiente a los despliegues tradicionales contiene 136 observaciones y 14 variables las cuales son de diferentes tipos: identificadores, categóricas, dicotómicas, fechas y conteos de incidentes. Para el conjunto de datos de los despliegues con DevOps, se observan un total de 31 observaciones y 13 variables. Esto nos indica que en el periodo analizado se han desplegado proyectos mayormente utilizando metodologías tradicionales como lo demuestra la Tabla 15. Lo que sugiere que la implementación de DevOps está en una fase inicial, como se comentó en la descripción de la problemática, en donde la organización está en esa transición hacia la Nube implementando metodologías de despliegue como DevOps.

Análisis Preliminar EDA por variable

Metodología

La distribución de la variable Metodología observada en la Tabla 15 muestra un predominio claro sobre los despliegues realizados bajo el enfoque tradicional (81.44%), en contraposición a la cantidad de datos sobre despliegues DevOps (15.86%).

Tabla 15 Distribución de frecuencias de la variable Metodología

Tipo Metodología	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Tradicional	136	0.8144
DevOps	31	0.1856

Fuente: Elaboración Propia

Tipo de Proyecto

La evaluación del tipo de proyecto mostrada en la Tabla 16, muestra que las implementaciones de DevOps se enfocan únicamente en proyectos (31 ejemplos), mientras que en el enfoque tradicional se pueden ver proyectos, así como incidentes y problemas. Esto implica que la metodología DevOps se ha utilizado solo en trabajos planificados, mientras que en incidentes siguen siendo manejados con métodos convencionales.

Tabla 16 Distribución de frecuencias de la variable Tipo de Proyecto

Tipo Proyecto	Metodología DevOps	Metodología Tradicional
Proyecto	31	70
Incidente	0	66

Fuente: Elaboración Propia

Errores post despliegue

La tabla 17 se observa que el resultado de análisis de la variable *errores_post_despliegue*, muestra una clara diferencia entre las dos metodologías. En los despliegues tradicionales, aunque el primer cuartil y el valor mínimo es 0, la mediana se encuentra en 1 error y su promedio es de 1.684, lo que demuestra que una mayor variabilidad y un número significativo de errores. Por el contrario, en los despliegues con DevOps, en donde esos mismos datos son 0 errores y el promedio es considerablemente menor (0.484).

Tabla 17 Resumen estadístico de la variable Errores post despliegues

Resumen	Tradicional	DevOps
Valor Mínimo	0.000	0.000
1er Cuartil	0.000	0.000
Mediana	1.000	0.000
Media	1.684	0.484
3er Cuartil	3.000	1.000
Valor Máximo	16.000	2.00

Fuente: Elaboración Propia

Prácticas DevOps

Las variables vinculadas a prácticas técnicas (CI/CD, pruebas automáticas, Iac, monitoreo, registro y revisión de código) se registran en formato binario (0 = no utilizado, 1 = utilizado).

El análisis preliminar indica que la mayor parte de las implementaciones convencionales no adoptan estas prácticas en su totalidad o parcialmente. Para explicar correctamente estas características, se recurrió a tablas de frecuencia que facilitan la identificación de la proporción de implementaciones que aplicaron cada práctica. La tabla 18 demuestra que las prácticas DevOps analizadas son prácticamente inexistentes para despliegues con metodología tradicionales, especialmente en prácticas como CI/CD, pruebas automatizadas e infraestructura como código.

Tabla 18 Distribución de frecuencias de las variables Prácticas DevOps

Práctica	Tradicional		DevOps	
	Si=1	No=0	Si=1	No=0
CI/CD	0	136	31	0
Pruebas automáticas	5	131	27	4
Infraestructura como código	0	136	31	0
Monitoreo	108	28	31	0
Logs	135	1	31	0
Revisión de Código	34	102	31	0

Fuente: Elaboración Propia

Tiempos de Despliegue

Una de las características importantes evaluadas en los despliegues realizados es el factor tiempo. Las Tablas 19 y 20 se observan un resumen estadístico de los tiempos que se tardan en días en realizar un pase a producción tanto de incidentes como de proyectos. De forma inicial los resúmenes sugieren que existen tiempos prolongados para la liberación de software ya sea a nivel de proyecto como de incidentes.

Tabla 19 Resumen estadístico de variables Fechas de Proyecto de Despliegues Tradicionales

Resumen	Fecha_ga_proyecto	Fecha_prd_proyecto
Valor Mínimo	20/6/2024	8/1/2025
1er Cuartil	6/1/2025	20/3/2025
Mediana	28/7/2025	16/8/2025
Media	12/5/2025	22/7/2025
Valor Max	20/8/2025	19/11/2025

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20 Resumen estadístico de variables Fechas de Incidentes de Despliegues Tradicionales

Resumen	Fecha_inicio_incidente	Fecha_fin incidente
Valor Mínimo	9/11/2023	16/11/2023
1er Cuartil	3/12/2024	18/2/2025
Mediana	15/1/2025	6/4/2025

Resumen	Fecha_inicio_incidente	Fecha_fin_incidente
Media	25/1/2025	18/3/2025
3er cuartil	29/4/2025	11/6/2025
Valor Max	19/9/2025	9/10/2025

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente se observa que el tiempo de entrega de cambios (LTFC) en los despliegues con DevOps (Tabla 21), tienen valores muy bajos (0.03 horas) y una mediana de 1.93 horas, lo que demuestra la rapidez que se espera en ciclos DevOps.

Tabla 21 Resumen estadístico de Variable LTFC de Despliegues con DevOps

Resumen	LTFC (Horas)
Valor Mínimo	0.03
1er Cuartil	0.30
Mediana	2.25
Media	17.91
3er cuartil	29.40
Valor Max	68.00

Fuente: Elaboración Propia

- **Descripción general del conjunto de datos de encuesta**

El conjunto de datos analizado corresponde a los resultados obtenidos a través de la aplicación de una encuesta a profesionales del área de desarrollo y operaciones, complementada con la realización de entrevistas semiestructuradas a personal seleccionado y una ficha técnica de recolección de datos sobre despliegues de aplicativos y servicios del año 2025. La muestra para el análisis de la encuesta está conformada por 81 participantes, pertenecientes a una empresa de TI del sector financiero en Honduras. Dentro de los cuales se encuentran 72 profesionales del área de desarrollo y 9 de operaciones. En cuanto a las entrevistas se realizaron a personas con cargos de Gerentes, Subgerentes y Desarrolladores Sr y/o Desarrolladores DevOps.

El instrumento de la encuesta estuvo conformado por 21 ítems los cuales estaban distribuidos en cinco secciones: factores culturales, factores tecnológicos, barreras técnicas y organizacionales y disposición a adoptar DevOps. Las primeras preguntas recogen la información respecto a los años de experiencia en despliegues, familiaridad con DevOps, mientras que las restantes se miden en una escala tipo Likert de cinco puntos (1= Totalmente en desacuerdo, 5= Totalmente de acuerdo) en donde el tipo y cantidad de variables se expresan en la Tabla 22.

Tabla 22 Descripción general de las variables analizadas de la encuesta

Bloque Encuesta	Variable	Descripción	Tipo	Escala
Área trabajo	Área de trabajo (Desarrollo / Operaciones)	Desarrollo, Operaciones (área de servidores)	Cualitativa nominal	Categórica

Bloque Encuesta	Variable	Descripción	Tipo	Escala
Años experiencia	Años de experiencia en despliegues	Años de experiencia desplegando aplicaciones	Cualitativa ordinal	<2 / 2-4 / 4-8 / >8
Experiencia DevOps	Nivel de experiencia relacionada con DevOps	Experiencia en aplicar prácticas DevOps en los despliegues	Cualitativa ordinal	Nula / Básica / Media / Alta
A1-A5	Factores culturales (colaboración)	Nivel de confianza, Mecanismos de comunicación. Incentivos de colaboración Trabajo en equipo. Cultura de Culpa	Cuantitativa ordinal	Escala Likert 1-5
B1-B5	Factores tecnológicos (herramientas)	Herramientas de automatización Procesos CICD Monitoreo en Producción Infraestructura como código Observabilidad	Cuantitativa ordinal	Escala Likert 1-5
C1-C2	Barreras técnicas	Infraestructura tecnológica. Falta de conocimiento técnico.	Cuantitativa ordinal	Escala Likert 1-5
C3-C5	Barreras organizacionales	Falta comunicación, roles y resistencia al cambio.	Cuantitativa ordinal	Escala Likert 1-5

Fuente: Elaboración Propia

Características Generales de la muestra

La Tabla 23, presenta la distribución de los participantes de según su área de trabajo. Se observa que el 88.9% de los encuestados pertenece al área de Desarrollo, mientras que el 11.1% corresponde al área de Operaciones. La distribución refleja la composición típica de los equipos involucrados en los procesos de despliegues de software, en donde el área de desarrollo reúne la mayor parte del personal técnico. Asimismo, la distribución obtenida coincide con la muestra estimada, asegurando una adecuada representatividad.

Tabla 23 Distribución de los participantes según área de trabajo

Área Trabajo	Frecuencia	Porcentaje
Desarrollo	72	88.9
Operaciones	9	11.1

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 24 presenta la distribución de los participantes según sus años de experiencia en despliegues de aplicaciones de software. Se observa que el 42% de los encuestados poseen una experiencia de 2 a 4 años, siendo el mismo porcentaje también para quienes tienen entre 4 a 8 años de experiencia, por otro lado, el 11.1% corresponde a profesionales con más de 8 años de experiencia, senior, mientras que solo el 4.9% tiene experiencia menor a 2 años.

Tabla 24 Distribución de los participantes según sus años de experiencia en procesos de despliegue

Años de Experiencia Despliegue	Frecuencia	Porcentaje
De 2 a 4 años	34	42
De 4 a 8 años	34	42
Mayor a 8 años	9	11.1
Menor a 2 años	4	4.9

Fuente: Elaboración Propia

Una característica importante de los participantes es su nivel de experiencia en DevOps, la Tabla 25 muestra que la mayoría se ubica en los niveles Básico (44%) y Medio (23%), lo cual indica que la integración y adopción de prácticas DevOps se encuentra en una etapa de consolidación dentro de la organización. Por otra parte, el 13.6% de los encuestados contestó no poseer experiencia en DevOps, mientras que solamente el 3.7% manifestó contar con un alto nivel de experiencia. Esto demuestra que si bien es cierto la mayoría de los encuestados han tenido un acercamiento con estas prácticas, la organización aún se encuentra en proceso de desarrollo e implementación de DevOps.

Tabla 25 Distribución de los participantes según nivel de experiencia en prácticas DevOps

Años de Experiencia DevOps	Frecuencia	Porcentaje
Alta	3	3.7
Básica	44	54.3
Media	23	28.4
Nula	11	13.6

Fuente: Elaboración Propia

Barreras Técnicas

Tabla 26 Frecuencia de las distintas categorías de la variable Barreras Técnicas.

Escala	faltaConocimiento		infraestructuraTecnologica	
	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Totalmente en desacuerdo	1	0.01234568	2	0.02469136
En desacuerdo	4	0.04938272	20	0.24691358
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	16	0.19753086	13	0.16049383
De acuerdo	40	0.49382716	34	0.41975309
Totalmente de acuerdo	20	0.24691358	12	0.14814815

Fuente: Elaboración Propia

Barreras Organizacionales

Tabla 27 Frecuencia de las distintas categorías de la variable Barreas Organizacionales

Escala	resistenciaAlCambio		faltaComunicacion		faltaRolesProcesos	
	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Totalmente en desacuerdo	4	0.04938272	1	0.01234568	2	0.02469136
En desacuerdo	7	0.08641975	4	0.04938272	12	0.14814815

	resistenciaAlCambio		faltaComunicacion		faltaRolesProcesos	
	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	12	0.14814815	9	0.11111111	42	0.51851852
De acuerdo	41	0.50617284	46	0.56790123	25	0.30864198
Totalmente de acuerdo	17	0.20987654	21	0.25925926	2	0.02469136

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28 Resumen estadístico de las variables Barreras técnicas y Organizacionales

ítem Barrera	total	media	mediana	desviación	mínimo	máximo
faltaComunicacion	81	4.012346	4	0.8290631	1	5
faltaConocimiento	81	3.91358	4	0.8688718	1	5
faltaRolesProcesos	81	4.111111	4	0.7416198	2	5
infraestructuraTecnologica	81	3.419753	4	1.0938944	1	5
resistenciaAlCambio	81	3.740741	4	1.046157	1	5

Fuente: Elaboración Propia

Factores Culturales y Técnicos

Tabla 29 Frecuencia de las distintas categorías de la variable Factores Culturales

Factores Culturales	Nivel Confianza	Trabajo Equipo	Mecanismos Comunicación	Cultura Culpa	Incentivos Colaboración
Totalmente en desacuerdo	1	0	2	6	4
En desacuerdo	17	12	16	10	24
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	31	23	29	14	32
De acuerdo	30	34	29	29	17
Totalmente de acuerdo	2	12	5	22	4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30 Frecuencia de las distintas categorías de la variable Factores Técnicos

Factores Técnicos	CICD	Herramientas automatización	Monitoreo	Iac	Observabilidad
Totalmente en desacuerdo	8	10	2	6	3
En desacuerdo	18	14	8	15	8
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	24	17	21	28	18
De acuerdo	26	30	36	28	50
Totalmente de acuerdo	5	10	14	4	2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31 Resumen estadístico de las variables Factores Culturales y Organizacionales

ítem Barrera	total	media	mediana	desviación	mínimo	máximo
culturaCulpaFC	81	3.62963	4	1.2190616	1	5
incentivosColaboracionFC	81	2.91358	3	0.9512824	1	5
mecanismosComunicacionFC	81	3.234568	3	0.9256296	1	5
nivelConfianzaFC	81	3.185185	3	0.8383184	1	5
trabajoEnEquipoFC	81	3.567901	4	0.9211171	2	5
CICDDesplieguesFT	81	3.024691	3	1.0951633	1	5
herramientasAutomatizacionFT	81	3.197531	3	1.2290215	1	5

ítem Barrera	total	media	mediana	desviación	mínimo	máximo
iacDesplieguesFT	81	3.111111	3	1.0124228	1	5
monitoreoDeplieguesFT	81	3.641975	4	0.9657723	1	5
observabilidadDesplieguesFT	81	3.493827	4	0.8532798	1	5

Fuente: Elaboración Propia

En resumen, de acuerdo con las observaciones de los investigadores en cuanto ciertas tendencias en cuanto al conjunto de datos evaluados, se observa que la mayoría de las participantes son del área de desarrollo de la empresa objeto de estudio, además, más del 80% de los participantes cuentan con más de 2 años de experiencia en desarrollo y más del 50% tienen experiencia básica en DevOps, lo que hace aún más enriquecedora la investigación.

Las tablas 26-28 muestran el comparativo entre las barreras organizacionales y las barreras técnicas, de acuerdo con lo observado, vemos que, de acuerdo con los promedios y las desviaciones estándar de ambas variables, las barreras organizacionales son las que mayor impacto generan en de acuerdo con los participantes. Las tablas 29- 30 reflejan el análisis comparativo de la percepción entre de la colaboración entre equipos y percepción sobre las herramientas, estas tablas demuestran que hay un equilibrio entre las percepciones de los participantes, que de acuerdo con los promedios de cada variable evaluada 3 de cada 81 participantes concuerdan que ambas percepciones influyen en la adopción de DevOps.

Disposición de Adoptar DevOps

Tabla 32 Frecuencia de las distintas categorías de la variable Disposición de Adoptar DevOps

Escala	disposicionIndividual		disposicionEquipo		disposicionOrganizacion	
	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Totalmente en desacuerdo	0	0	2	0.02469136	2	0.02469136
En desacuerdo	0	0	5	0.0617284	1	0.01234568
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	1	0.01234568	9	0.11111111	27	0.33333333
De acuerdo	23	0.28395062	35	0.43209877	26	0.32098765
Totalmente de acuerdo	57	0.7037037	30	0.3703703	25	0.30864198

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la Tabla 32 muestran que existen una alta disposición general de adoptar prácticas DevOps. Se puede observar que la disposición individual es aún mayor en donde 98.8% está entre “De Acuerdo” y “Totalmente de acuerdo”, lo que demuestra que hay un alto porcentaje en la disposición de los encuestados por aprender y utilizar estas prácticas.

4.1.2 Limpieza y Preparación de datos

4.1.2.1 Limpieza y preparación de datos de Encuesta

Con el objetivo de garantizar la precisión de la información obtenida a partir de las respuestas a la encuesta, se realizó un proceso de preparación inicial del conjunto de datos. Este procedimiento incluyó la normalización de los nombres de las variables, descarte de variables que no aportan una significancia al análisis, y el tratamiento de valores nulos.

Transformación de nombre de columnas

Con el propósito de facilitar la comprensión y el análisis de las respuestas, se realizó una transformación de los nombres de las preguntas de la encuesta, asignando un nombre que representa la categoría o variable correspondiente. La tabla 33 presenta la correspondencia entre cada pregunta y la variable resultante después del proceso de transformación.

Tabla 33 Transformación de columnas del conjunto de datos de la encuesta

Pregunta	Nombre Columna
¿Cuál es tu área de trabajo?	areaTrabajo
¿Cuántos años tienes en experiencia relacionados a despliegues de software?	añosExperiencia
¿Experiencia relacionada con DevOps?	experienciaDevops
¿En mi área existe confianza mutua entre equipos de desarrollo y operaciones?	nivelConfianza
¿El trabajo en equipo se valora y se fomenta en el proceso de despliegue?	trabajoEnEquipo
¿Existen mecanismos claros de comunicación entre desarrollo y operaciones?	mecanismosEntreAreas
¿Los incentivos organizacionales están alineados para favorecer la colaboración?	incentivosColaboracion
¿En mi equipo no prevalece una cultura de la culpa ante errores sino de aprendizaje?	culturaCulpa
¿Utilizamos herramientas de automatización para despliegues?	herramientasAutomatizacion
¿Contamos con procesos efectivos de integración continua CI CD?	CICDDespliegues
¿Disponemos de monitoreo continuo de aplicaciones en producción?	monitoreoDepliegues
¿Se aplican prácticas de infraestructura como código IaC en mi área?	iacDespliegues
¿Las herramientas actuales permiten una observabilidad adecuada del sistema?	observabilidadDespliegues
¿La falta de conocimiento técnico limita la adopción de DevOps en mi área?	faltaConocimientoBarrera

Pregunta	Nombre Columna
¿Las limitaciones de infraestructura tecnológica dificultan los despliegues?	infraestructuraTecnologicaBarrera
¿La resistencia al cambio en la personal afecta la implementación de DevOps?	resistenciaAlCambioBarrera
¿La falta de comunicación entre áreas limita la colaboración?	faltaComunicacionBarrera
¿La falta de claridad en roles y procesos dificulta la adopción de nuevas prácticas?	faltaRolesProcesosBarrera
¿Estoy abierto a adoptar nuevas prácticas de despliegue DevOps en mi trabajo?	dispuestoAdoptarDevopsIndividual
¿Mi equipo tiene intención de usar herramientas y procesos DevOps?	disposicionAdoptarDevopsEquipo
¿La organización está dispuesta a realizar cambios culturales para implementar DevOps?	disposicionAdoptarDevopsOrganizacion

Fuente: Elaboración Propia

Transformación de Valores Likert

Como parte del proceso de preparación de los datos, y tomando en consideración que la encuesta fue diseñada bajo una escala de tipo Likert, las respuestas cualitativas fueron transformadas a valores numéricos en una escala de cinco puntos. Esta conversión permitió expresar en términos cuantitativos las percepciones de los participantes y así facilitar el análisis estadístico. La Tabla 34 presenta la equivalencia entre categorías y los valores numéricos asignados.

Tabla 34 Equivalencia de categorías Likert

Categoría de Respuesta	Valor
Totalmente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3
De acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

Fuente: Elaboración Propia

Valores Nulos e imputaciones

Durante el análisis realizado a las variables de interés, se identificaron valores nulos (NA) al realizar la transformación de los datos de la escala Likert, particularmente se encontraron valores faltantes en la variable `incentivosColaboracion`, debido a una inconsistencia en los nombres de las categorías de la escala, el texto correspondiente a la opción “Ni de acuerdo ni en desacuerdo” era distinto al utilizado en la conversión a valores numéricos, por lo que se decidió imputar los valores nulos con la categoría “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”, que es la opción neutral dentro de la escala. Se optó realizar esta imputación con la categoría neutral en lugar de la media para preservar

la naturaleza ordinal de la variable y evitar un sesgo numérico artificial. Esto permitió mantener la coherencia y la integridad del conjunto de datos. La Tabla 35 muestra el porcentaje de valores nulos identificados en la variable *incentivosColaboracion*.

Tabla 35 Porcentaje de valores nulos variable Incentivos Colaboración

Variable	Total, Valores Nulos	Porcentaje de Valores Nulos
incentivosColaboracion	32	0.3950617

Fuente: Elaboración Propia

Transformación de datos

Con el objetivo de obtener una única variable representativa de la percepción sobre las barreras técnicas y organizacionales, así como de los factores culturales y técnicos, se decidió construir las variables a partir de la agregación de los ítems de la encuesta que evalúan la percepción sobre cada constructo. Para lo cual se sumó la puntuación de los ítems relacionados a cada sección y se calculó el promedio por cada participante, con el fin de obtener una medida global de la percepción sobre dicho constructo.

- **Transformación de Barreras Técnicas y Barreras Organizacionales**

La variable *barrerasTécnicas* a partir de la agregación de los ítems de la encuesta que evalúan la percepción sobre la falta de conocimiento técnico y las limitaciones de infraestructura tecnológica dentro de la organización. La ilustración 9 muestra el análisis descriptivo de la variable *barrerasTécnicas*, en donde se visualiza la distribución de frecuencias (histograma), diagrama de caja (boxplot). El histograma muestra una distribución mayoritaria hacia la derecha, concentrando la mayor frecuencia de respuestas en los niveles “De acuerdo” y “Totalmente de acuerdo”, lo que demuestra que la mayoría de los participantes, perciben que las barreras técnicas limitan la adopción de DevOps.

La variable *barrerasOrganizacionales* se construyó a partir de la agregación de los ítems de la encuesta que evalúan la percepción sobre la falta de comunicación entre equipos, la ausencia de definición de roles, procesos y la resistencia al cambio. La figura 10 se encuentra el histograma que muestra una distribución mayormente hacia la derecha, concentrando la mayor frecuencia de respuestas en los niveles “De acuerdo” y “Totalmente de acuerdo”, lo que demuestra que la mayoría de los participantes, perciben que las barreras organizacionales limitan la adopción de DevOps.

- **Transformación de Factores Técnicos y Factores Culturales**

La variable *factoresTécnicos* se construyó a partir de la agregación de los ítems de la

encuesta que evalúan la percepción sobre herramientas de automatización, procesos CICD, monitoreo, infraestructura como código y observabilidad.

La factoresCulturales se construyó a partir de la agregación de los ítems que evalúan en la encuesta dimensiones como el trabajo en equipo, comunicación, confianza. Se decidió obtener una variable general para describir la variable factoresCulturales, utilizando el promedio de los ítems por cada participante.

Detección y Tratamiento de Valores Atípicos

Para el análisis y determinación de valores atípicos de las variables estudiadas se aplicó el método de rango intercuartílico (IQR) o diagramas de caja, comúnmente conocidos como Boxplot.

El diagrama de caja de bigotes es un diagrama que permite identificar valores atípicos, que son puntos ubicados fuera de los valores extremos de los bigotes, y que a su vez superan la varianza del conjunto de datos analizados (Valadez García et al., 2023).

En el análisis de la variable global barrerasTecnicas, se verificó que no existen valores atípicos que no se encuentren dentro del rango intercuartílico como lo demuestra el gráfico. Sin embargo, para las variables barrerasOrganizacionales, factoresCulturales y factoresTecnologicos y se encontraron outliers que fueron tratados con el método de Winsorización.

El método de winsorización es utilizado para el tratamiento de valores atípicos sin errores, que consiste en recodificar los valores, con el fin de evitar la pérdida de los datos. Para lo cual calculamos los límites del rango intercuartílico (IQR), los cuales fueron utilizados para definir los límites de winsorización y tratar los valores atípicos (Dash et al., 2023).

Esta decisión permitió conservar las respuestas de los participantes y reducir la influencia de los valores extremos sobre las medidas de tendencia central.

La tabla 36 resume la identificación y tratamiento de los valores atípicos encontrados en las variables analizadas dentro de la encuesta.

Tabla 36 Tratamiento de valores atípicos de las variables

Variable	Valores atípicos Encontrados	Tratamiento
Factores culturales (colaboración)	Se de identificaron 2 valores atípicos.	Método de winsorización por método IQR (Rango intercuartílico). Para ajustar los valores extremos al rango intercuartílico.
Factores tecnológicos (herramientas)	Se observó únicamente un valor atípico	Método de winsorización por método IQR (Rango intercuartílico). Para ajustar los valores extremos al rango intercuartílico.
Barreras técnicas	No se observan valores atípicos	No Aplica
Barreras organizacionales	Se encontraron 4 valores atípicos, que se encuentran por debajo del primer cuartil. Y el valor mínimo ajustado.	Método de winsorización por método IQR (Rango intercuartílico). Para ajustar los valores extremos al rango intercuartílico.

Variable	Valores atípicos Encontrados	Tratamiento
Disposición de Adoptar DevOps	Se observó únicamente un valor atípico	Método de winsorización por método IQR (Rango intercuartílico). Para ajustar los valores extremos al rango intercuartílico.

Fuente: Elaboración Propia

Análisis correlacional

Con el objetivo de realizar un análisis estadístico entre dos variables y determinar su nivel de relación se realizó un análisis bivariado y tomando en consideración que se realizó una investigación sobre diversos estudios acerca del análisis de variables que provienen de escalas Likert, se tomó la decisión de utilizar el coeficiente de Spearman para este tipo de datos, debido a que no requiere supuestos de normalidad y es más robusto ante asimetrías. (Bishara & Hittner, 2012)

Así mismo tomando en cuenta lo anterior y que las variables siguen un orden y no muestran una estricta linealidad dada la naturaleza de la escala. Como lo menciona (Schober et al., 2018), la elección de Spearman en lugar de métodos paramétricos para estudiar la relación entre las variables de la investigación es adecuada.

Factores culturales vs disposición a adoptar DevOps

Con el propósito de determinar si los aspectos de la cultura organizacional como la colaboración, la comunicación y el trabajo en equipos influye sobre la disposición de adoptar DevOps, se realizó un análisis correlacional entre las variables que miden la percepción de los Factores Culturales y la Disposición de adoptar DevOps.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la prueba de Spearman, se visualizan en la Tabla 37, muestran que existe una correlación positiva, lo que quiere decir que a medida los colaboradores perciben que existen incentivos organizacionales, comunicación, colaboración y trabajo en equipo, aumenta su disposición de adoptar prácticas DevOps.

Tabla 37 Resultados de correlación de Factores Culturales vs Disposición de adoptar DevOps

Factor	Valor
p-value	0.015
Coeficiente Spearman	0.27

Fuente: Elaboración Propia

Factores técnicos vs Disposición

Con el fin de evaluar si el uso y disponibilidad de las herramientas técnicas como observabilidad, infraestructura como código, automatización influyen sobre la disposición del personal hacia la adopción de prácticas DevOps. Para evaluar el nivel de correlación de las

variables asociadas se utilizó Spearman, en donde el análisis arrojó un coeficiente de correlación de 0.25 con un valor de $p=0.025$, como lo indica la Tabla 38, lo cual indica existe una relación positiva y significativa entre los factores técnicos y la disposición de adoptar DevOps.

Tabla 38 Resultados de correlación de Factores Técnicos vs Disposición de adoptar DevOps

Factor	Valor
p-value	0.015
Coefficiente Spearman	0.27

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2.2 Limpieza y preparación de datos de Despliegues Descarte de registros por Diseño Transversal

Dado que la presente investigación se enmarca en un diseño tipo transversal específicamente en el año 2025, fue necesario descartar aquellos registros sobre despliegues que no correspondían a este intervalo de tiempo. En el análisis preliminar de los datos se observó que la información sobre despliegues tradicionales contiene datos de incidentes y proyectos, en los cuales la fecha de ejecución o resolución pertenecía a los años 2023 y 2024, evidenciado en los resúmenes estadísticos de las Tablas 17 y 18. No obstante, los registros sobre despliegues con DevOps no se presentaron registros fuera de este periodo, por lo que no requirieron depuración.

En consecuencia, con el propósito de garantizar la coherencia temporal, y evitar realizar sesgos derivados de periodos anteriores, se aplicaron los siguientes criterios:

1. Registros finalizados antes de 2025:

Se eliminaron todos los registros en los que las variables: *fecha_prd_proyecto* (para proyectos) o *fecha_fin_incidente* (para incidentes) indicaban una finalización en años anteriores a 2025. Debidos a que estos registros no forman parte del periodo de estudio.

2. Registros iniciados en 2024 pero finalizados en 2025:

En los casos donde: *fecha_qa_proyecto* (para proyectos), o *fecha_inicial_incidente* (para incidentes) correspondían al año 2024, pero su fecha de finalización (*fecha_prd_proyecto* o *fecha_fin_incidente*) se ubicaba en 2025, los registros fueron eliminados.

3. Registros con fecha fin de incidente vacío

Se excluyeron aquellos registros cuya fecha de finalización (*fecha_prd_proyecto* o *fecha_fin_incidente*) se encontraba vacía. Ya que estos casos corresponden a despliegues o incidentes que aún estaban en proceso al momento de la recolección de datos

La tabla 39 resume el proceso de depuración que fue aplicado a los datos de despliegues con metodologías tradicionales. Se observa que se inició con 136 registros, de los cuales se

eliminaron un total de 19 registros por los criterios mencionados.

Tabla 39 Proceso de depuración de registros de enfoque tradicional por criterios

Etapa del proceso	Cantidad de Registros	Descripción
Total de registros tradicionales	136	Registros originalmente incluidos en el archivo de despliegues tradicionales.
Registros con finalización antes de 2025	7	Registros cuya fecha de finalización (<i>fecha_prd_proyecto</i> o <i>fecha_fin_incidente</i>) correspondía a los años 2023 o 2024; fueron eliminados .
Registros iniciados en 2024 y finalizados en 2025	30	Registros con fechas de inicio en 2024 pero que concluyeron en 2025; fueron eliminados .
Registros con fecha fin de incidente vacío	12	Registros cuya fecha de finalización está vacía (porque aún siguen en proceso) porque no han finalizado.
Total de registros eliminados	49	Casos o registros excluidos según criterios.
Total de registros finales para análisis tradicional	87	Registros válidos para el periodo de 2025.

Fuente: Elaboración Propia

Descarte de registros por Tipo de Proyecto

Dado el objetivo de análisis comparativo entre despliegues con metodologías DevOps y Tradicionales, se decidió excluir los incidentes del análisis inferencial, ya que de incluirlos sugiere supuestos de comparabilidad incorrecta, lo que conlleva a que sea un análisis no estadístico correcto. El análisis requiere comparar unidades equivalentes; solo proyectos en enfoque “tradicional” vs proyectos en enfoque “DevOps”. Debido a que los incidentes representan otro proceso, en donde debido a su naturaleza de operación de urgencia, no tienen un ciclo de desarrollo como los proyectos. Por lo que a partir del análisis inferencial se prescindieron de estos registros, los cuales son un total de 32 registros que pertenecen a incidentes. Quedando un total de 55 registros para describir proyectos con enfoque tradicional y 31 proyectos de enfoque DevOps. Siendo un total de 86 observaciones para realizar el análisis inferencial.

Detección y Tratamiento de Valores Atípicos

Errores Post Despliegues

Como parte del proceso de detección de valores atípicos que pueden generar un sesgo dentro del análisis se utilizó el método de rango intercuartílico (IQR). La identificación de outliers se realizó según la metodología de despliegue. De acuerdo con el resumen estadístico (Tabla 17) y el Boxplot generado Figura 8. De forma inicial se observan varios valores atípicos, por un lado, los outliers de los despliegues tradicionales indican que existen casos con errores significativamente superiores. Por el contrario, en la metodología DevOps la presencia de outliers es inexistente. La Tabla 40 resume los valores atípicos encontrados en la variable errores_post_despliegue según la metodología de despliegue. Sin embargo, la Tabla 41, resume

los valores atípicos aplicado solo a los datos sobre proyectos.

Tabla 40 Valores atípicos sobre errores post despliegue según la metodología de despliegue

Metodología	Outliers encontrados
Tradicional	6,8,10,12,16

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41 Valores atípicos sobre errores post despliegues según metodología por proyectos

Metodología	Outliers encontrados
Tradicional	1, 2

Fuente: Elaboración Propia

Debido a que los valores atípicos identificados corresponden a despliegues reales, se tomó la decisión de no descartarlos y conservarlos para el análisis ya que estos casos representan fallas significativas en el proceso tradicional y son parte natural del problema del fenómeno estudiado, por lo que eliminarlos puede representar una pérdida de variabilidad real del proceso y considerando la naturaleza del estudio en la que se está realizando un análisis comparativo entre metodologías, es conveniente mantenerlos.

Transformaciones

Debido a las limitaciones del LTFC en despliegues con metodologías tradicionales, en las que no se cuenta con el LTFC exacto, ya que estos proyectos ejecutados bajo este enfoque no cuentan con la trazabilidad precisa del momento en que se realizó el commit que originó el cambio en producción. Esta ausencia impide calcular el LTFC, según la definición establecida por DORA. Debido a ello para los despliegues tradicionales se decidió emplear el tiempo total del ciclo de entrega. Aunque no se posee el LTFC exacto este enfoque permite comparar los procesos tradicionales y DevOps, además de evidenciar una de las principales limitaciones de las metodologías tradicionales; la falta de visibilidad y medición del flujo de entrega.

La pregunta central y el objetivo SMART de la investigación ligada al análisis de los despliegues siguen siendo relevantes, ya que se centran en examinar cómo DevOps afecta a la eficiencia operativa y la calidad del software. A pesar de que la métrica LTFC solo es posible calcularla con exactitud para los proyectos DevOps, en los procesos convencionales no existe trazabilidad del commit; por lo tanto, se empleará la métrica "tiempo total del ciclo de entrega", muy aconsejada en ambientes sin CI/CD.

De acuerdo con los datos obtenidos sobre despliegues tradicionales, la variable de tiempo será operada de acuerdo con el tipo de proyecto y metodología de despliegues quedando de la siguiente manera.

Tabla 42 Transformación Tiempos de entrega

Metodología	Tipo proyecto	Definición de Variable Tiempo	Variable
DevOps	Proyecto	LTFC; tiempo que tarda desde el primer commit, hasta su despliegue en PRD. Medido en días.	tiempo_entrega_dias
Tradicional	Proyecto	Tiempo de Transición de QA al PRD.	tiempo_entrega_dias

Fuente: Elaboración Propia

Análisis estadístico de variables por metodología

Los resultados del análisis comparativo inicial entre grupos (Metodología vs Errores y Tiempo) Tabla 43, muestran diferencias entre las metodologías. Los despliegues tradicionales presentan una media de errores muy baja ($M=0.055$) y una desviación estándar ($DE=0.299$), mientras que los despliegues con DevOps presentan una media mayor. Sin embargo, ambas metodologías tienen 0 en su mediana, lo que señala que la mayoría de los despliegues no presenta errores posteriores y que las diferencias se deben a pocos casos atípicos, como se visualiza en la Figura 8.

Con respecto al tiempo de entrega los resultados reflejan una diferencia sustancial; los despliegues tradicionales requieren de aproximadamente 61.76 días en desplegarse, sin embargo, en el enfoque DevOps, el tiempo promedio es muy bajo cercano a 0.75 días, es decir, menos de 24 horas.

Tabla 43 Resumen estadístico sobre Comparación Metodologías vs Errores y Tiempo

Metodología	N Despliegues	Media Errores	Desviación Errores	Mediana Errores	Media Tiempo	Desviación Tiempo	Mediana Tiempo
Tradicional	55	0.055	0.299	0	61.76	37.95	47
DevOps	31	0.484	0.811	0	0.746	1.12	0.094

Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados demuestran que DevOps permite tiempos de entrega drásticamente menores, en comparación a métodos tradicionales, y los cuales son coherente con los principios de integración continua y despliegue.

4.1.3 Visualización de datos

- **Despliegues**

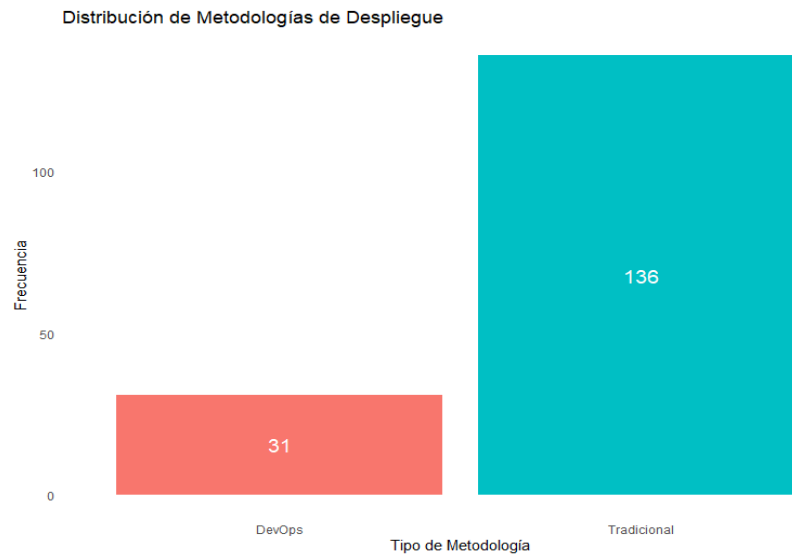


Ilustración 6 Distribución de metodologías de despliegue

Fuente: Elaboración Propia

La distribución de la variable Metodología observada en la Ilustración 6 sugiere un predominio evidente sobre los despliegues realizados bajo el enfoque tradicional, siendo 136 de ellos que representan el 81.44% del total de despliegues y en contraposición a la cantidad de datos sobre despliegues DevOps solamente 31 que representan el 15.86% del total de datos analizados.

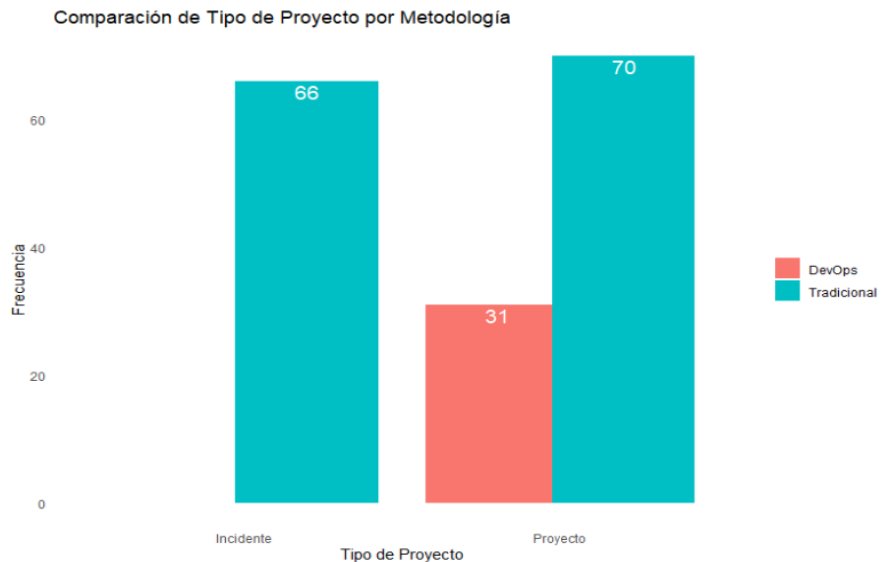


Ilustración 7 Comparación de tipo de proyecto por metodología

Fuente: Elaboración Propia

La Ilustración 7 muestra que las implementaciones de DevOps se enfocan únicamente en proyectos (31 ejemplos), mientras que en el enfoque tradicional se pueden ver proyectos, así como incidentes (66) y problemas (70). Esto implica que la metodología DevOps se ha utilizado solo en trabajos planificados, mientras que en incidentes son manejados con métodos convencionales.

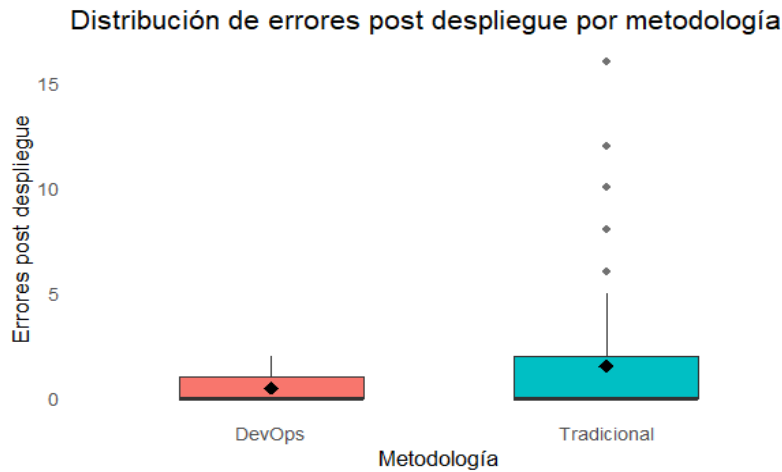


Ilustración 8 Distribución de errores post despliegue por metodología.

Fuente: Elaboración Propia

En la identificación de valores atípicos mostrada en la Figura 8 se evidencia un contraste significativo entre los despliegues con ambos enfoques. En los despliegues DevOps solamente se detectaron dos outliers, lo que demuestra una distribución altamente concentrada y con muy poca presencia de valores extremos. En cambio, en lo despliegues tradicionales se presentaron 5 valores siendo un despliegue con 16 errores, el valor más crítico registrado.

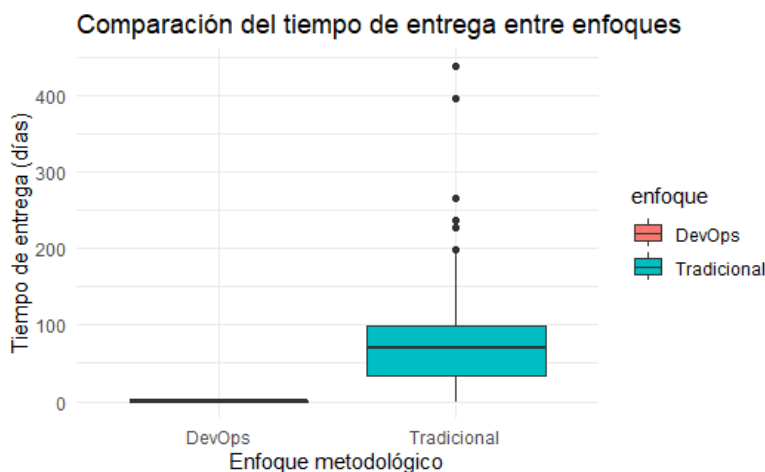


Ilustración 9 Comparación de tiempo de entrega en días entre enfoques

Fuente: Elaboración Propia

El análisis comparativo de la variable tiempos de entrega en días de la Figura 9, evidencia una diferencia sustancial entre ambos enfoques. El boxplot demuestra una diferencia marcada,

evidenciando que DevOps reduce drásticamente los tiempos de entrega.

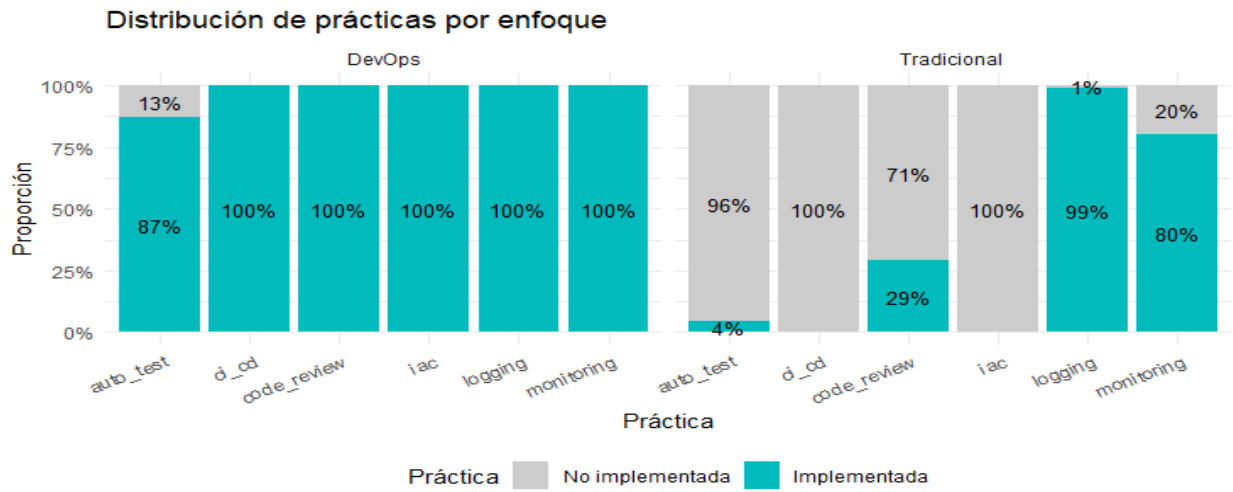


Ilustración 10 Distribución de prácticas por enfoque

Fuente: Elaboración Propia

Las practicas ligadas al enfoque DevOps son casi nulas en la metodología tradicional, donde prevalecen practicas no implementadas como CI/CD, IaC, pruebas automáticas y revisión de código. No obstante, prácticas como el monitoreo y el registro de logs presentan altos niveles incluso dentro del enfoque tradicional, lo que indica que estas herramientas ya son parte del soporte operativo general. En las implementaciones de DevOps, todas las prácticas se informan casi en su totalidad con valor afirmativo, mostrando una aplicación constante del conjunto de prácticas.

- **Visualización de datos de la encuesta**

Características Generales de la muestra

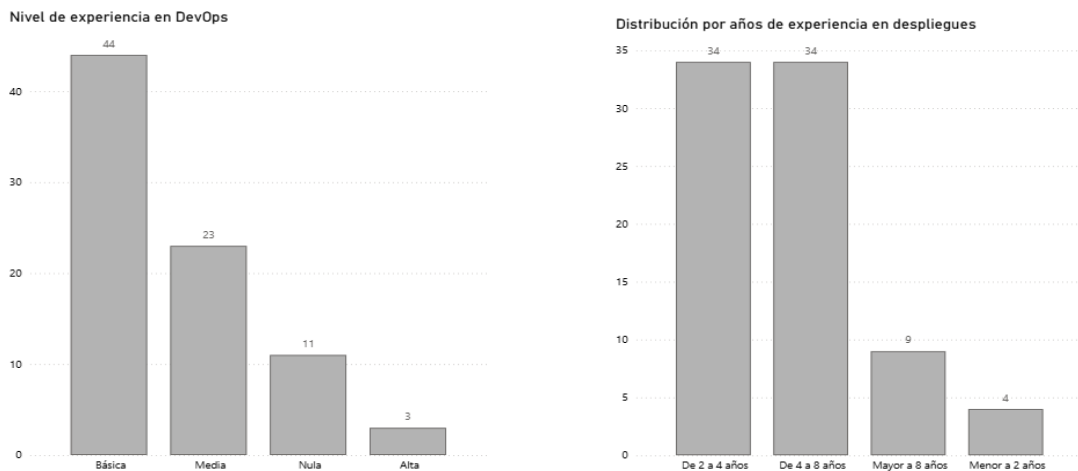


Ilustración 11 Recuento de participantes según el nivel de experiencia de DevOps y según el nivel de experiencia en despliegues

Fuente: Elaboración Propia

La experiencia juega un papel vital en la implementación de DevOps, los gráficos anteriores demuestran que 44 de 81 participantes poseen conocimiento básico en DevOps, a pesar de ser un conocimiento básico es enriquecedor para la adopción de DevOps, ya que, los colaboradores conocen las bases del funcionamiento de esta metodología. La experiencia en despliegues no solo aporta conocimiento, sino que también siembra las bases para que las percepciones obtenidas generen mayor valor a la investigación, esto considerando que 68 de 81 participantes cuentan con más de 2 años de experiencia en despliegues de software.

Frecuencia Barreras Técnicas

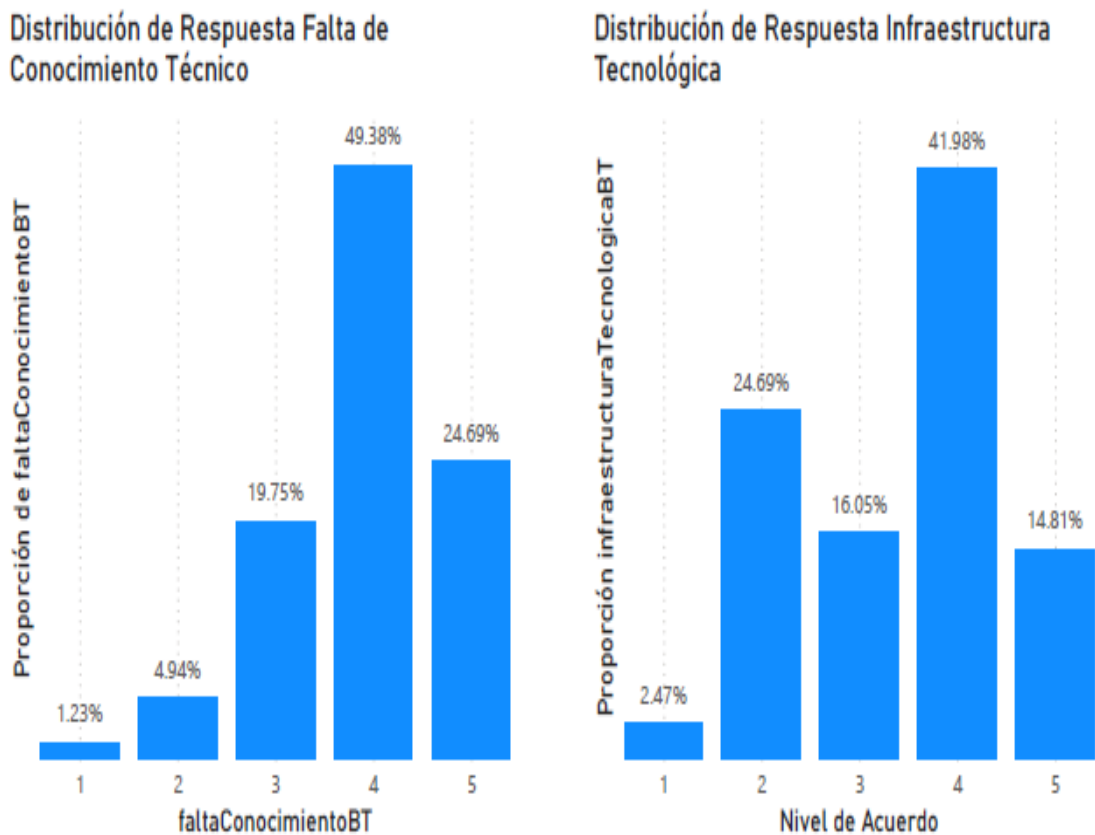


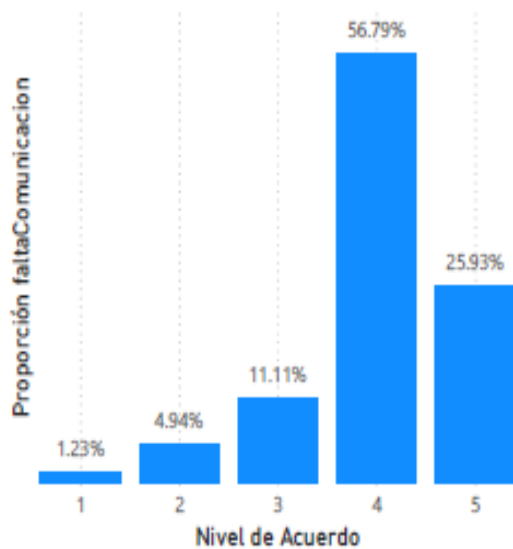
Ilustración 12 Distribución de frecuencias de las variables, falta de conocimiento e infraestructura tecnológica

Fuente: Elaboración Propia

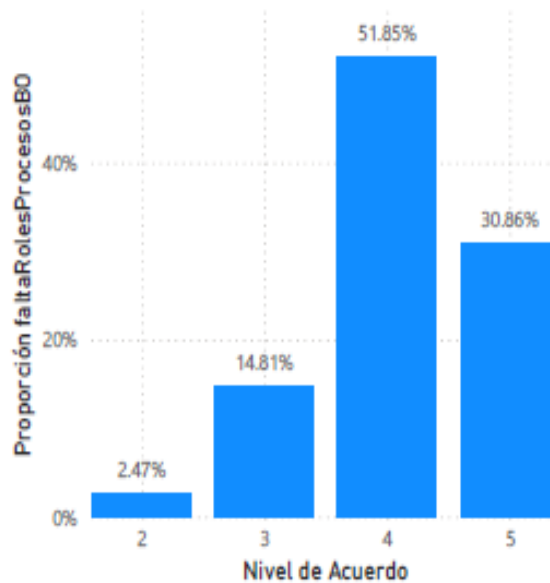
Para las barreras técnicas se analizaron las variables falta de conocimiento técnico e infraestructura tecnológica, los gráficos revelan que en ambas variables existe una aceptación de más del 50%, lo que nos indica que la mayoría de los participantes consideran que ambas variables generan gran impacto en la adopción de DevOps para la empresa objeto de estudio.

Frecuencia Barreras Organizacionales

Distribución de Respuesta Falta de Comunicación



Distribución de Respuesta Falta Roles



Distribución de Respuesta Resistencia al cambio

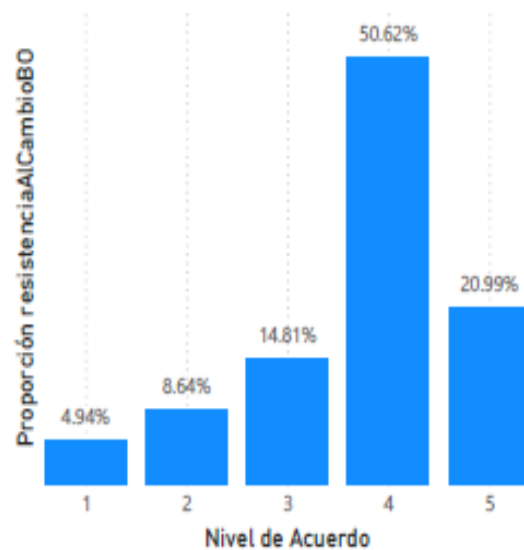


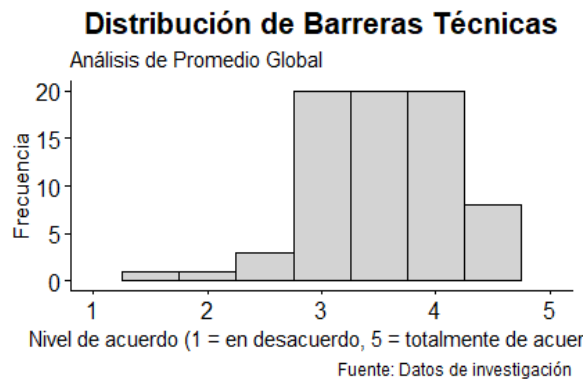
Ilustración 13 Distribución de frecuencias de ítems de la variable Barreras Organizacionales

Fuente: Elaboración Propia

La ilustración anterior demuestra de acuerdo con los gráficos presentados, la aceptabilidad de las barreras organizacionales, en más de un 70% de los participantes, lo que nos indica que las barreras organizacionales generan un gran impacto en la adopción de DevOps.

Análisis Descriptivos de Variables Global

- **Barreras Técnicas**



Boxplot - Índice global de Barreras Técnica

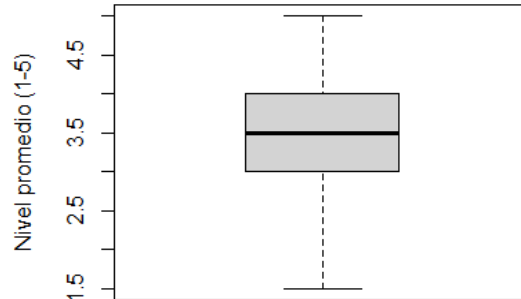
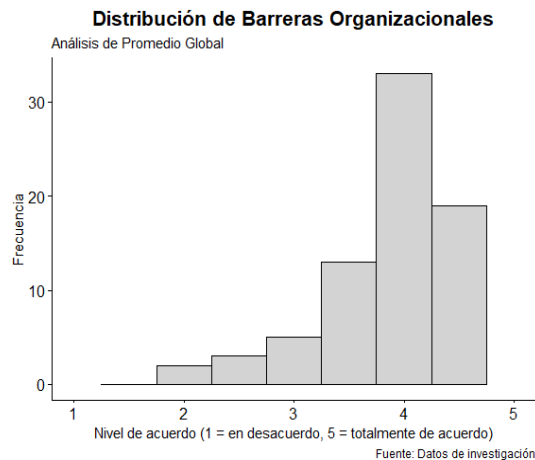


Ilustración 14 Análisis descriptivo de la variable global Barreras Técnicas

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con el histograma se puede observar que hay una distribución con tendencia hacia la derecha en donde se encuentra concentrado la mayor frecuencia de respuestas en los niveles “De acuerdo” y “Totalmente de acuerdo”. Esta tendencia señala que hay una percepción general de que las barreras técnicas limitan la adopción de DevOps. Por otro lado, el Boxplot, la reafirma, con una mediana de 3.500 y los rangos intercuartílicos comprendidos entre 3.00 y 4.00, esto evidencia que hay una percepción positiva a la existencia de estas barreras.

- **Barreras Organizacionales**



Boxplot - Índice global de Barreras Organizacionales

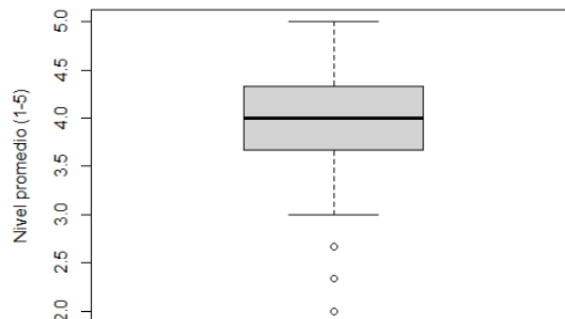


Ilustración 15 Análisis descriptivo de la variable global Barreras Organizacionales

Fuente: Elaboración Propia

El histograma evidencia que existen una distribución asimétrica hacia la derecha, concentrando la mayor parte de las respuestas en los niveles “De acuerdo” y “Totalmente de acuerdo”. Esto indica que existe una percepción generalizada en los encuestados sobre la

existencia de estas barreras que afectan la implementación de DevOps. El boxplot refuerza la tendencia identificada, con una mediana de 4.000 y una media 3.9995. La dispersión es pequeña, sin embargo, hay valores atípicos, pero estos son minoritarios, lo que sugiere que los encuestados si perciben un obstáculo organizacional en la adopción de prácticas.

Una vez se realizó el tratamiento de los valores atípicos para la variable barreras organizacionales, la figura 16 muestra la variable sin valores atípicos, y su frecuencia resultante.

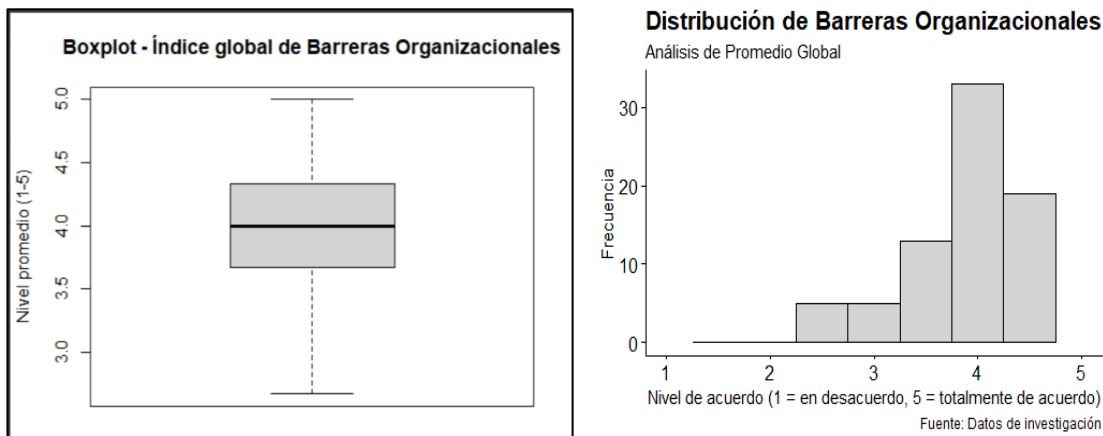


Ilustración 16 Análisis descriptivo de la variable **Barreras Organizacionales** sin valores atípicos

Fuente: Elaboración Propia

- **Factores Técnicos**

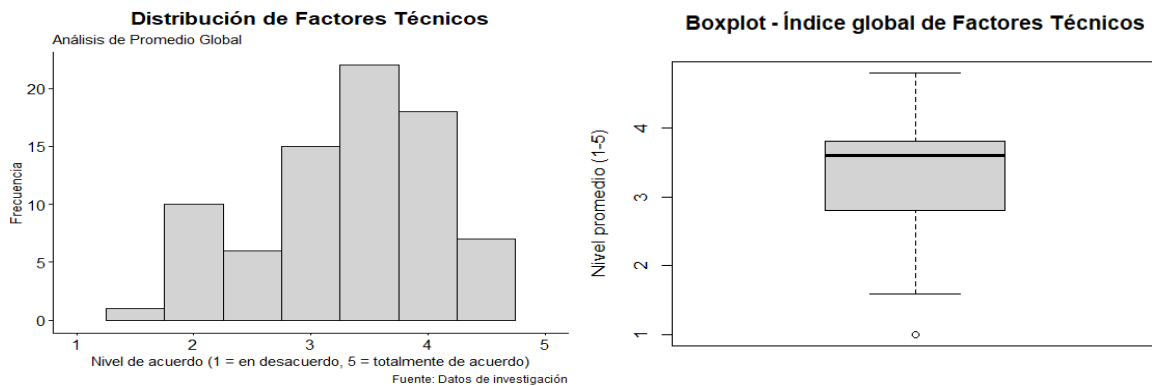


Ilustración 17 Análisis descriptivo de la variable global **Factores Técnicos**

Fuente: Elaboración Propia

Según la distribución de frecuencias presentada en el histograma refleja que la mayoría de las respuestas están concentrados en los niveles 3 (ni de acuerdo ni en desacuerdo) y 4 (De acuerdo). Esto indica que los encuestados reconocen que existen herramientas y procesos técnicos, sin embargo, el nivel de consolidación y madurez tecnológica aún se encuentra en una percepción

relativamente media y alta, lo que sugiere que existen diferencias en el grado de madurez de factores técnicos que limitan la adopción efectiva de DevOps.

Al dar tratamiento a los valores atípicos de la variable factores técnicos, la ilustración 18 muestra la variable sin valores atípicos, así como su nueva distribución de frecuencias.

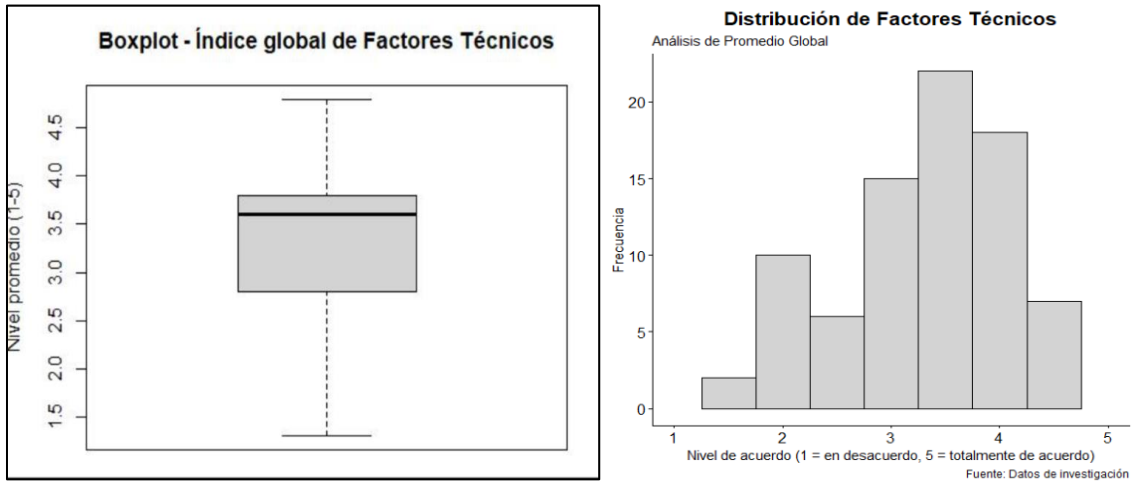


Ilustración 18 Análisis descriptivo de la variable Barreras Técnicas sin valores atípicos
Fuente: Elaboración Propia

- **Factores Culturales**

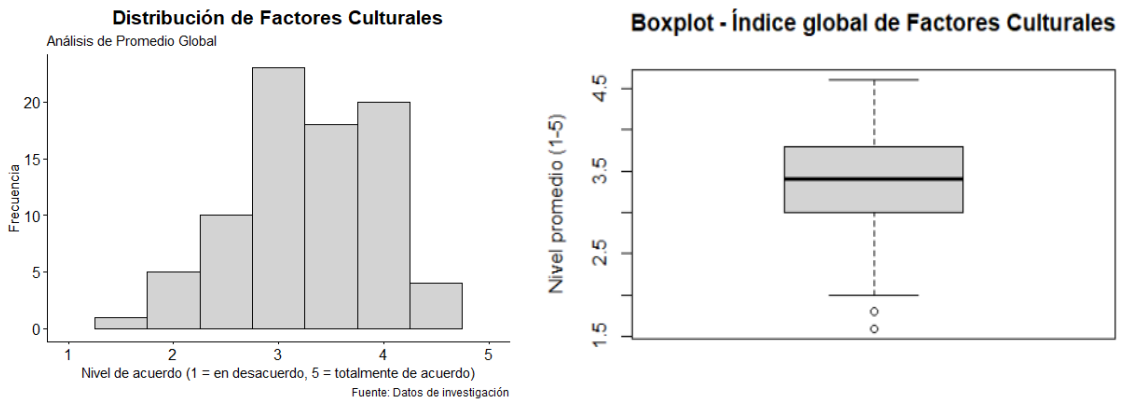


Ilustración 19 Análisis descriptivo de la variable global Factores Culturales
Fuente: Elaboración Propia

Una vez se realizó el tratamiento de los valores atípicos para la variable factores culturales, la ilustración 20 muestra la variable sin valores atípicos, así como su nueva distribución de frecuencias

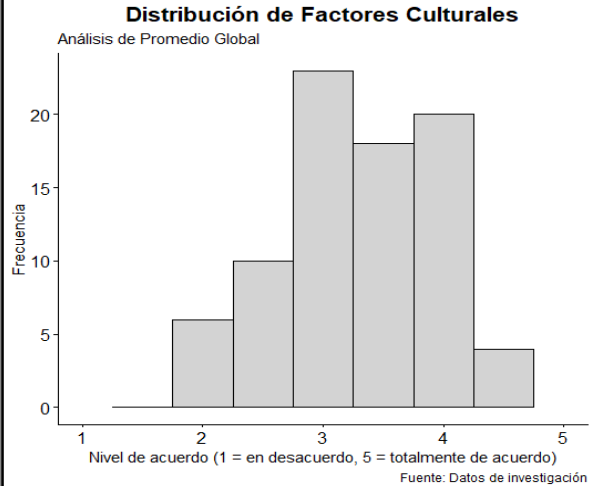
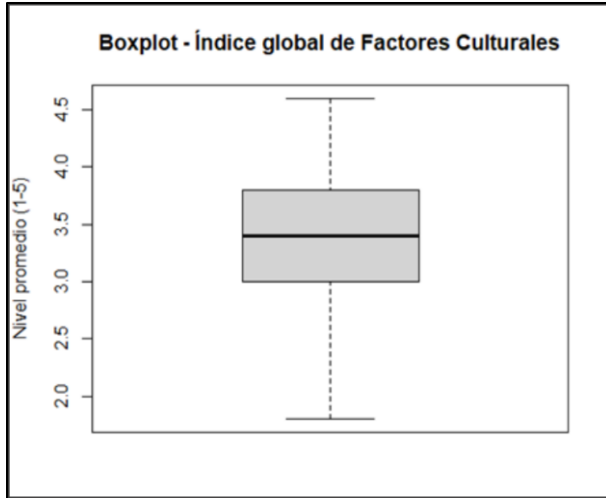


Ilustración 20 Análisis exploratorio de la variable factores culturales sin valores atípicos
Fuente: Elaboración Propia

- **Disposición de Adopción de DevOps**

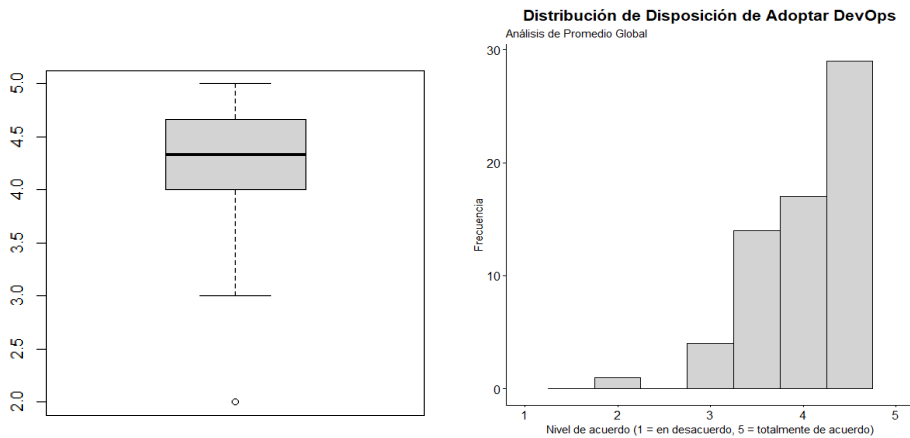


Ilustración 21 Análisis descriptivo de la variable global Disposición de Adopción DeD
Fuente: Elaboración Propia

- **Factores Culturales vs Disposición de Adoptar DevOps**

El gráfico de dispersión mostrado en la Ilustración 22, demuestra que hay una tendencia ascendente, y la línea de tendencia y su intervalo de confianza refuerza una relación positiva entre las variables factoresCulturales y disposiciónAdopcionDevOps.

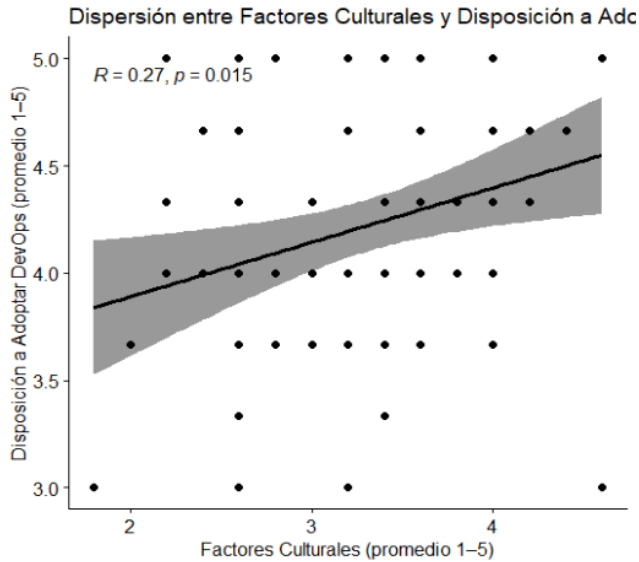


Ilustración 22 Gráfico de dispersión entre los factores culturales y disposición de adoptar DevOps

Fuente: Elaboración Propia

- **Factores Culturales vs Disposición de Adoptar DevOps**

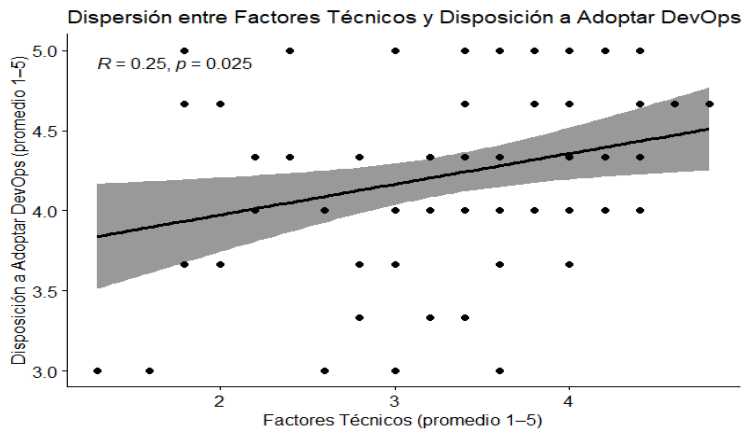


Ilustración 23 Gráfico de dispersión entre los factores técnicos y disposición de adoptar DevOps

Fuente: Elaboración Propia

4.1.4 Conclusiones del EDA

1. En el conjunto de datos se observa que el 89.9% pertenecen al área de desarrollo mientras que el 11.1% de la muestra pertenece al área de operaciones.

Estos resultados sugieren que la mayoría de los encuestados tiene una experiencia intermedia comprendida entre 2 y 8 años.

2. El 83.95% de los encuestados poseen experiencia en despliegues de software, mientras que el 54.32% de participantes poseen una experiencia básica en DevOps, este a su vez es un factor

determinante en la adopción de DevOps en la empresa objeto de estudio.

3. En cuanto a la consideración del impacto de las barreras técnicas y organizacionales al momento de implementar DevOps, ambas son consideradas de gran impacto, sin embargo, las que presentan mayor influencia en la percepción de los participantes son las barreras organizacionales.

Esto demuestra que las barreras organizacionales son ligeramente más influyentes. Esta observación preliminar sienta las bases para la hipótesis #2, que será puesta a prueba formalmente en secciones siguientes, para determinar si esta diferencia es estadísticamente significativa.

4. Desde la perspectiva de uno de los objetivos planteados, se observó que los factores que determinan la madurez tecnológica poseen menor influencia que los factores culturales relacionados a la colaboración entre equipos, aspecto que constituye una gran influencia en la investigación.

5. DevOps reduce drásticamente el tiempo de entrega, cumpliendo uno de los principios principales de DevOps; menor tiempo de entrega.

6. Los errores deben interpretarse con cautela, ya que la mayoría de los despliegues no presentan errores, sin embargo, existe un número limitado de despliegues bajo la metodología DevOps en comparación con despliegues tradicionales, y siendo que la organización está en una fase inicial esto obedece a que están en una etapa temprana de implementación del paradigma de DevOps, lo que puede representar un resultado no alineado a las métricas DORA.

7. Los resultados del análisis descriptivo sobre los despliegues justifican la necesidad de aplicar pruebas inferenciales para evaluar si las diferencias son significativas, y responden a la hipótesis planteada.

De esta manera se observa que los factores organizacionales son percibidos con mayor relevancia por sobre los factores técnicos. Lo que sienta las bases para la hipótesis #3 en la que se busca entender como estos factores influyen en la disposición de adoptar prácticas DevOps.

4.2 INFORME DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

4.2.1 Descripción del proceso

El proceso de recolección de datos se realizó mediante 3 formas, 2 de ellas se realizaron mediante instrumentos de recolección de datos, el otro mediante extracción de la base de datos de proyectos de la empresa objeto de estudio. A continuación, se describirá cada una de estas formas de recolección:

1. Encuesta tipo likert

Para la aplicación de este instrumento, se procedió a crear mediante un formulario digital generado desde Google Forms, este a su vez fue aplicado mediante el envío del link del instrumento vía correo electrónico y la red social WhatsApp a los colaboradores de la empresa objeto de estudio.

Tiempo y recursos utilizados: La duración de la aplicación de este instrumento fue de 1 semana, los únicos recursos utilizados fueron la plataforma de administración de Google Forms.

2. Entrevista semiestructuradas

Para la aplicación de este instrumento, se procedió a citar a los expertos en DevOps en un espacio cómodo para el entrevistado, esta entrevista se realizó frente a frente para enriquecer aún más la aplicación del instrumento.

Tiempo y recursos utilizados: La duración de la aplicación de este instrumento fue de 1 semana, la dificultad de las agendas de los entrevistados fue una de las barreras consideradas para la aplicación de este instrumento, donde los únicos recursos utilizados fue el tiempo de los colaboradores entrevistados, a los cuales se les abordó aproximadamente 15 minutos a cada uno.

4.2.2 Participantes o fuentes de información

1. Encuesta tipo Likert

La encuesta fue aplicada a 84 personas de las cuales 76 eran del área de desarrollo y 9 del área de operaciones. La encuesta consto de 18 preguntas tipo likert las cuales fueron respondidas en su totalidad por cada participante involucrado. La encuesta permitió obtener datos cuantificables relacionados a los objetivos y preguntas de la investigación, además de, dar la facilidad a los participantes de contestar las preguntas en su dispositivo móvil o la computadora de su trabajo.

2. Entrevista semiestructurada.

La entrevista fue aplicada a 8 colaboradores con experiencia en DevOps, los cuales fueron citados previamente, con la autorización correspondiente de la empresa objeto de estudio. Cabe mencionar, que las preguntas realizadas fueron abiertas para recopilar detalles relevantes para la investigación, y permitió a los investigadores considerar elementos claves desde las percepciones de los participantes involucrados en la aplicación del instrumento. Las barreras técnicas y organizacionales.

4.2.3 Instrumentos utilizados

1. Encuesta tipo Likert

La encuesta aplicada consta de 18 preguntas tipo likert, las cuales se componen de 4 secciones, la primera sección factores culturales evalúa las consideraciones que se deben considerar a nivel de la cultura de la empresa, La segunda sección compuesta por los factores tecnológicos considera la percepción de los participantes en cuanto a las dificultades tecnológicas que podría afectar la implementación de DevOps. La tercera sección evalúa puntualmente las posibles barreras técnicas y organizacionales que pueden presentarse durante la implementación. Finalmente, la cuarta sección evalúa cual es la disposición de la población evaluada para adoptar DevOps en la empresa objeto de estudio. Cabe mencionar que antes de la aplicación de la encuesta se pidió a los expertos la opinión acerca de las preguntas en cuestión para tomar en consideración factores que no se tomaron en cuenta.

2. Entrevista Semiestructurada

La entrevista consta de 15 preguntas, divididos en 3 bloques, los cuales se dividen primeramente en la evaluación de preguntas abiertas que como primer bloque solicita la opinión del experto acerca de su experiencia en DevOps, el siguiente bloque solicita al entrevistado su opinión sobre posibles barreras o limitaciones que podría presentar la implementación de DevOps. Por último, se pide la opinión sobre posibles recomendaciones y la disposición que tendrían los colaboradores en adoptar DevOps en la empresa objeto de estudio.

4.2.4 Dificultadas encontradas

Algunas de las dificultades a la hora de aplicar los instrumentos de recolección de datos fueron las siguientes:

1. La colaboración de los encuestados fue un factor que dificultó la aplicación del instrumento. Para mitigar este factor se implementó un protocolo de seguimiento el cual consistía en él envió de un correo diario para el apoyo del llenado de la encuesta, además de, la comunicación con cada uno de los jefes de área.
2. Otro factor que afectó la aplicación de la entrevista a los expertos en DevOps fue la falta de disponibilidad de tiempo, los investigadores debían aplicar este instrumento en jornada laboral, lo que dificultaba el tiempo de atención de los participantes. Como plan mitigante, se procedió a solicitar las agendas de los participantes y a calendarizar específicamente en horarios donde el investigador y

el participante pudieran desarrollar la entrevista de manera tranquila y sin presiones para obtener resultados más satisfactorios.

4.2.5 Consideraciones éticas

Se aseguró la confidencialidad mediante la anonimización de todos los datos de todos los datos de la encuesta antes del análisis. Para las entrevistas, se obtuvo consentimiento informado verbal y grabado de cada participante antes de iniciar. Se garantizó el uso responsable de los datos, limitando su aplicación estrictamente a los fines de esta investigación. Cada una de estas consideraciones, permiten a los investigadores tener la confianza de cada participante y de la empresa objeto de estudio garantizando una investigación transparente y que genere valor a todos los involucrados.

4.3 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS APLICADAS

4.3.1 Resultados Cuantitativos

4.3.1.1 Presentación de Datos

Datos Despliegue

Esta sección aborda los resultados obtenidos del análisis cuantitativo realizado a cada una de las variables de la recolección de datos realizada en la empresa objeto de estudio sobre los procesos de despliegue. Considerando que el objetivo de análisis de datos tiene un enfoque comparativo entre las metodologías de despliegues (Tradicional vs DevOps) a continuación se observan el estudio de cada variable por metodología.

Para analizar la influencia de la metodología en la tasa de errores post despliegue y en los tiempos de entrega, así como analizar el porcentaje de frecuencia de cada una de las prácticas se construyó un conjunto de datos armonizado que integró los registros de despliegues tradicionales DevOps del periodo 2025. El dataset final incluyó 86 despliegues, de los cuales 55 pertenecen a metodología tradicional y 31 bajo en el enfoque de DevOps, reflejando este último dato que la adopción de la metodología DevOps en la institución es reciente y primaria.

Respecto al análisis de prácticas DevOps sobre metodologías, muestra una diferencia marcada entre ambos enfoques. En los despliegues DevOps, prácticamente todas las prácticas, presentan una implementación del 100%, por el contrario, en la metodología tradicional en donde se observa una mayor variabilidad, siendo la adopción de estas prácticas casi inexistente. CI/CD e Iac no se utilizan en lo absoluto, y las pruebas automáticas solo están presentes 5%, mientras que la revisión de código se implementa en menos de la mitad de los despliegues.

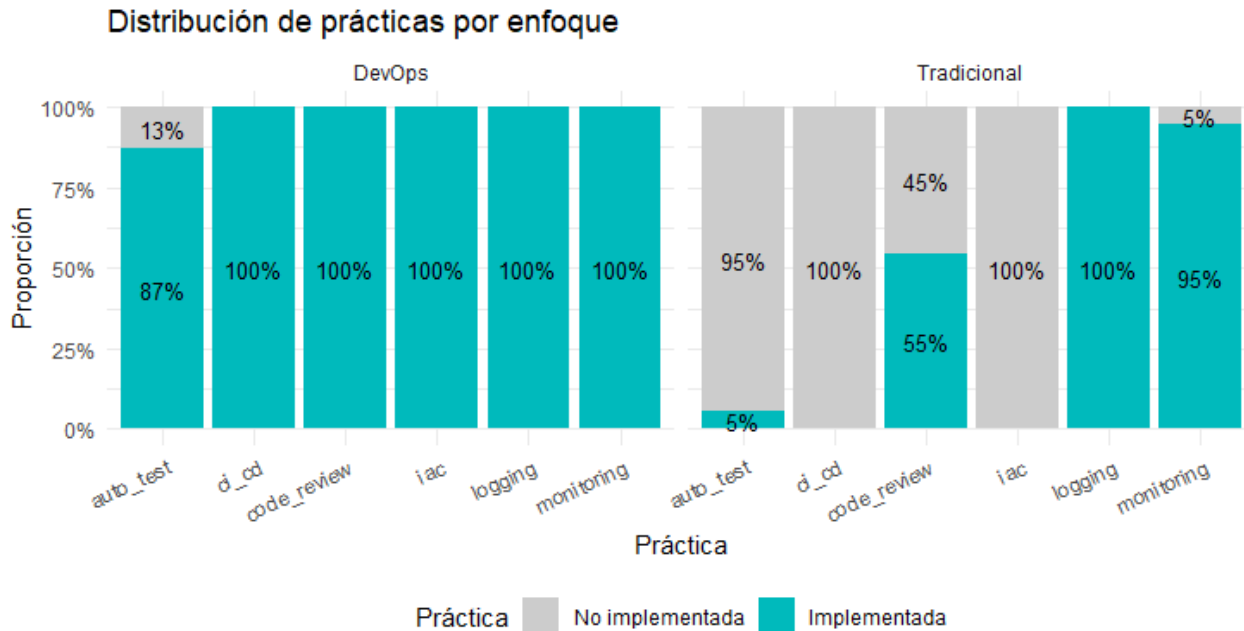


Ilustración 24 Practicas DevOps por metodología

Fuente: Elaboración propia.

Errores Post Despliegue

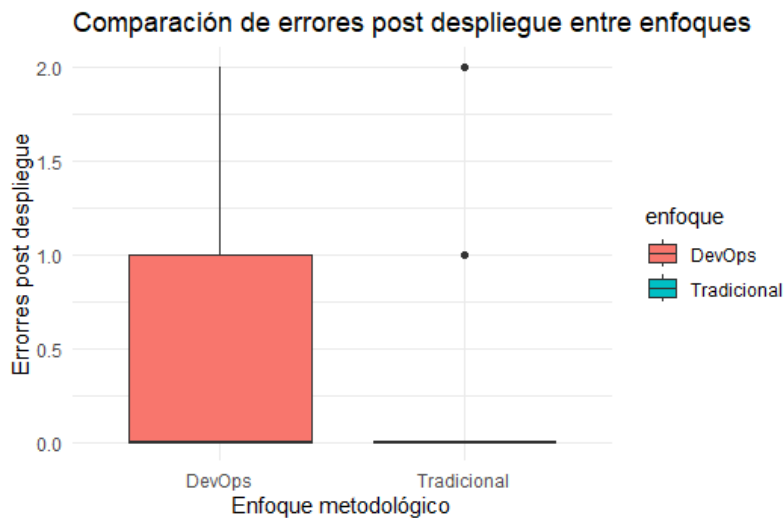


Ilustración 25 Errores post despliegues solo proyectos

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 43 muestra que los despliegues convencionales mostraron un promedio de errores notablemente bajo ($M = 0.055$; $DE = 0.299$), en contraste con los despliegues de DevOps que tuvieron un promedio más alto ($M = 0.484$; $DE = 0.811$). A pesar de esto, en ambos tipos de despliegue la mediana resultó ser cero, como se confirma en el boxplot de la Imagen 25, lo que implica que la mayoría de los despliegues no produjeron errores posteriores.

Tiempos de entrega

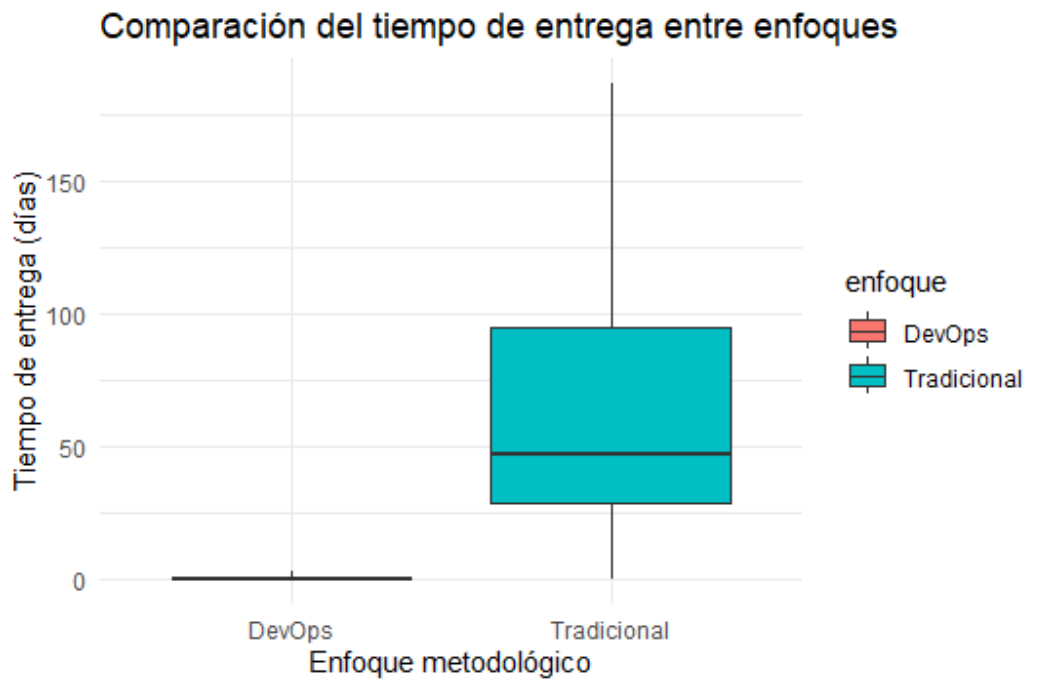


Ilustración 26 Tiempo de entrega en días solo por proyecto

Fuente: Elaboración Propia

Las diferencias en los tiempos de entrega fueron significativas como lo demuestra la tabla 43. Los despliegues tradicionales necesitaban alrededor de 61.8 días, con una mediana de 47 días, lo que revela procesos extendidos que implican numerosas aprobaciones, validaciones manuales y prolongados ciclos de liberación.

Por otro lado, los despliegues de DevOps lograron un tiempo promedio de 0.75 días (cerca de 18 horas), con una mediana de solo 0.094 días (aproximadamente 2.2 horas). Este comportamiento ilustra la habilidad del enfoque DevOps para disminuir el tiempo de respuesta, eliminando obstáculos operativos mediante la automatización y la integración continua.

Encuesta

A continuación, se presenta los resultados obtenidos del análisis a cada una de las variables estudiadas, las cuales fueron tratadas en la sección de transformación de datos. Se describe la categoría de la variable, así como el promedio de cada una de ellas. Inicialmente se describe cada una por separado y se concluye con el análisis de manera global para cada variable.

Barreras técnicas y Organizacionales

Tabla 44 Resumen Ítems Variable Barreras

Tipo Barrera	Item Barrera	Media
Técnica	faltaConocimiento	3.91358
Técnica	infraestructuraTecnologica	3.419753
Organizacional	faltaComunicacion	4.012346
Organizacional	faltaRolesProcesos	4.111111
Organizacional	resistenciaAlCambio	3.740741

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 44 muestra el impacto promedio (media en escala Likert 1-5) de cada ítem de la dimensión Barreras Técnicas y Organizacionales, utilizando las calificaciones de todos los participantes. A partir de estos promedios, se elaboró un ranking de gravedad Ilustración 27, las barreras que tuvieron la mayor media y el porcentaje más alto en 4-5 fueron consideradas las de mayor impacto percibido para implementar prácticas DevOps.

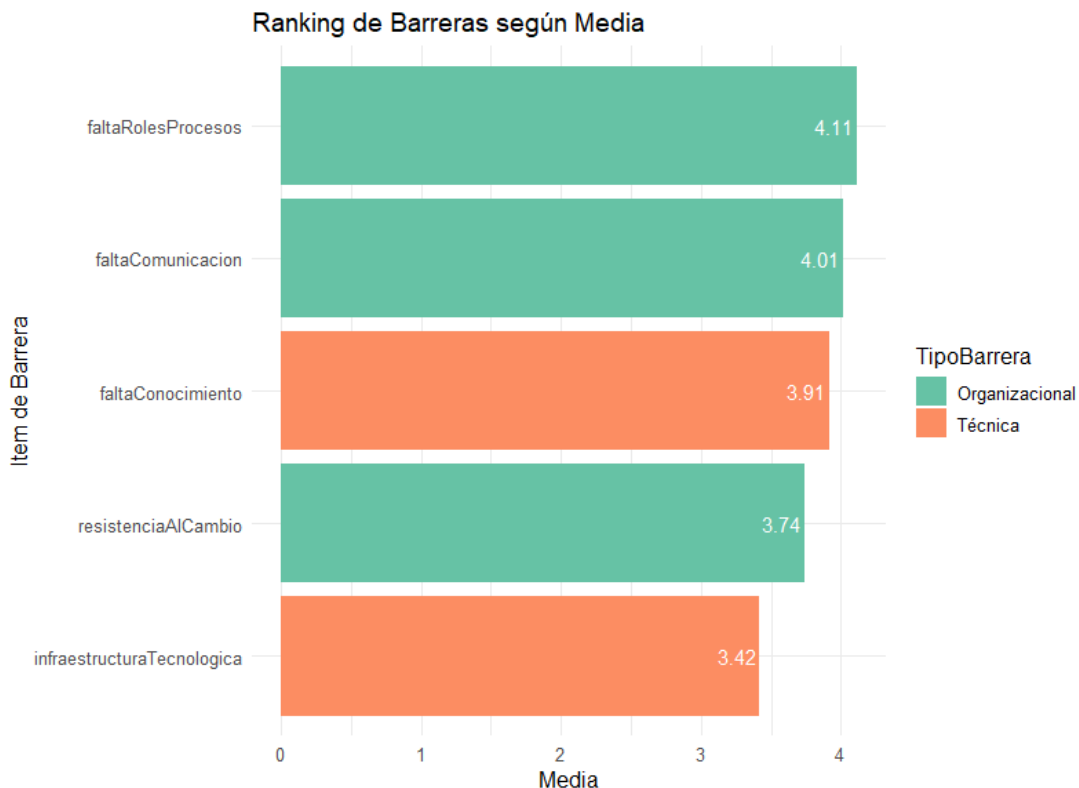


Ilustración 27 Ranking de Barreras según Media

Fuente: Elaboración Propia

Factores Culturales y Factores Técnicos

Tabla 45 Resumen Ítems Variable Factores

Factor	ítem Barrera	media
Factor Cultural	culturaCulpa	3.62963
Factor Cultural	incentivosColaboracion	2.91358
Factor Cultural	mecanismosComunicacion	3.234568
Factor Cultural	nivelConfianza	3.185185
Factor Cultural	trabajoEnEquipo	3.567901
Factor Técnico	CICDDespliegues	3.024691
Factor Técnico	herramientasAutomatizacion	3.197531
Factor Técnico	iacDespliegues	3.111111
Factor Técnico	monitoreoDepliegues	3.641975
Factor Técnico	observabilidadDespliegues	3.493827

Fuente: Elaboración Propia

Análisis Variables Globales

Los resultados presentados en la Tabla 46 muestran que la media general de la variable barrerasTécnicas es de 3.667, lo que indica que, en promedio, los encuestados tienden a estar de acuerdo en que las barreras técnicas limitan la adopción de prácticas DevOps en la organización.

Tabla 46 Resumen Estadístico de la Variable Global Barreras Técnicas

Resumen Estadístico	Valor
Valor Mínimo	1.500
1er Cuartil	3.000
Mediana	3.500
Media	3.667
3er Cuartil	4.000
Valor Máximo	5.00

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados presentados en la Tabla 47 muestran que la media general de las barreras organizacionales es de 3.955, lo que indica que, en promedio los encuestados están de acuerdo en que las barreras organizacionales limitan la adopción de DevOps. Se observa también que la mediana (4.000) refleja una tendencia alta en el nivel de acuerdo. Y los rangos intercuartílicos reafirman lo anterior.

Tabla 47 Resumen Estadístico de la Variable Global Barreras Organizacionales

Resumen Estadístico	Valor
Valor Mínimo	2.667
1er Cuartil	3.667
Mediana	4.000
Media	3.975
3er Cuartil	4.333
Valor Máximo	5.000

Fuente: Elaboración Propia

El resumen estadístico presentado en la Tabla 48 indica una media de 3.294 y una mediana de 3.6, y sus rangos intercuartílicos entre 2.8 y 3.8, esto indica una variabilidad en las respuestas, aunque presentando una tendencia favorable hacia el nivel “De acuerdo”. La ilustración 12, presenta la distribución de la variable y su análisis descriptivo.

Tabla 48 Resumen estadístico de la variable global Factores Técnicos

Resumen Estadístico	Valor
Valor Mínimo	1.000
1er Cuartil	2.800
Mediana	3.600
Media	3.294
3er Cuartil	3.800
Valor Máximo	4.800

Fuente: Elaboración Propia

El resumen estadístico presentado en la Tabla 49 indica una media de 3.306 y una mediana de 3.400, y sus rangos intercuartílicos entre 3.000 y 3.800, esto indica una variabilidad en las respuestas, aunque presentando una tendencia favorable. Estos valores son muy próximos a los observados en la a variable factoresTecnicos. La ilustración 14, presenta la distribución de la variable y su análisis descriptivo.

Tabla 49 Resumen estadístico de la variable global Factores Culturales

Resumen Estadístico	Valor
Valor Mínimo	1.600
1er Cuartil	3.000
Mediana	3.400
Media	3.306
3er Cuartil	3.800
Valor Máximo	4.600

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50 Resumen estadístico de la variable global Disposición Adopción de DevOps

Resumen Estadístico	Valor
Valor Mínimo	3.000
1er Cuartil	4.000
Mediana	4.333
Media	4.222
3er Cuartil	4.667
Valor Máximo	5.000

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.2 Descripción de los hallazgos

De acuerdo con el análisis de los datos recabados a través de la encuesta, se procedió a evaluar los hallazgos más importantes. En resumen, los investigadores observaron ciertas tendencias en cuanto al conjunto de datos evaluados, se observa que de 81 participantes 88.9% son del área del desarrollo de la entidad objeto de estudio mientras que el 11.1 pertenecen al área de

operaciones, además, más del 80% de los participantes cuentan con una experiencia mayor a los 2 años en desarrollo y más del 50% poseen experiencia básica en DevOps, lo que hace aún más enriquecedora la investigación.

De acuerdo con el análisis de las variables, se calculó el impacto que poseen las barreras organizacionales y las barreras técnicas al momento de adoptar DevOps, se observó que a nivel de la entidad objeto de estudio y de acuerdo con las opiniones transmitidas por los participantes en la encuesta, muestra que, las barreras organizacionales tienen ligeramente un impacto mayor sobre las barreras técnicas para la adopción de DevOps, así lo muestra la Tabla 44 de la investigación.

Al normalizar el impacto de las barreras técnicas en relación con el valor más alto de la escala Likert empleada, se calcula un impacto percibido global del 73.3 %, lo que sugiere una percepción moderadamente elevada de su efecto en la implementación de prácticas DevOps. Sin embargo, las barreras organizacionales tienen un impacto percibido global mayor, con un 79.5%, lo que muestra que los elementos organizacionales ejercen una influencia más fuerte de lo técnico en el contexto analizado.

Adicional, analizando los promedios y desviaciones estándar obtenidas de ambas variables y considerando la experiencia de los investigadores a nivel de entidades bancarias, no sorprende que las barreras organizacionales tengan un mayor impacto en la adopción de DevOps, ya que, muchas entidades poseen actualmente deficiencias organizacionales tanto a nivel de cultura así de procesos.

Con base a los resultados obtenidos en el análisis de las variables Factores Culturales y Factores Técnicos, ambos relacionados con las percepciones de los equipos de trabajos y las percepciones sobre las herramientas. Observando los promedios y desviaciones estándar obtenidas, las percepciones en cuanto a los factores culturales son ligeramente mayores a las presentadas en los factores técnicos.

Al normalizar las variables globales sobre los Factores en relación con el valor más alto de la escala de Likert aplicada, se observa que los elementos técnicos tienen un efecto global percibido del 65.9 %, mientras que los elementos culturales logran un 66.1 %. Estos hallazgos muestran que tanto los elementos técnicos como los culturales son considerados significativos en la implementación de prácticas de DevOps, con una leve preferencia hacia los aspectos culturales, lo cual indica una percepción equilibrada pero positiva sobre la influencia de estos factores en el entorno organizacional estudiado.

4.3.1.3 Relación con los objetivos

Pregunta #1

La pregunta 1 busca determinar si la implementación de prácticas DevOps generan un impacto positivo sobre dos indicadores clave del desempeño operativo del proceso de despliegue de software: calidad atribuida a partir de los errores post despliegues y la eficiencia temporal descrita a partir de los tiempos de entrega.

Los resultados del análisis descriptivo EDA, evidencian de forma clara que los proyectos desplegados bajo la metodología de DevOps, se obtienen una reducción significativa en los tiempos de entrega, cumpliendo con uno de los principios fundamentales del enfoque y con una de las expectativas planteadas en el objetivo.

Por otro lado, la media mayor de errores observada en DevOps, indica que este objetivo aún no se ha alcanzado al menos no por unidad de despliegue, esto debido a la fase en la que se encuentra la organización al adaptar DevOps en sus procesos de despliegues actuales, esta situación es coherente con la literatura, la cual señala que en estas fases iniciales de adopción la calidad puede disminuir debido a:

- La curva de aprendizaje,
- La falta de pruebas automatizadas robustas,
- El acoplamiento entre componentes,
- La madurez incipiente del pipeline.

Lo cual sugiere que los beneficios de DevOps en estas etapas iniciales dentro de la organización aún no reflejan una reducción directa en los errores post despliegues.

Pregunta #2

La pregunta de investigación número 2 relacionada a cuáles son las barreras técnicas y organizacionales con mayor frecuencia e impacto al implementar DevOps, considerando los resultados obtenidos podemos categorizar las barreras de la siguiente manera:

Tabla 51 Consideraciones finales sobre pregunta 2

Variable	Tipo de Barrera	Media	Interpretación
Falta de roles y procesos	Organizacional	4.11	La barrera más severa; ausencia de estructura clara.
Falta de comunicación	Organizacional	4.01	Problema sistemático entre equipos.
Resistencia al cambio	Organizacional	3.74	Percepción importante, pero más dispersa (DE=1.04).

Falta de conocimiento técnico	Técnica	3.91	Barrera técnica relevante.
-------------------------------	---------	------	----------------------------

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con lo anterior podemos observar que las barreras técnicas de acuerdo con la media de la frecuencia de las respuestas de los participantes, podemos concluir que la falta de roles y procesos es la barrera que más impacto tiene para la adopción de DevOps, lo que nos muestra que los colaboradores consideran que aún existe deficiencia relacionada a esta barrera en la entidad objeto de estudio. La barrera que menor impacto posee es la infraestructura tecnológica, dándonos a entender que es una barrera que generaría un impacto moderado al implementar DevOps de acuerdo con lo contestado por los encuestados.

Hipótesis #2

De acuerdo con lo considerado en H0, relacionados a que no existen diferencias significativas en la frecuencia ni en el impacto percibido entre las barreras técnicas y organizacionales que limitan la adopción de DevOps, los resultados expuestos en la Tabla 44 demuestran de manera preliminar que las diferencias entre las medias de las frecuencias de respuestas de participantes son moderadas, y no representan grandes diferencias entre barreras organizacionales y técnicas como se plantea en la H0.

Pregunta #3:

La pregunta 3 muestra la comparativa de percepciones de la colaboración entre equipos versus la percepción sobre las herramientas, estos se abordaron mediante la aplicación de la encuesta acerca de factores culturales y factores tecnológicos. A continuación, se presenta un análisis en cuanto a la pregunta #3:

Tabla 52 Tabla relacional

Tipo de Factor	Variable	Media	Desviación Estándar	Interpretación según resultados
Cultural	Trabajo en equipo	3.56	0.92	Existe una percepción positiva sobre la colaboración operativa.
Cultural	Cultura de culpa	3.63	1.22	Aún persisten conductas de señalamiento que dificultan la mejora continua.
Cultural	Mecanismos de comunicación	3.23	0.93	La comunicación es funcional, pero no óptima.
Cultural	Nivel de confianza	3.18	0.84	La confianza está presente, pero no completamente desarrollada.
Cultural	Incentivos a la colaboración	2.91	0.95	Es la variable más débil; falta reconocimiento formal a prácticas colaborativas.
Tecnológico	Monitoreo en producción	3.64	0.97	Es el aspecto más fuerte en tecnología; se perciben mecanismos de monitoreo adecuados.

Tipo de Factor	Variable	Media	Desviación Estándar	Interpretación según resultados
Tecnológico	Observabilidad de Despliegues	3.49	0.85	Existe un nivel aceptable de visibilidad de servicios.
Tecnológico	Automatización de herramientas	3.20	1.23	Uso parcial de herramientas de automatización.
Tecnológico	Infraestructura como código (IaC)	3.11	1.01	Implementación básica, no estandarizada.
Tecnológico	Procesos CI/CD	3.02	1.09	La práctica más rezagada dentro de los factores tecnológicos.

Fuente: Elaboración Propia

Pregunta #3

Los resultados de la Tabla 48 y los resultados del análisis de correlación entre variables que se visualizan en las Figuras (22-23), indican que los factores culturales tienen un impacto intermedio en la implementación de DevOps, resaltando carencias en la comunicación y los incentivos. Respecto a los aspectos tecnológicos, se observan progresos en monitoreo y visibilidad, mientras que la integración continua y la automatización muestran retrasos significativos.

Hipótesis 3

El hallazgo de la relación entre las variables factores técnicos y factores culturales sobre la disposición de adoptar DevOps, se vincula directamente con la hipótesis planteada en el estudio, la cual plantea que los factores culturales tienen una mayor influencia sobre la disposición de adoptar DevOps que los factores técnicos. En este sentido, los resultados del análisis correlacional Tablas (37-38) muestran que tanto los factores técnicos como los factores culturales tienen una relación positiva y estadísticamente significativa sobre la disposición de adoptar prácticas DevOps. Sin embargo, el coeficiente de Spearman para los factores culturales ($\rho = 0.27$, $p = 0.015$) es ligeramente mayor que para los factores técnicos ($\rho = 0.25$, $p = 0.025$). Esto señalan que los factores culturales como la colaboración, la comunicación y la confianza entre equipos, ejercen una influencia más determinante que los factores técnicos, como lo plantea la H1.

4.3.1.4 Análisis estadístico

Mediante pruebas estadísticas se validó las hipótesis propuestas por los investigadores, las cuales están basadas en la información recopilada mediante los respectivos instrumentos se concluye lo siguiente:

Hipótesis 1:

H0: La adopción de prácticas DevOps no genera una reducción porcentual significativa en los tiempos de entrega y en la tasa de errores en comparación con metodologías tradicionales.

H1: La adopción de prácticas DevOps genera una reducción porcentual significativa en los tiempos de entrega y en la tasa de errores en comparación con metodologías tradicionales.

Para llevar a cabo la prueba t de Student para comprobar la Hipótesis 1, se realizó una prueba para evaluar el supuesto de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk, para cada grupo metodológico. Los resultados que se muestran en las Tablas 53-54, arrojaron que tanto la variable errores post despliegue y la variable tiempo de entrega presentan distribuciones no normales donde ambos análisis muestran que los grupos tiene valores $p < 0.05$, por lo que se rechazó el supuesto de normalidad. Esto era esperable debido a que ambas variables presentan valores altos de asimetría.

A pesar del incumplimiento del supuesto de normalidad, la elección de la prueba t student sigue siendo estadísticamente válida. (Rasch et al., 2007) refiere que la prueba t es lo suficientemente robusta para comparar dos muestras independientes frente a la no normalidad. Por lo cual se determinó que la prueba t de student es estadísticamente adecuada para comparar los promedios de tiempos de entrega y errores entre las metodologías Tradicional y DevOps.

Tabla 53 Resultados Shapiro-Wilk variable Tiempo de entrega en días

Metodología	W	p-value
Tradicional	0.84941	6.507E-06
DevOps	0.65831	2.98E-07

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54 Resultados Shapiro-Wilk variable Errores Post Despliegue

Metodología	W	p-value
Tradicional	0.18178	6.76E-16
DevOps	0.59982	5.19E-08

Fuente: Elaboración propia

Al ejecutar la prueba t student se obtuvieron las siguientes estadísticas:

- Errores post despliegue
 1. $t = 2.8398$
 2. $gl = 34.666$
 3. $p\text{-value} = 0.007503$
 4. Media Tradicional = 0.055
 5. Media DevOps: 0.484
 6. IC 95% = [0.122, 0.736]

La comparación de la tasa de errores post despliegues reveló que existen diferencias significativas entre las metodologías. La prueba t de Welch indicó que las medias difieren de manera significativa ($t(34.666) = 2.84, p=0.007$). La media de los despliegues tradicionales presentó una media menor, en comparación con los despliegues DevOps. El intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias no incluyó el cero, esto reafirma las diferencias entre ambos enfoques. Este resultado, resulta coherente con la literatura que señala que los despliegues al ser más frecuentes, incrementa la detección de errores por cada liberación.

- Tiempo de entrega en días
 1. $t = -11.914$
 2. $gl = 54.166$
 3. $p\text{-value} = 2.2e-16$
 4. Media Tradicional = 61.76
 5. Media DeVops: 0.746 (18 horas)
 6. IC 95% = [-71.28, -50.75]

La evaluación del tiempo de entrega mostró variaciones sumamente significativas entre las dos metodologías. La prueba t de Welch evidenció una influencia abrumadora notable ($t(54.166) = -11.91, p(2.2e-16) < 0.001$), señalando que los enfoques Tradicionales necesitan en promedio 61.76 días, mientras que las implementaciones bajo prácticas DevOps solo requieren en promedio 0.746 días (aproximadamente 18 horas). Lo que representa una reducción porcentual de 98.79 % en los tiempos de entrega en comparación con los tiempos de entrega bajo métodos tradicionales.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se evidencia que la adopción de DevOps si produce una reducción significativa en los tiempos de entrega, y hay una diferencia real entre los grupos. En conclusión, los estudios revelan que DevOps disminuye considerablemente el tiempo necesario para implementar cambios en producción. Esto valida en parte la Hipótesis 1 en su aspecto temporal.

No obstante, los hallazgos respecto a la cantidad de errores que ocurren después del despliegue indican una tendencia contraria a lo anticipado. La prueba t indicó que las implementaciones de DevOps reportan un mayor número de errores en comparación con las implementaciones tradicionales ($p = 0.007$), lo que implica que no se confirma la disminución de la tasa de errores en el ámbito estudiado.

En general, la Hipótesis 1 es aceptada parcialmente. Las pruebas empíricas sugieren que

DevOps mejora notablemente la eficiencia temporal, pero no se puede concluir que disminuya la tasa de errores después de la implementación.

Hipótesis 2:

H0: No existen diferencias significativas en la frecuencia ni en el impacto percibido entre las barreras técnicas y organizacionales que limitan la adopción de DevOps.

H1: Existen diferencias significativas en la frecuencia y en el impacto percibido entre las barreras técnicas y organizacionales que limitan la adopción de DevOps.

Para la prueba de nuestra hipótesis se utilizó la prueba estadística t-student, ya que requerimos hacer una comparativa entre las barreras técnicas y las organizacionales. Al aplicar esta prueba se obtuvo que:

1. $t = -3.75$
2. $gl = 80$
3. $p\text{-value} = 0.0003295$
4. Diferencia media = -0.1358
5. IC 95% = $[-0.2078, -0.0638]$

La prueba t para muestras emparejadas reveló una diferencia estadísticamente significativa entre las limitaciones técnicas y las limitaciones organizativas ($t(80) = -3.75, p < 0.001$). La media negativa observada (-0.1358) sugiere que los participantes evaluaron de forma más favorable las limitaciones organizativas en relación con las técnicas. El intervalo de confianza del 95% $[-0.2078, -0.0638]$, que se encuentra completamente por debajo de cero, respalda que esta diferencia es sólida. Estos hallazgos demuestran que, en esta entidad del ámbito financiero, las barreras culturales y organizativas son consideradas más determinantes para la implementación de DevOps que las barreras relacionadas con la tecnología.

En conclusión, de acuerdo con los resultados de la prueba estadística t-student, se rechaza hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1). Los resultados demuestran que existen impactos significativos entre las barreras organizacionales y técnicas.

Hipótesis 3:

- **H0:** La percepción sobre la colaboración entre equipos y sobre el uso de herramientas influye en la disposición a adoptar prácticas DevOps.
- **H1:** La percepción sobre la colaboración entre equipos y sobre el uso de herramientas influye en la disposición a adoptar prácticas DevOps, siendo la colaboración entre equipos

el factor con mayor influencia.

Para la prueba de nuestra hipótesis se utilizó la prueba estadística de la regresión múltiple, debido a que la hipótesis sugiere evaluar cómo los aspectos culturales y tecnológicos afectan de manera conjunta la disposición a implementar DevOps. Este tipo de enfoque es apropiado para investigaciones que buscan correlaciones y explicaciones, puesto que facilita la identificación del impacto de cada factor al mismo tiempo que se controla la influencia del otro.

El análisis de regresión lineal múltiple reveló que los elementos culturales y tecnológicos ayudan a comprender la disposición para implementar prácticas DevOps ($F(2,78) = 5.061, p = 0.0085$). Los elementos culturales mostraron un coeficiente positivo ($\beta = 0.193, p = 0.0598$), mientras que los tecnológicos reflejaron un impacto menor ($\beta = 0.137, p = 0.0923$). A pesar de que ambos factores presentan una relevancia marginal, el impacto de los culturales es más significativo tanto en su magnitud como en su relevancia estadística. Estos hallazgos apoyan la teoría propuesta, sugiriendo que la cultura organizacional y la cooperación entre grupos tienen un efecto más profundo en la predisposición a implementar DevOps que la utilización de herramientas o metodologías tecnológicas.

Por lo tanto, se descarta la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1), lo que lleva a la conclusión de que la cooperación entre grupos es el aspecto que más impacta en la disposición a implementar DevOps en la organización estudiada.

4.3.2 Análisis Cualitativo

4.3.2.1 Categorías o temas emergentes

Tabla 55 Principales temas y análisis recopilados durante la aplicación de entrevistas.

Tema	Código de Entrevista	Cita textual / Observación relevante	Hallazgo ilustrado
Tema 1: Madurez técnica insuficiente	E1	“La capacitación ha sido personal, no organizacional.”	Falta de formación estructurada y poco desarrollo de capacidades DevOps.
	E2	“Existe una política de que funcione... eso se traduce en deuda técnica.”	Persistencia de prácticas reactivas que generan deuda técnica.
	E4	“No se contaba con un ambiente listo para la implementación... no teníamos un consultor que guiara el proceso.”	Ambientes inmaduros para DevOps y falta de acompañamiento experto.
Tema 2: Barreras organizacionales estructurales	E1	“No se posee una visión clara de lo que la organización quiere hacer... todo es improvisado.”	Falta de estrategia, planificación y gobernanza.

	E2	“La comunicación no es clara... decisiones concentradas a nivel gerencial.”	Comunicación limitada y dependencia jerárquica.
	E3	“No hay socialización entre los equipos... sobrecarga por no definir roles.”	Problemas de colaboración y ausencia de roles claros.
	E4	“Los roles no están definidos; costaba entender quién ayuda con qué.”	Ambigüedad organizacional en responsabilidades.
Tema 3: Beneficios percibidos de DevOps	E3	“Automatiza bastante el proceso... solo hago un pull request y en cinco minutos está actualizado.”	Aumento de eficiencia mediante automatización y pipelines.
	E4	“Proceso automático, con menos errores y mejor calidad gracias a las pruebas y a IaC.”	Mayor calidad, menos errores y ambientes homologados.
Tema 4: Disposición hacia DevOps	E1	“Existe un hambre por aprender.”	Alta motivación del personal para adoptar nuevas prácticas.
	E3	“La organización está apoyando cuando se quieren implementar tecnologías nuevas.”	Apoyo institucional para iniciativas DevOps.
	E4	“Sí, tanto el equipo como la organización están motivados.”	Disposición positiva colectiva.
Tema	Código de Entrevista	Cita textual / Observación relevante	Hallazgo ilustrado
Tema 5: Acciones recomendadas	E1	“Hay una debilidad en la planificación... cambiamos de estrategia constantemente.”	Necesidad de planificación estratégica estable.
	E3	“Debe haber mejor definición de roles y responsabilidades.”	Urgencia de clarificar roles para evitar sobrecarga.
	E4	“Se deben establecer lineamientos específicos de cada proceso.”	Requerimiento de normativas y estándares claros.

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2.2 Citas o ejemplos

E1: “La capacitación ha sido personal, no organizacional.”

La falta de capacitación formal es identificada como una de las barreras más comunes en organizaciones que intentan adoptar DevOps, debido a que la transición implica un cambio en habilidades, mentalidad y procesos (Lwakatare et al., 2019).

La investigación muestra que la carencia de formación organizada causa demoras, equivocaciones y obstáculos técnicos en la implementación de DevOps.

E1: “No se posee una visión clara... todo es improvisado.”

Las organizaciones con gobernanza débil muestran implementaciones DevOps fragmentadas, inconsistentes y altamente improvisadas (Erich et al., 2017a).

Este análisis indica que la ausencia de una estrategia definida es un obstáculo común en

las empresas que implementan DevOps.

E3: “No hay socialización... sobrecarga por no definir roles.”

E4: “Los roles no están definidos...”

El éxito de DevOps depende de roles claros y responsabilidades explícitas; lo contrario genera carga desigual y fricciones internas (Erich et al., 2017).

Los autores subrayan que la ausencia de funciones bien establecidas constituye uno de los obstáculos más importantes dentro de la organización.

E3: “Solo hago un pull request y en cinco minutos está actualizado.”

La automatización de pipelines se relaciona con velocidad, escalabilidad y reducción de errores (Zhao et al., 2022). DevOps y CI/CD reducen el tiempo de entrega (lead time) y mejoran la calidad del software.

E1: “Hambre por aprender.”

E3: “La organización está apoyando...”

E4: “El equipo está motivado.”

La disposición del personal es un predictor clave de adopción tecnológica (Van Den Berghe et al., 2018). La motivación y disposición positiva facilitan la transición hacia DevOps.

E1: “Debilidad en la planificación.”

E3: “Mejor definición de roles.”

E4: “Lineamientos específicos.”

La estandarización, planificación y claridad organizacional son condiciones habilitadoras para DevOps (Erich et al., 2017). Las entrevistas muestran que sin estructuras claras DevOps no puede operar de forma sostenible.

4.3.2.3 Interpretación

Los datos cualitativos muestran que la adopción de DevOps en la organización está determinada por factores tanto técnicos como organizacionales que influyen en la experiencia de los equipos y su visión sobre el cambio. La información recolectada revela limitaciones en la madurez técnica, particularmente en relación con la formación formal, la falta de conocimientos especializados y la acumulación de deudas técnicas o ausencia de conocimiento. Estas situaciones justifican por qué, a pesar de los evidentes beneficios operativos de DevOps, los equipos aún enfrentan desafíos para implementarlo de manera consistente.

Dentro de este contexto, las percepciones de los entrevistados pueden ser analizadas a

través del Modelo de Aceptación Tecnológica. Las declaraciones muestran que la funcionalidad percibida de DevOps es bastante alta, los participantes mencionan que la automatización ha reducido errores, acelerado los despliegues y simplificado las tareas diarias. Sin embargo, la percepción sobre su facilidad de uso se ve afectada por la falta de formación estructurada, entornos poco desarrollados y la falta de soporte técnico, lo que genera incertidumbre en la adopción completa. Esto provoca que, aunque existe una clara aceptación teórica de DevOps, todavía hay impedimentos prácticos que restringen su total implementación.

Desde un enfoque organizacional, los hallazgos revelan inconvenientes en la planificación, la ausencia de roles bien definidos, la comunicación limitada y una jerarquía en las decisiones. Estos factores sugieren que la transición hacia DevOps carece de un soporte interno sólido. Al analizar estos hallazgos mediante el modelo ADKAR para la gestión del cambio, se puede notar que los equipos han generado una conciencia sobre la necesidad de optimizar los procesos, y existe un deseo genuino de aprender y practicar esta metodología, como lo reflejan testimonios de “deseo de aprender” y el reconocimiento del respaldo institucional. No obstante, las áreas de conocimiento y habilidad aún presentan brechas significativas debido a la falta de formal, directrices claras y entornos adecuados. Finalmente, el refuerzo es insuficiente, dado que los entrevistados comentan que las estrategias son cambiantes y no hay un camino definido que respalde el avance.

A pesar de estos desafíos, los beneficios relacionados con DevOps son claros: los entrevistados notan mejoras en velocidad, calidad, organización y reducción de errores. Esta percepción positiva, junto con una actitud favorable hacia el aprendizaje, sugiere que la organización cuenta con un entorno cultural propicio para potenciar la adopción, siempre que se atiendan las áreas de mejora identificadas. En este sentido, las propuestas de los entrevistados como reforzar la planificación, definir roles, estandarizar procesos y establecer un sistema de transferencia de conocimientos se alinean con las necesidades señaladas en el análisis técnico y el marco organizacional.

En conclusión, el análisis de la información revela que la implementación de DevOps no se basa solo en elementos tecnológicos, sino también en la colaboración entre la aceptación por parte de los usuarios, una correcta gestión del cambio y el fortalecimiento de la organización. Los resultados cualitativos muestran que los equipos tienen una opinión favorable sobre DevOps, pero necesitan mayor claridad, formación y apoyo para progresar hacia un modelo más fortalecido y sostenible.

4.3.2.4 Triangulación

Tabla 56 Triangulación de hallazgos y conclusiones.

Aspecto analizado	Hallazgo en entrevistas (cualitativo)	Hallazgo en encuesta (cuantitativo)	Conclusión de triangulación
Capacitación y conocimientos técnicos	Falta de formación formal, aprendizaje individual, madurez técnica limitada	Puntajes medios-bajos en ítems de habilidades técnicas	Alta convergencia: ambas fuentes confirman insuficiencia técnica como principal barrera.
Comunicación y roles	Comunicación deficiente, decisiones centralizadas, roles no definidos	Niveles intermedios de colaboración DevOps	Convergencia moderada: la encuesta suaviza el problema, pero ambos instrumentos coinciden en deficiencias organizacionales.
Barreras técnicas (infraestructura y ambientes)	Ambientes no listos, dependencia de terceros, deuda técnica	La infraestructura es percibida como un factor de impacto moderado.	Convergencia: los datos cuantitativos respaldan los problemas técnicos identificados cualitativamente.
Disposición a adoptar DevOps	Alta motivación, apertura al aprendizaje y apoyo institucional	Motivación en aumento de acuerdo con la correlación de Spearman.	Convergencia fuerte: ambas fuentes muestran actitud favorable hacia DevOps.
Aspecto analizado	Hallazgo en entrevistas (cualitativo)	Hallazgo en encuesta (cuantitativo)	Conclusión de triangulación
Colaboración entre áreas	Tensiones, poca integración, conflictos DevOps	Percepción moderada de colaboración.	Divergencia menor: la encuesta refleja una visión más positiva, las entrevistas profundizan en conflictos específicos.
Visión general del estado de adopción	DevOps es valorado, pero existen barreras prácticas y organizacionales	Resultados estables, sin extremos negativos	Convergencia general: ambos métodos señalan adopción inicial con retos estructurales.

Fuente: Elaboración Propia

4.4 ANÁLISIS INFERENCIAL Y MODELOS APLICADOS

4.4.1 Análisis inferencial

Hipótesis 1:

Se presentan los resultados del análisis inferencial de la Hipótesis 1, realizado sobre los datos asociados a los despliegues de proyectos. Cabe mencionar que fueron excluidos de este análisis inferencial los registros sobre incidentes, ya que no representan registros equivalentes en esta categoría, que sean comparables con los registros sobre DevOps. En consecuencia, el análisis se realizó únicamente con proyectos para asegurar la comparabilidad entre metodologías.

El análisis inferencial se realizó sobre 55 proyectos desplegados bajo metodologías tradicionales y 31 proyectos desplegados con prácticas DevOps.

Para evaluar si la implementación de prácticas DevOps influye de manera significativa en

la frecuencia de errores posteriores al despliegue y en los tiempos de entrega, se aplicaron a pruebas t de Student para diferentes grupos, utilizando la corrección de Welch debido a la falta de normalidad en ambas variables analizadas.

Errores Post Despliegues

La evaluación de la tasa de errores post despliegue mostró diferencias que son estadísticamente relevantes entre las metodologías ($t(34.666) = 2.8398$, $p = 0.0075$). Dado el valor de p el cual es menor al nivel de significancia $\alpha=0.05$, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existen diferencias significativas en la cantidad de errores entre metodologías.

Los despliegues con métodos tradicionales reportaron una menor cantidad de errores ($M = 0.055$) en comparación con aquellos realizados mediante DevOps ($M = 0.484$). El intervalo de confianza del 95% (0.122-0.736) no contiene el valor 0 como se puede observar en la Ilustración 28, lo que reafirma la existencia de diferencias estadísticamente significativas.

```
welch Two sample t-test
data: errores_post_despliegue by metodologia
t = 2.8398, df = 34.666, p-value = 0.007503
alternative hypothesis: true difference in means between group DevOps and group Tradicional is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.1223020 0.7363491
sample estimates:
  mean in group DevOps mean in group Tradicional
      0.48387097          0.05454545
```

Ilustración 28 Resultado t-student sobre variable errores post despliegues

Fuente: Elaboración propia

Tiempos de entrega

En cuanto al tiempo de entrega, los resultados (Figura 29) de la prueba t demostraron diferencias muy significativas entre las metodologías. El estadístico fue ($t(54.17) = -11.91$, con $p < 0.001$). Dado que el valor p es mucho menor que $\alpha=0.05$, se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que la metodología influye de manera significativa los tiempos de entrega.

Los despliegues tradicionales tardaron en promedio 61.76 días, los de DevOps solamente requirieron 0.746 días (aproximadamente 18 horas). Esta diferencia equivale a una reducción porcentual aproximada del 98.8 % en el tiempo de entrega al adoptar prácticas DevOps.

```

welch Two sample t-test

data: tiempo_entrega_dias by metodologia
t = -11.914, df = 54.166, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true difference in means between group DevOps and group Tradicional is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -71.28470 -50.75028
sample estimates:
 mean in group DevOps mean in group Tradicional
      0.7461425          61.7636364

```

Ilustración 29 Resultado t-studet sobre variable tiempo entrega en días

Fuente: Elaboración propia

Los resultados permiten concluir que:

- La adopción de prácticas DevOps genera un impacto significativo en ambas variables analizadas en la pregunta 1, evidenciada mediante la reducción porcentual de 98.79% en los tiempos de entrega y un incremento en la tasa de errores post despliegue.
- Si bien DevOps acorta considerablemente los plazos de entregas, en la organización estudiada se observa una mayor cantidad de errores, lo cual puede atribuirse a que la adopción de estas prácticas se encuentra en una fase evolutiva y en aún en proceso.
- Dado que ambas variables el valor p fue inferior al nivel de significancia acordado $\alpha=0.05$ se rechaza la Hipótesis nula para las dos variables analizadas y se acepta la Hipótesis alternativa para la Hipótesis 1.

Hipótesis 2:

Los resultados obtenidos a partir de la regresión logística binaria evidenciaron que el tipo de barrera (técnica vs. organizacional) no presenta una relación estadísticamente significativa con la criticidad de las barreras, ya que el coeficiente estimado no fue significativo ($p = 0.3719$) y el pseudo R^2 fue extremadamente bajo ($R^2 \approx 0.0085$), lo que indica una ausencia de capacidad explicativa de esta variable independiente sobre la variable dependiente. Desde el punto de vista inferencial, este resultado confirma que no existe evidencia estadística suficiente para afirmar una relación de causalidad probabilística entre el tipo de barrera y la criticidad, lo cual permite mantener la hipótesis nula (H_0) y rechazar la hipótesis alternativa (H_1). Este comportamiento es coherente con los fundamentos teóricos de la regresión logística, la cual solo revela asociaciones cuando existe una relación lineal en la escala logit entre variables (Hosmer et al., 2013).

De manera adicional, el modelo de Bosques Aleatorios demostró una precisión de clasificación impecable (precisión = 1.00; Kappa = 1.00) y un R^2 muy cercano a 1, lo que evidencia una conexión empírica sumamente robusta entre las variables de severidad (técnica y

organizativa) y la criticidad de las restricciones. No obstante, el análisis de la relevancia de las variables indicó que el tipo de restricción tiene un impacto mínimo, mientras que la severidad organizativa y técnica abarcan prácticamente toda la capacidad predictiva del modelo, lo que sugiere que la criticidad es el resultado de un fenómeno con múltiples variables, en el que la magnitud del impacto es lo más relevante, no la naturaleza estructural de la restricción. Este comportamiento está en línea con la teoría de los métodos de ensamble mediante bagging, los cuales son particularmente efectivos para identificar patrones complejos no lineales y relaciones de interacción entre variables predictoras (Breiman, 2001).

De forma aún más convincente, el enfoque de Gradient Boosting ratificó estos descubrimientos al obtener igualmente una clasificación ideal (exactitud = 1.00; Kappa = 1.00; $R^2 = 1$) y señalar que la gravedad organizacional casi totaliza la explicación de la criticidad, mientras que la clase de barrera muestra un valor irrelevante (0). La representación gráfica reveló un efecto umbral, donde, con elevados niveles de gravedad organizacional, la probabilidad de que una barrera sea crítica se torna casi plena, lo que actúa como prueba empírica de una relación determinística no lineal. Este patrón se mantiene en línea con los principios teóricos del Gradient Boosting, que está creado para detectar patrones no lineales, divisiones de decisión abruptas y efectos de umbral en situaciones de clasificación binaria (Friedman, 2001).

Hipótesis 3:

La regresión lineal múltiple reveló que los aspectos culturales ejercen un impacto más significativo que los aspectos técnicos en la inclinación a implementar DevOps ($\beta_{\text{cultura}} = 0.193$ > $\beta_{\text{técnico}} = 0.137$). Al expresar de forma relativa los coeficientes estandarizados del modelo de regresión, se observa que los factores culturales concentran aproximadamente el 58.5 % del peso explicativo, mientras que los factores técnicos representan el 41.5 % restante.

Esto coincide con la información empírica que sugiere que la colaboración, la comunicación y la cohesión sociotécnica son indicadores considerablemente más eficaces del éxito en la adopción de tecnologías en comparación con la mera modernización técnica. Investigaciones en el campo de la ingeniería de software han evidenciado que las dinámicas culturales son el factor primordial en la adopción de prácticas DevOps, al facilitar mecanismos para la coordinación, disminuir fricciones dentro de la organización y fomentar la apertura al cambio (Forsgren et al., 2018). Estos autores demuestran que una cultura de colaboración impacta de manera directa y significativa en el rendimiento organizacional y en la adopción de prácticas avanzadas.

El modelo CART indicó que, si bien la primera separación provino del aspecto técnico, las influencias culturales aparecieron de forma recurrente como divisores secundarios, definiendo los nodos con un mayor valor predictivo, lo que sugiere un efecto jerárquico más estable. Esto coincide con investigaciones que analizan percepciones y adopciones utilizando escalas Likert, donde los árboles de decisión facilitan la identificación de relaciones no lineales y demuestran que los elementos culturales suelen actuar como reguladores esenciales en la aceptación de tecnología. (Breiman et al., 2017) mencionan que los árboles son particularmente efectivos para variables sociocognitivas, ya que la cultura puede clarificar patrones estructurados aun cuando no sea el divisor inicial en el árbol.

El enfoque de Bosques Aleatorios evidenció falta de estabilidad en la muestra ($R^2 \approx 0$; varianza explicada negativa; $n=81$ no es suficiente), lo que se alinea con lo que indican estudios previos sobre la necesidad de contar con grandes cantidades de datos para lograr estimaciones de la relevancia de las variables que sean fiables. (Breiman, 2001a) autor del algoritmo, subraya que la efectividad y la validez de este método dependen de tener un número adecuado de datos, sobre todo cuando las asociaciones son débiles o moderadas y los factores predictivos tienen correlación.

El método de Random Forest no es apropiado para hacer inferencias causales o comparativas en conjuntos de datos reducidos, por lo que no ofrece soporte para H3, en línea con la advertencia inicial acerca de su sensibilidad a la cantidad de variables y el tamaño de la muestra.

4.4.2 Modelos aplicados

4.4.2.1 Modelos aplicados Hipótesis 1

Este análisis presenta los diferentes modelos predictivos utilizados para evaluar la hipótesis 1, en donde su principal objetivo es determinar el impacto que tienen las prácticas DevOps sobre los indicadores de tiempos de entrega y errores post-despliegues del conjunto de datos utilizados, cabe mencionar que el modelo se realiza con una población de 86 registros pertenecientes a solamente proyectos con enfoques de acuerdo con la metodología de despliegue. Debido a que en la hipótesis y pregunta asociada se responden de acuerdo con la medición de estas variables se realizó la selección de dos modelos por cada indicador clave a analizar. Para los modelos predictivos de la variable tiempo de entrega (tiempo_entrega_dias) se contrastan el modelo de regresión lineal simple y regresión lineal con transformación logarítmica.

Tiempos de Entrega

- **Regresión lineal simple**

Para llevar a cabo el análisis de regresión lineal simple, se estableció la metodología “Tradicional” como categoría de referencia mediante la función `relevel()` de R. La decisión de esta conversión se fundamenta en que la metodología tradicional representa el enfoque convencional típico en la gestión de proyectos de software, constituyendo una línea base para la comparación con DevOps. Al establecer “Tradicional como referencia”, los coeficientes de regresión para “DevOps” muestran directamente el efecto diferencial de adoptar esta metodología, de manera que facilita la interpretación requerida para el objetivo del análisis.

La regresión lineal establecida por la fórmula es:

$$Y(\text{tiempo}_{\text{entrega}_{\text{días}}}) = \beta_0 + \beta_1 X_{\text{metodología}}$$

Los resultados muestran que el tiempo promedio de entrega para los despliegues con metodología tradicional es de Intercept=61.76 mientras que, para DevOps, es mucho menor, en donde el tiempo de despliegue de DevOps es 61.01 días menos que la metodología tradicional, esto señala que los despliegues de DevOps presentan tiempos cercanos a 0.7 días en promedio.

Se observa un 48.68% de variabilidad del tiempo de entrega ($R^2 = 0.4868$), por su lado el R^2 ajustado es similar a R^2 , lo que indica una estabilidad en el modelo. El modelo es altamente significativo ($F=79.68$). El error promedio de precisión es de 30.44 días, indicando que hay bastante variabilidad dentro de cada grupo.

```
Call:
lm(formula = tiempo_entrega_dias ~ metodologia, data = datos1)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-61.764 -26.514  -0.686   29.236 125.236

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)         61.764      4.104  15.049 < 2e-16 ***
metodologiaDevOps  -61.017      6.836  -8.926 8.36e-14 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 30.44 on 84 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4868,    Adjusted R-squared:  0.4807
F-statistic: 79.68 on 1 and 84 DF,  p-value: 8.357e-14
```

Ilustración 30 Resultados Regresión Lineal Simple Tiempos de Entrega

Fuente: Elaboración propia

El análisis de residuos señaló que existe una heterocedasticidad fuerte y se observó que el

patrón indicó que hay una violación del supuesto de homocedasticidad (Figura 32), lo que significa que en efecto la varianza en los tiempos de entrega no es constante entre los grupos (DevOps vs Tradicional), lo que quiere decir que hay una varianza más alta en grupo de proyectos con enfoque tradicional, generando una varianza no uniforme en el modelo. También la imagen muestra que los residuos no se distribuyen normalmente, esto por la presencia de valores extremos (outliers) lo que provoca distorsión en la forma de la distribución.

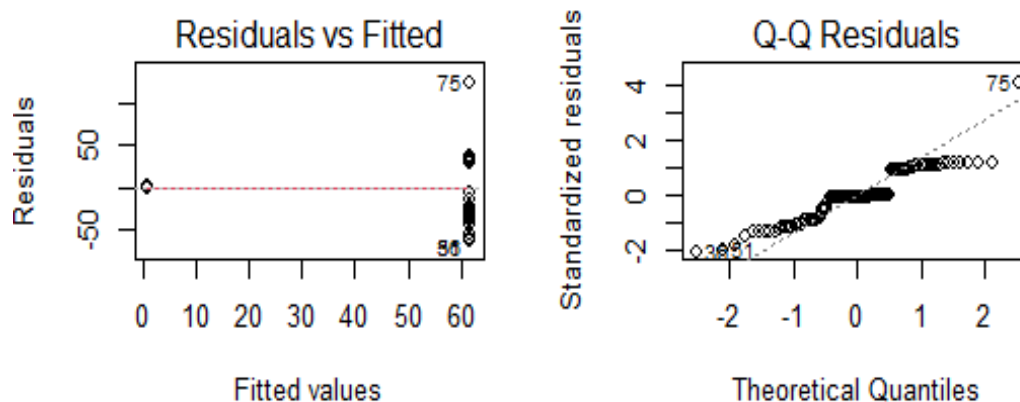


Ilustración 31 Análisis de residuos Modelo Regresión Lineal Simple de Tiempos de entrega

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57 Resumen de Regresión Lineal Hipotesis 1

Métrica	Valor
R ²	0.4868
R ² ajustado	0.4807
RMSE	30.081
MAE	22.271
MSE	904.87

Fuente: Elaboración propia

Para medir la magnitud del error en las predicciones, se obtuvieron las métricas RMSE, MAE y MSE. El RMSE = 30.081 indica que, en promedio, la desviación estándar de los errores del modelo se sitúa alrededor de 30 días, lo cual se debe principalmente a la considerable dispersión asociada al grupo tradicional. El MAE = 22.71 revela que, de manera absoluta, la inexactitud media entre los valores previstos y los observados es de aproximadamente 23 días, siendo esta métrica menos afectada por valores extremos. Por último, el MSE = 904.87 ofrece una medida global del error cuadrático medio, lo que resulta útil para comparar este modelo con otros posibles modelos alternativos.

- **Regresión lineal simple con transformación logarítmica**

Con el objetivo de generar un modelo más robusto se decidió utilizar el modelo de regresión lineal, pero aplicando una transformación logarítmica a los tiempos de entrega del modelo. A continuación, se presenta el resultado de la regresión lineal simple, luego de la transformación logarítmica mencionada.

Para lo cual se aplicó un ajuste logarítmico al tiempo resultando en la ecuación estadística de la siguiente manera:

$$\text{Log}(\text{tiempo}_{\text{entrega}_{\text{días}}}) = \beta_0 + \beta_1 X_{\text{metodología}}$$

Después de aplicar la transformación logarítmica al tiempo de entrega para abordar la heterocedasticidad detectada en el modelo inicial, la adecuación del modelo mejoró notablemente. El coeficiente relacionado con la técnica DevOps ($\beta = -3.4668$, $p < 2e-16$) sugiere que las implementaciones realizadas con enfoques DevOps tienen un tiempo de entrega que es 96.9% inferior a aquellas llevadas a cabo con métodos tradicionales.

```
Call:
lm(formula = log_tiempo ~ metodologia, data = datos)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-4.0640 -0.3971  0.0469  0.5107  1.9225

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    4.06398    0.09966   40.78 <2e-16 ***
metodologiaDevOps -3.66561    0.17988  -20.38 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.8338 on 99 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8075,    Adjusted R-squared:  0.8055
F-statistic: 415.3 on 1 and 99 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Ilustración 32 Resultados Regresión Lineal Simple Logarítmica de Tiempos de Entrega

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del modelo explicaron el 81.5 % de la variabilidad en el logaritmo del tiempo de entrega ($R^2 = 0.8146$), lo que, en comparación al modelo de regresión simple anterior, representa un avance considerable, ofreciendo un nivel de ajuste muy significativo.

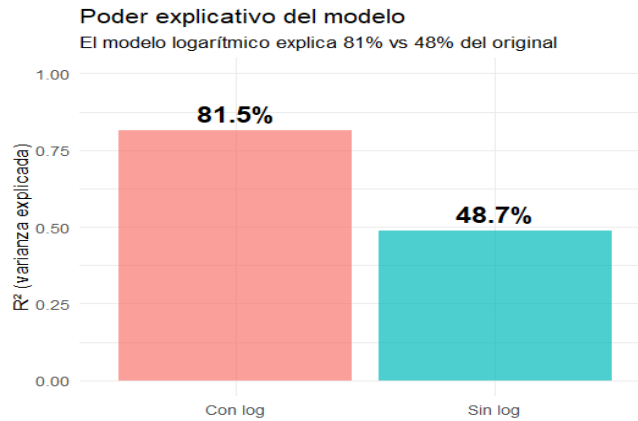


Ilustración 33 Comparación de R2 de Modelos Hipotesis 1 - Tiempos de entrega

Fuente: Elaboración propia

Para los datos provenientes de ambientes reales en procesos de tecnologías de la información. Este análisis confirma de manera importante la hipótesis formulada, en la que la inclusión de DevOps ejerce un efecto directo y relevante sobre la disminución de tiempos de entrega en producción.

Tabla 58 Tabla comparativa de Modelos de Hipotesis 1 - Tiempos de Entrega

Modelo	Variable dependiente	Tipo de modelo	Supuestos	Medida de ajuste	Resultado clave
T1	tiempo_entrega_dias	Regresión lineal simple	Normalidad y homocedasticidad fuertemente violadas	$R^2 \approx 0.48$	DevOps reduce el tiempo en ~61 días ($p < 0.001$)
T2	log_tiempo	Regresión lineal con transformación log	Mejores supuestos, residuos más estables	$R^2 \approx 0.81$	DevOps reduce el tiempo a ~3.1 % del tradicional ($p < 0.001$)

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.2 Modelos aplicados Hipotesis 2

Esta sección abarca la descripción de cada modelo estadístico aplicado, para la validación de la hipótesis 2.

Regresión Logística Binaria

De acuerdo con (Hosmer et al., 2013) la técnica de regresión logística binaria es la más adecuada para estudiar la conexión entre una variable dependiente de dos categorías y un grupo de factores predictivos. Este método también facilita la interpretación de los resultados mediante las razones de probabilidades, que miden el cambio en la probabilidad del suceso ante cambios en las variables independientes.

Este modelo se fundamenta en la función logística, que se expresa matemáticamente como:

$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k)}}$$

donde $P(Y = 1)$ representa la probabilidad de que ocurra el evento de interés, β_0 es el intercepto del modelo, β_1, \dots, β_k son los coeficientes asociados a las variables explicativas y X_1, \dots, X_k son las variables independientes.

La aplicación del modelo de regresión logística binaria en esta investigación constituyó una experiencia metodológicamente pertinente y técnicamente consistente con la naturaleza de la hipótesis 2 al tratarse de un problema de clasificación probabilística con variable dependiente dicotómica (barrera crítica / no crítica). Desde el punto de vista estadístico, el modelo permitió transformar un fenómeno originalmente continuo (severidad de barreras) en una variable binaria claramente interpretable, facilitando la estimación de probabilidades condicionadas.

Desde el punto de vista estadístico, la hipótesis plantea un problema de clasificación probabilística, donde se evalúa si una variable categórica independiente (tipo de barrera) ejerce influencia significativa sobre una variable dependiente binaria (barrera crítica).

A partir de las variables continuas barreras Organizacionales y barreras Técnicas, se creó un índice de operaciones que categoriza la severidad máxima, que se determina como el valor más alto entre ambas dimensiones para cada participante en la encuesta. Con base en la distribución de esta severidad máxima, se definió un umbral de criticidad en el percentil 75, equivalente a un valor de 4.33.

De esta forma, la variable dependiente fue transformada en una variable dicotómica:

- 1 = Barrera Crítica: severidad ≥ 4.33
- 0 = Barrera No Crítica: severidad < 4.33

De manera paralela, se construyó la variable independiente tipo de barrera predominante, definida como:

- 0 = Barrera Técnica predominante
- 1 = Barrera Organizacional predominante

Este ajuste permitió modelar el fenómeno como un problema de regresión logística binaria.

```

> umbral <- quantile(df$severidad_max, probs = 0.75, na.rm = TRUE)
> umbral
 75%
4.333333
> df$barrera_critica <- ifelse(df$severidad_max >= umbral, 1, 0)
> head(df[, c("sev_org", "sev_tec", "severidad_max",
+           "tipo_barrera", "barrera_critica")])
  sev_org sev_tec severidad_max tipo_barrera barrera_critica
1 4.333333  4.4   4.400000         0           1
2 4.000000  4.0   4.000000         1           0
3 2.666667  2.8   2.800000         0           0
4 3.666667  3.6   3.666667         1           0
5 5.000000  5.0   5.000000         1           1
6 5.000000  5.0   5.000000         1           1

```

Ilustración 34 Evidencia de adaptación a modelo de regresión logística binaria.

Fuente: Elaboración propia.

```

call:
glm(formula = barrera_critica ~ tipo_barrera, family = binomial(link = "logit"),
    data = df)

Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    -1.2528     0.5669  -2.210  0.0271 *
tipo_barreraOrganizacional  0.5596     0.6268   0.893  0.3719
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 100.12  on 80  degrees of freedom
Residual deviance:  99.27  on 79  degrees of freedom
AIC: 103.27

Number of Fisher scoring iterations: 4

> pseudo_R2 <- 1 - (modelo_logit$deviance / modelo_logit$null.deviance)
> pseudo_R2
[1] 0.008463789
> coef(modelo_logit)
              (Intercept) tipo_barreraOrganizacional
              -1.2527630              0.5596158
> OR <- exp(coef(modelo_logit))
> OR
              (Intercept) tipo_barreraOrganizacional
              0.2857143              1.7500000
> confint_OR <- exp(confint(modelo_logit))

```

Ilustración 35 Resultados finales del modelo de regresión lineal binaria aplicada

Fuente: Elaboración propia

El coeficiente vinculado a la clase de barrera muestra un valor positivo ($\beta = 0.5596$), lo que sugiere que, desde una perspectiva probabilística, las barreras organizativas tienden a tener una mayor probabilidad de ser consideradas críticas en comparación con las barreras de tipo técnico. Este fenómeno se refleja en un Odds Ratio de 1.75, lo que significa que las barreras organizacionales tienen alrededor de un 75% más de probabilidad de ser críticas que las técnicas.

Sin embargo, el p-value relacionado con este coeficiente es 0.3719, cifra que excede el nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$). Por lo tanto, la relación observada no es estadísticamente relevante, lo que implica que no hay suficientes pruebas empíricas para afirmar que la categoría de barrera determina significativamente su grado de criticidad.

Adicional, de acuerdo Pseudo R^2 podemos concluir que el modelo aplicado relacionado al tipo de barrera (técnica u organizacional) explica el 85% de la probabilidad de que una barrera sea crítica, lo que es un porcentaje aceptable para la aplicación de este.

Tabla 59 Matriz de confusión resultante y precisión del modelo.

```
> tabla_confusion
      Real
Predicho NoCritica Critica
NoCritica    56     25
Critica       0      0
> accuracy <- sum(diag(tabla_confusion)) / sum(tabla_confusion)
> accuracy
[1] 0.691358
```

Fuente: Elaboración propia

La matriz de confusión demuestra que el modelo de regresión logística identificó correctamente 56 instancias como “No Crítica”, pero falló en reconocer ningún caso de barrera crítica, produciendo 25 falsos negativos. Este patrón sugiere un sesgo total del modelo hacia la clase mayoritaria y una falla en la distinción adecuada de las barreras críticas. Aunque la precisión general fue de un 69.13%, ese valor resulta engañoso por el desequilibrio entre las clases. Este hallazgo refuerza la idea de que el tipo de barrera, por sí mismo, no tiene suficiente poder predictivo para señalar barreras críticas en la implementación de prácticas DevOps.

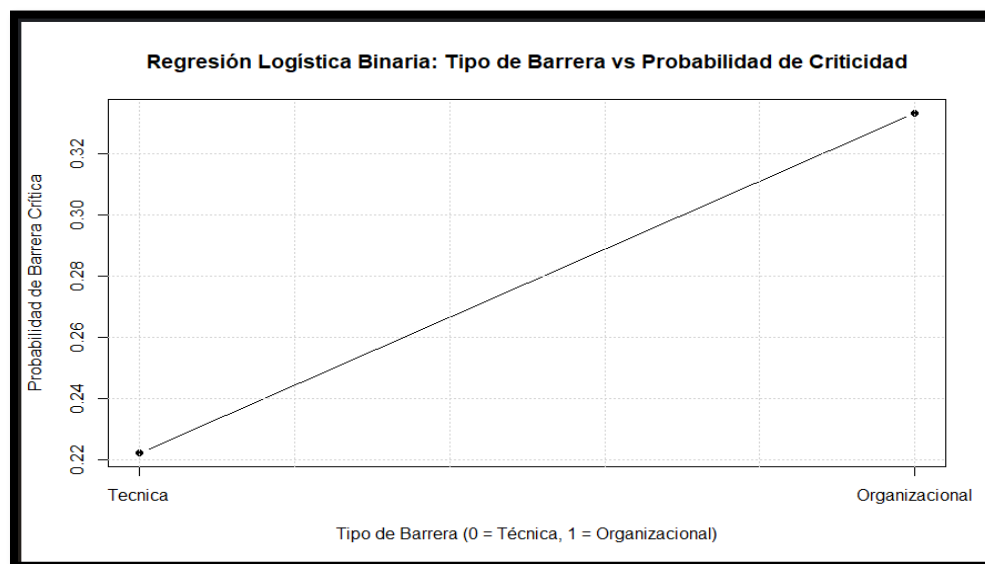


Ilustración 36 Gráfico de Regresión Logística Binaria

Fuente: Elaboración propia

Las estimaciones de probabilidad de criticidad (0.22 para barreras técnicas y 0.33 para barreras organizacionales) se derivan al reemplazar los coeficientes del modelo de regresión logística binaria en la función logística. Estos números indican la probabilidad condicionada de que una barrera sea considerada crítica según su categoría. Aunque se nota una mayor probabilidad en las barreras organizacionales, esta variación no fue significativa desde el punto de vista estadístico, lo que coincide con el escaso poder explicativo del modelo.

Random Forest

Random Forest es un algoritmo de aprendizaje por ensamble altamente robusto para clasificación multivariable, capaz de capturar relaciones no lineales complejas y jerarquizar la importancia de los predictores por (Breiman, 2001).

La utilización del modelo Random Forest posibilitó investigar la importancia de las dificultades en la implementación de prácticas DevOps desde una perspectiva que no se basa en parámetros y considera múltiples variables, integrando al mismo tiempo el tipo de obstáculo, la gravedad en la organización, la gravedad técnica, así como los aspectos culturales y técnicos. A diferencia de la regresión logística binaria, este enfoque no establece requisitos de linealidad ni de distribución normal, lo que lo vuelve ideal para fenómenos intrincados y no lineales como los que se encuentran en el ámbito organizacional.

Los resultados obtenidos evidenciaron un desempeño predictivo perfecto dentro del conjunto de datos analizado, alcanzando una exactitud del 100%, una sensibilidad del 100%, una especificidad del 100% y un coeficiente Kappa de 1.00, con un error fuera de bolsa (OOB) del 0%. Estos valores indican que el modelo logró clasificar correctamente la totalidad de los 81 casos observados entre barreras críticas y no críticas.

Sin embargo, este grado de adaptación debe ser considerado con un enfoque metodológico, dado que el modelo fue desarrollado y analizado usando el mismo grupo de datos, lo que conlleva un posible peligro de sobreajuste. En este contexto, a pesar de que el resultado muestra una notable habilidad para distinguir entre las categorías, no se puede tomar como una certeza de que el modelo se aplique bien a otros entornos organizativos sin una validación externa adicional.

Tabla 60 Matriz de confusión y salida final del modelo.

```
> confusionMatrix(pred_rf, datos_rf$barrera_critica)
Confusion Matrix and Statistics

          Reference
Prediction NoCritica Critica
NoCritica      56         0
Critica         0         25

      Accuracy : 1
      95% CI   : (0.9555, 1)
  No Information Rate : 0.6914
  P-value [Acc > NIR] : 1.037e-13

      Kappa : 1

  Mcnemar's Test P-value : NA

      Sensitivity : 1.0000
      Specificity : 1.0000
  Pos Pred Value : 1.0000
  Neg Pred Value : 1.0000
  Prevalence : 0.6914
  Detection Rate : 0.6914
  Detection Prevalence : 0.6914
  Balanced Accuracy : 1.0000

  'Positive' class : NoCritica
```

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61 Tabla de precisión y media de disminución de Gini

```
> importance(modelo_rf) # tabla numérica
```

	NoCritica	Critica	MeanDecreaseAccuracy	MeanDecreaseGini
tipo_barrera	5.4511326	0.2483199	4.92622742	0.4511354
sev_org	52.8605843	50.1038870	58.55248537	24.9864026
sev_tec	11.8655482	8.4126769	13.04923100	6.1450450

Fuente: Elaboración propia

Desde una perspectiva explicativa, el estudio sobre la relevancia de las variables (Media de Disminución de Precisión y Media de Disminución de Gini) demostró que la severidad organizacional (58.55) y la severidad técnica (13.05) son los factores más significativos en la gravedad de las barreras.

```
> varImpPlot(modelo_rf) # gráfico de importancia
> prob_rf <- predict(modelo_rf, type = "prob")[, "Critica"]
> real_bin <- ifelse(datos_rf$barrera_critica == "Critica", 1, 0)
> correlacion <- cor(real_bin, prob_rf)
> R2_rf <- correlacion^2
> R2_rf
[1] 0.988923
> |
```

Ilustración 37 R² del modelo Random Forest

Fuente: Elaboración propia

El R² de 0.9889 indica que el modelo Random Forest explica casi toda la criticidad dentro de los datos recopilados en la encuesta, pero también evidencia un posible sobreajuste que puede aplicarse mediante una validación externa adicional.

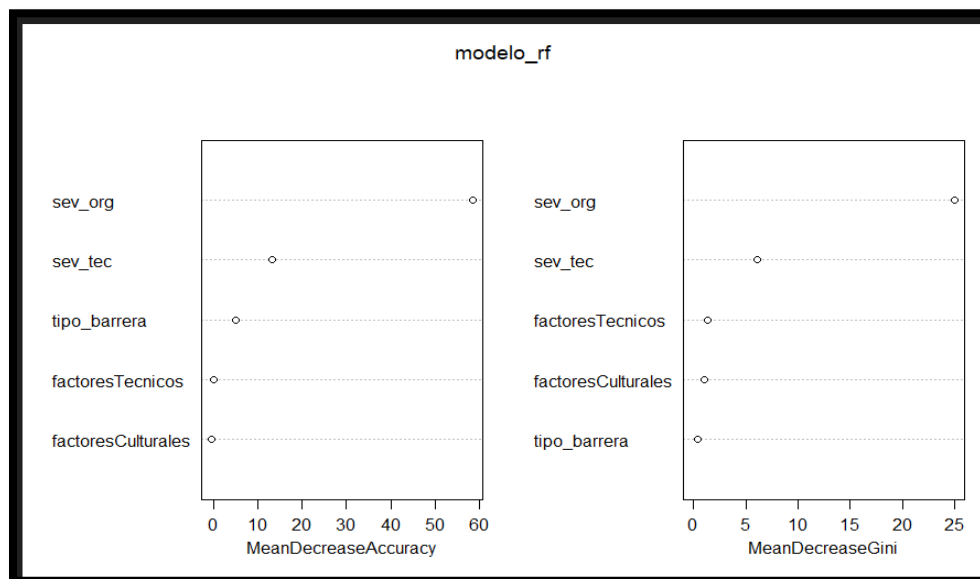


Ilustración 38 Gráfico obtenido del modelo Random Forest

Fuente: Elaboración propia

El gráfico demuestra que la criticidad depende principalmente de qué tan severa es la barrera organizacional y técnica, no de si es técnica u organizacional.

La aplicación del modelo de Gradient Boosting es apropiada desde una perspectiva metodológica para el análisis de la Hipótesis 2, dado que este enfoque forma parte de la categoría de técnicas de aprendizaje por ensamblaje secuencial. Estas técnicas desarrollan modelos de manera iterativa, permitiendo que cada nuevo estimador ajuste las fallas del estimador previo. Esto facilita la identificación de relaciones no lineales complejas, interacciones entre diferentes variables y efectos de umbral que no pueden ser captados adecuadamente por métodos lineales convencionales (Friedman, 2001). Esta característica es especialmente importante en estudios donde la variable dependiente es de tipo binario y los predictores se derivan de escalas de Likert que exhiben un comportamiento no lineal, como se observa en la evaluación de la criticidad de las barreras en la adopción de prácticas DevOps dentro del ámbito financiero.

El uso del enfoque de Gradient Boosting, llevado a cabo en R Studio, facilitó un examen más detallado sobre la importancia de los obstáculos para la implementación de prácticas DevOps, integrando al mismo tiempo el tipo de obstáculo, la gravedad en la organización, la gravedad técnica, los elementos culturales y los aspectos técnicos.

```

Reference
Prediction NoCritica Critica
NoCritica 56 0
Critica 0 25

Accuracy : 1
95% CI : (0.9555, 1)
No Information Rate : 0.6914
P-Value [Acc > NIR] : 1.037e-13

Kappa : 1

McNemar's Test P-Value : NA

Sensitivity : 1.0000
Specificity : 1.0000
Pos Pred Value : 1.0000
Neg Pred Value : 1.0000
Prevalence : 0.6914
Detection Rate : 0.6914
Detection Prevalence : 0.6914
Balanced Accuracy : 1.0000

'Positive' Class : NoCritica

```

Ilustración 39 Matriz de confusión y análisis de variables.

Fuente: Elaboración propia

Los hallazgos muestran un rendimiento predictivo ideal en el conjunto de datos revisado, evidenciado por una precisión del 100%, con métricas de sensibilidad, especificidad y el coeficiente Kappa también alcanzando 1.00, además de una matriz de confusión sin fallos en la clasificación. Esta actuación valida que el modelo pudo distinguir con claridad entre las barreras críticas y no críticas en los 81 casos examinados.

```

> plot(imp_gbm,
+      main = "Importancia de variables - Modelo Gradient Boosting")
> prob_gbm <- predict(modelo_gbm, type = "prob")[, "Critica"]
> real_bin <- ifelse(datos_gbm$barrera_critica == "Critica", 1, 0)
> correlacion_gbm <- cor(real_bin, prob_gbm)
> R2_gbm <- correlacion_gbm^2
> R2_gbm
[1] 1

```

Ilustración 40 Cálculo del R²

Fuente: Elaboración propia

Además, el coeficiente de determinación ajustado, obtenido al correlacionar los valores observados con las probabilidades estimadas, alcanzó un $R^2 = 1$, lo que significa que el modelo abarca completamente la variación de la criticidad en el conjunto de datos utilizado. Sin embargo, este resultado necesita ser considerado con atención metodológica, puesto que el modelo fue tanto entrenado como evaluado en el mismo conjunto de datos, lo que sugiere una posible incidencia de sobreajuste, aunque esto no resta valor a su aplicabilidad para el análisis interno explicativo.

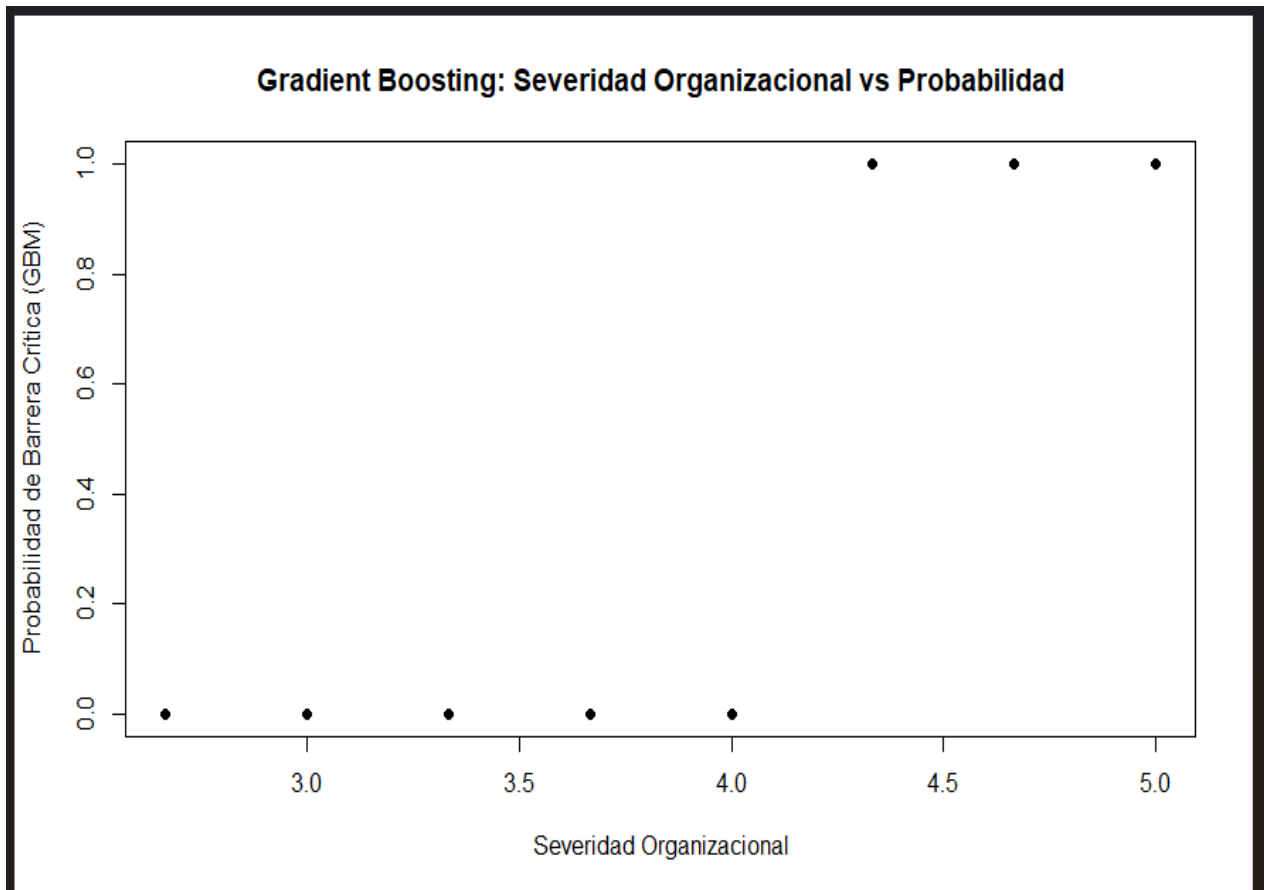


Ilustración 41 Gráfico del de Severidad Organizacional vs la probabilidad.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico indica que, al alcanzar un nivel organizacional de severidad determinado, el modelo estima con casi total certeza que la barrera es esencial. Esto valida que la importancia crítica se basa en el efecto organizacional y no en la clase de barrera.

En lo que respecta a la Hipótesis 2, los hallazgos del modelo Gradient Boosting apoyan de manera definitiva la preservación de la hipótesis nula, ya que no se observan variaciones estadísticamente relevantes en la criticidad relacionadas con el tipo de barrera. En cambio, la evidencia observada sugiere que la criticidad es principalmente influenciada por el grado de severidad organizacional, y en un segundo plano por la severidad técnica.

Comparativo entre los 3 modelos:

Tabla 62 Tabla comparativa de modelos aplicados entre modelos para la hipótesis 2

Dimensión clave	Regresión logística binaria	Random Forest	Gradient Boosting
Propósito en el estudio	Contrastar formalmente la hipótesis con significancia estadística.	Identificar los factores reales que explican la criticidad.	Confirmar los determinantes mediante un enfoque secuencial no lineal.
Resultado sobre el tipo de barrera	No significativo ($p = 0.3719$).	Influencia baja y marginal.	Importancia nula (0).
VARIABLES dominantes	Ninguna relevante por sí sola.	Severidad organizacional y técnica.	Severidad organizacional (dominante absoluta).
Capacidad explicativa del modelo	Muy baja (Pseudo $R^2 = 0.0085$).	Muy alta ($R^2 \approx 0.989$).	Máxima ($R^2 = 1.00$).
Patrón de clasificación	No detecta correctamente barreras críticas.	Clasificación perfecta interna.	Clasificación perfecta con efecto umbral.
Aporte principal	Validación estadística formal de la hipótesis.	Explicación empírica multivariable del fenómeno.	Confirmación no lineal del efecto de severidad.
Limitación clave	Solo evalúa una relación lineal simple.	Riesgo de sobreajuste.	Riesgo de sobreajuste.

Fuente: Elaboración propia

Según los hallazgos obtenidos, a pesar de que la regresión logística binaria es el modelo más apropiado para la validación formal de la hipótesis estadística, ya que es el único que genera un p-valor y permite fundamentar la aceptación o rechazo de la hipótesis nula, los modelos de Random Forest y Gradient Boosting mostraron ser significativamente más certeros en términos de predicción, alcanzando una precisión de 1.00 y valores de R^2 cercanos a 1, lo que indica una capacidad casi perfecta para categorizar la criticidad de las barreras en el conjunto de datos examinado. De estos dos, Gradient Boosting se destaca como el modelo más exacto, mostrando una relevancia absoluta de la severidad organizacional y una contribución nula del tipo de barrera, junto con un R^2 igual a 1, lo que confirma un comportamiento determinista del fenómeno analizado. Por lo tanto, se deduce que la regresión logística binaria es el modelo más adecuado

para la validación formal de la Hipótesis 2, mientras que Gradient Boosting constituye el modelo más preciso para la explicación y predicción empírica de la criticidad, con Random Forest muy cerca en precisión, todos ellos implementados en R Studio.

4.4.2.3 Modelos aplicados Hipotesis 3

Esta sección aborda y presenta los diferentes modelos predictivos utilizados para evaluar la hipótesis 3, la cual plantea que la percepción sobre los factores culturales ejerce una influencia mayor que los factores técnicos sobre la disposición de adoptar DevOps, en los participantes encuestados. Para ello se analizaron tres modelos de regresión: Modelo lineal múltiple, un árbol de regresión y un modelo ensamble Random Forest.

Cada uno de los modelos se ejecutó utilizando el dataset resultante y definido en los capítulos anteriores, después de realizar las transformaciones y tratamientos necesarios a las variables mostrada en la Figura 41.

```
'data.frame': 81 obs. of 9 variables:
 $ id          : int  1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...
 $ areaTrabajo : chr  "Desarrollo" "Desarrollo" "Desarrollo" "Desarrollo" ...
 $ añosExperienciasDespligue : chr  "De 4 a 8 años" "De 4 a 8 años" "De 2 a 4 años" "De 4 a 8 años" ...
 $ experienciaDevops : chr  "Media" "Básica" "Básica" "Básica" ...
 $ factoresCulturales : num  3.2 3.2 4 2 1.8 3.4 3.8 2.6 4.6 3.8 ...
 $ factoresTecnicos : num  4.4 3.4 3.8 4 1.3 3.4 3.8 2.2 3.6 3.6 ...
 $ barrerasOrganizacionales : num  4.33 4 2.67 3.67 5 ...
 $ barrerasTecnicas : num  4.4 4 2.8 3.6 5 5 3.6 3.6 3.6 3.8 ...
 $ disposicionAdopcionDevops: num  5 4.67 5 3.67 3 ...
```

Ilustración 42 Resumen DataSet Final de Encuesta

Fuente: Elaboración Propia

1. Regresión Lineal Múltiple

La elección de la regresión lineal múltiple para evaluar la Hipótesis 3, se basa en que este modelo permite analizar de forma simultánea el efecto de múltiples variables conocidas como predictores, en este caso, la percepción sobre los factores técnicos y culturales, sobre la variable dependiente disposición a adoptar DevOps. La elección de este modelo posibilita estimar la influencia relativa de cada factor sobre otro, lo que permite determinar si los factores culturales como la colaboración ejercen un mayor impacto en la disposición de adoptar prácticas DevOps.

El código que se ejecutó en la herramienta de análisis estadístico de R expuesto en la figura 41, muestra como el modelo permite constatar directamente la magnitud e influencia relativa de los factores sobre la variable dependiente. En este contexto las variables quedaron expresadas de la siguiente manera; Variable dependiente ($Y = \text{disposicionAdopcionDevOps}$), y las variables

independientes (x_1 = factoresCulturales, x_2 =factoresTecnicos). Quedando la fórmula de regresión de la siguiente manera:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{factoresCulturales} + \beta_2 X_{factoresTecnicos}$$

```
modelo_lm <- lm(disposicionAdopcionDevOps ~ factoresCulturales + factoresTecnicos, data=df)
summary(modelo_lm)
```

Ilustración 43 Código de aplicación de Modelo Regresión Lineal Múltiple Hipótesis 3

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 63 muestra los resultados y/o salida de la ejecución de la regresión lineal de los datos analizados, en ella se observa, que ambos coeficientes son positivos, lo que indica que tanto los factores culturales como los técnicos aumentan la disposición de adoptar DevOps.

Tabla 63 Resumen de Regresión Lineal Hipótesis 3

Parámetro	Coheff.	Std. Error	t-value	p-value
Intercepto	3.13071	0.35098	8.92	1.54e-13
factoresCulturales	0.19304	0.10108	1.91	0.0598
factoresTecnicos	0.13732	0.08056	1.705	0.0923

Fuente: Elaboración Propia

El resumen muestra que el factor β de los factores culturales (0.193) tiene un efecto mayor que los factores técnicos ($\beta=0.137$) De acuerdo con estos resultados se observa que estos apoyan parcialmente la hipótesis H3, donde se plantea que los factores culturales influyen más que los técnicos en la disposición de adoptar DevOps.

Ajuste del Modelo

La Figura 43 muestra un resumen del análisis del ajuste del modelo en el cual se observa que el coeficiente de determinación (residual standard error - R^2) tiene un 11.49% de varianza en la disposición de adoptar DevOps. Por otro lado, el R^2 ajustado es de 9.21% fue modificado por el número de predictores. El F-test indica que, ambos predictores tienen un efecto significativo sobre la variable Dependiente Y.

```
Residual standard error: 0.5409 on 78 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.1149, Adjusted R-squared: 0.09216
F-statistic: 5.061 on 2 and 78 DF, p-value: 0.008581
```

Ilustración 44 Resultado de ajustes de modelo de Regresión Lineal Múltiple

Fuente: Elaboración Propia

Resultados Inferenciales

- Existe una relación positiva entre factores culturales y disposición de adoptar DevOps.
- Existe también una relación positiva entre factores técnicos y disposición.

- Los factores culturales tienen mayor influencia que los factores técnicos.

2. Árbol de regresión CART

Como segundo modelo se utilizó el modelo de árboles de regresión para tratar de modelar las relaciones entre variables no lineales. Y al igual que se eligió el coeficiente de Spearman debido a que las variables analizadas no cumplen supuestos de normalidad. La inclusión de este modelo es pertinente, dado que la variable que buscamos predecir (Y=Disposición de Adoptar DevOps) es cuantitativa continua. Además, el modelo busca también identificar interacciones jerárquicas en los predictores, como ocurre en estudios sobre percepción humana medidos a través de escalas Likert (Breiman et al., 2017).

Se utilizó Rpart para realizar el análisis de árbol de regresión Figura, en donde se observa la construcción del árbol a partir de las variables de interés.

```
modelo_tree <- rpart(disposicionAdopcionDevOps ~ factoresCulturales + factoresTecnicos,
                     data=df,
                     method="anova")
```

Ilustración 45 Código de aplicación de Modelo Árbol de regresión CART para hipótesis 3

Fuente: Elaboración Propia

El modelo de CART resultante, muestra que la primera división significativa ocurre en los factores técnicos. No obstante, la organización jerárquica del árbol denota que el aspecto cultural juega un papel crucial dentro de la predisposición de adoptar DevOps, ya que aparece como criterio decisivo en varios niveles y se observó que establece nodos terminales con los valores predictivos más altos.

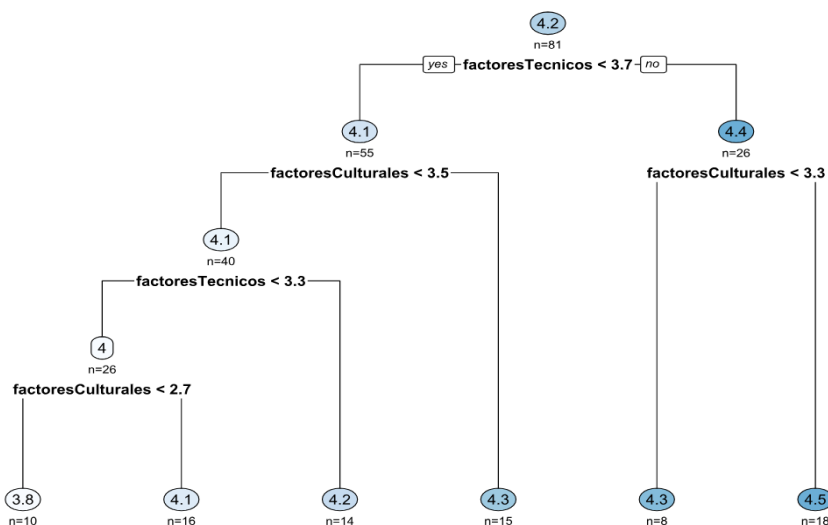


Ilustración 46 Visualización del árbol de decisión generado.

Fuente: Elaboración Propia

Ajuste del Modelo y Estadísticas del Modelo de Regresión

Los resultados de las estadísticas de la aplicación del modelo de se resumen en la Tabla 64 se observó que los datos del modelo demuestran que el ajuste es razonable y estable: se explica el 14 % de la variabilidad, el error promedio se mantiene en un nivel bajo (RMSE = 0. 523, MAE = 0. 435), y un MAPE del 10. 7 % sugiere un error relativo mínimo. En el contexto de escalas Likert y en investigaciones en organizaciones, estos resultados son vistos como apropiados, lo que confirma que el modelo es efectivo para analizar cómo los factores culturales y técnicos afectan la disposición a implementar DevOps.

Tabla 64 Estadísticas de Modelo de Árbol de regresión CART

Métrica	Valor
R ²	0.1404
R ² ajustado	0.1184
RMSE	0.523
MAE	0.4345
MAPE	10.70%
Rango de Valores predichos	3.83-4.52

Fuente: Elaboración Propia

Resultados Inferenciales

- De acuerdo con el análisis realizado con el modelo indica que la disposición hacia DevOps surge de combinaciones no lineales entre la cultura y los aspectos técnicos.
- Se observa una repetida aparición de factores culturales como divisor secundario en múltiples nodos, esto muestra un efecto consistente, de los factores culturales sobre la disposición.

3. Random Forest

Como tercer modelo de regresión se decidió utilizar Random Forest que es un modelo de ensamblaje de múltiples árboles de regresión, debido a esta característica y con el objeto de generar una validación predictiva robusta. Este enfoque, propuesto por (Breiman, 2001b), es recomendado para escenarios como este en donde no hay supuestos de normalidad y se busca identificar relaciones no lineales entre variables. La figura muestra la ejecución del código en R.

```
library(randomForest)
set.seed(123)
modelo_rf <- randomForest(disposicionAdopcionDevops ~ factoresCulturales + factoresTecnicos,
                           data=df,
                           ntree=500,
                           importance=TRUE)
```

Ilustración 47 Código de aplicación de Modelo Random Forest para hipótesis 3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 65 Nivel de importancia de las variables

Variable	%IncMSE	IncNodePurity	Interpretación
factoresCulturales	-1.63	7.85	Aporta menos ganancia predictiva
factoresTecnicos	2.91	8.36	Aporta más ganancia predictiva en RF

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 66 Estadísticas de modelo random forest

Métrica	Valor
R ²	0.1848
R ² ajustado	0.1184
RMSE	0.3941

Fuente: Elaboración Propia

La tabla comparativa y el estudio realizado entre los modelos aplicados muestra evidencias de desempeño. La regresión lineal múltiple de acuerdo con el nivel de significancia estadística global ($p=0.0085$), es el modelo más adecuado para el análisis de la hipótesis 3. Aunque el modelo de árbol de regresión aportó un análisis complementario, identificando y confirmado la importancia de los aspectos culturales en diferentes niveles, este debido a su naturaleza no inferencial llega a limitar la capacidad para validar hipótesis causales, como la Hipótesis de estudio. Por otro lado, el modelo Random Forest, arrojó una varianza negativa (-18%), lo cual determina que es un modelo que no mostró estabilidad en la muestra utilizada (81), demostrando una baja capacidad explicativa para el dataset y validación de la hipótesis.

Tabla 67 Tabla comparativa de modelos de regresión (Hipótesis 3)

Criterio	Regresión Lineal Múltiple	Árbol de Regresión (CART)	Random Forest
Propósito principal	Explicación causal, estimación del efecto relativo	Identificación de reglas no lineales e interacciones jerárquicas	Predicción robusta y estimación de importancia de variables
Supuestos estadísticos	Requiere linealidad; tolera no normalidad moderada	No requiere normalidad	No requiere normalidad; sensible a tamaños pequeños
Validez de supuestos en tus datos	Adecuado pese a no normalidad	Totalmente adecuado	Dataset demasiado pequeño ($n=81$)
Significancia global del modelo	$p = 0.0085$ (significativo)	No aplica p-value directo; estructura clara y estable	% Var explained = -18% (modelo inestable)
R ² / capacidad explicativa	0.11	0.14	~0 (inestable)
Importancia de variables	Cultura > Técnica	Cultural Dominante	Técnica > Cultura (artefacto de n (muestra pequeña))
Interpretabilidad	Alta	Muy alta	Baja (modelo “caja negra”)
Adecuación al tamaño de muestra (81)	Muy adecuada	Muy adecuada	Inadecuada (ensembles necesitan >200 casos)

Fuente: Elaboración Propia

4.4.3 Discusión de hallazgos

Hipótesis 1:

Los resultados obtenidos para la hipótesis 1 permiten articular una discusión desde una perspectiva crítica sobre los efectos de DevOps sobre los dos indicadores medidos; errores post despliegue y tiempos de entrega. Los hallazgos son coherentes con la literatura y muestran que estos resultados pueden explicarse a través de modelos de madurez tecnológica.

Interpretación integral de los modelos y prueba inferencial

Los análisis de regresión aplicados a la variable tiempos de entrega demuestran una comprensión más profunda de los hallazgos previamente logrados a través de la prueba t-student de Welch. Ambas técnicas, demostraron que la implementación de prácticas DevOps impacta de manera significativa sobre la reducción en los plazos de entrega de proyectos, en comparación con metodologías de despliegue tradicional. Esto reflejó:

- Una reducción promedio de aproximadamente 78 días entre metodologías tradicionales y DevOps.
- El modelo lineal simple estimó una reducción cercana a 78 días por despliegue ($p < 0.001$).
- El modelo logarítmico indicó que los tiempos asociados con DevOps representan en promedio solo cerca del 2.6 % de los tiempos tradicionales, lo que evidencia la magnitud del impacto.

Sin embargo, el desempeño de los modelos reveló que el modelo T1 infringe considerablemente los supuestos de normalidad y homocedasticidad; esto se atribuye a la notable asimetría de los tiempos y a la acumulación de valores próximos a cero en los despliegues DevOps. Por otro lado, la transformación logarítmica aplicada en T2 mejora considerablemente el comportamiento de los residuos y aumenta el R^2 a valores cercanos a 0.81, lo que hace que este modelo sea la opción más adecuada para explicar el impacto de DevOps en el tiempo de entrega.

Hallazgo contraintuitivo: El aumento de errores en DevOps

De acuerdo con el análisis realizado a los errores post despliegue, se encontró un elemento importante en el que los despliegues DevOps presentan un número mayor de errores en comparación con métodos tradicionales. Este resultado parece contradecir la teoría de estudios anteriores demuestran especialmente sobre los trabajos de Forsgren, Humble y Kim (DORA)

(Forsgren et al., 2018a), quienes sostienen que DevOps está asociado a reducir la cantidad de errores post despliegue. Sin embargo, este hallazgo se comprende mejor cuando se relaciona desde otras perspectivas ligadas a características de la empresa objeto de estudio referente a su madurez frente a la adopción de la tecnología. Dado este hallazgo se realizó una triangulación teórica del por qué ocurre esta discrepancia:

Tabla 68 Hallazgo Empírico vs. Teoría Esperada vs. Explicación

Hallazgo Empírico	Teoría Esperada (DORA / Forsgren)	Explicación de la Discrepancia
DevOps presenta mayor número de errores post despliegue que la metodología tradicional.	DevOps predice menos errores, mayor estabilidad y despliegues más seguros. Krey predice una reducción de errores por el proceso de automatización	La organización se encuentra en etapa temprana de adopción de DevOps, el hallazgo empírico está asociado con la definición de pipeline aun no completos, es decir a una madurez temprana del pipeline, ya sea porque existe un bajo nivel de automatización, ausencia de prácticas de control de calidad continuo. Los equipos, aunque perciben utilidad, aún no han consolidado prácticas avanzadas. Existe una curva de aprendizaje inherente al proceso de transición en el que se encuentra la empresa a la nube.
DevOps reduce los tiempos de entrega en más del 97%.	DevOps reduce drásticamente los ciclos (CI/CD). DORA sugiere que DevOps predice mayor rapidez y un menor lead time.	La automatización del flujo de despliegue está más madura que los mecanismos de calidad; se optimizó velocidad antes que estabilidad.
Mayor variabilidad en errores DevOps.	La teoría predice que se presentan distribuciones más estables a medida que madura la práctica.	DevOps recién adoptado tiende a generar tiempos extremadamente bajos, pero con variabilidad operativa debido a su adopción temprana.

Fuente: Elaboración Propia

Hipótesis 2:

De acuerdo con (Forsgren et al., 2017) varios estudios han indicado que los fracasos en la implementación de DevOps a menudo ocurren cuando las entidades se concentran únicamente en la modernización tecnológica sin atender de forma paralela los cambios culturales, la comunicación interdepartamental y la gestión del talento.

Desde la perspectiva del Modelo de Aceptación Tecnológica, el hallazgo reafirma la idea de que la adopción tecnológica no solo depende de la disponibilidad técnica, sino que está influenciada por la percepción de utilidad y facilidad de uso por parte de los usuarios. Así, aunque las barreras organizacionales mostraron una mayor razón de probabilidad (OR = 1.75), esta diferencia no fue estadísticamente relevante, lo que sugiere que la percepción de utilidad, la facilidad y la aceptación son influenciadas simultáneamente tanto por factores técnicos como organizativos.

Asimismo, de acuerdo con el Modelo ADKAR, los hallazgos avalan la noción de que la adopción de DevOps demanda el cumplimiento completo de las cinco etapas del cambio (conciencia, deseo, conocimiento, habilidad y refuerzo). La ausencia de un predominio estadístico de un tipo de barrera sobre otro indica que el proceso de transformación organizacional enfrenta limitaciones tanto por fallos técnicos (infraestructura, herramientas, automatización) como por carencias culturales (resistencia al cambio, comunicación, liderazgo).

En línea con la literatura global sobre DevOps, este resultado confirma que las organizaciones que no logran transformar sus prácticas suelen hacerlo por desequilibrios entre tecnología, personas y procesos, en lugar de una falta exclusiva en alguno de estos elementos.

Con esta investigación se aporta uno de los primeros estudios mixtos en Honduras que analiza, mediante un modelo inferencial formal, la criticidad de barreras para la adopción de DevOps en una empresa del sector financiero, un entorno altamente regulado y poco documentado en la región.

Hipótesis 3:

Los resultados obtenidos a partir de los tres modelos aplicados, regresión lineal múltiple, árboles de regresión y random forest, permitieron analizar las variables de interés desde diferentes perspectivas. El modelo de regresión lineal múltiple facilitó la identificación de cómo los factores culturales y técnicos actúan de manera conjunta en la disposición de aceptar prácticas DevOps. Los hallazgos revelan que el modelo es estadísticamente relevante ($F= 5.061$, $p = 0.0085$), explicando el 11.49% de la variación en la disposición ($R^2 = 0.1149$). Aunque el nivel de significancia entre cada factor es muy bajo, la magnitud de los coeficientes respalda la hipótesis planteada; la cultura organizacional tiene mayor injerencia que los aspectos técnicos. Dicho resultado es consistente con el modelo CALMS y ADKARD que explican la importancia de la cultura, el cual es un factor determinante para la adopción exitosa de estas prácticas.

Por su parte los modelos de árboles de regresión CART, permitió identificar a partir de la segmentación del modelo, aunque la primera partición se produjo a partir de los factores técnicos, la cultura aparece como un factor dominante en los niveles posteriores. Lo que sugiere que la cultura es un factor influyente en los niveles de disposición de adoptar DevOps.

En contraste, el modelo de Random Forest no logró obtener una capacidad explicativa adecuada debido a la variabilidad negativa (-18.43%). Los resultados negativos se ven influenciados por el tamaño de la muestra la cual es menor a 100 ($n < 100$).

En resumen, los resultados empíricos respaldan la hipótesis 3, al demostrar que los factores culturales, arraigados a la cultura organizacional ejercen una influencia mayor en la disposición hacia DevOps en comparación con los aspectos técnicos. Esto concluye en que el componente humano en los procesos de transformación tecnológica es un factor clave, por lo que fortalecer prácticas culturales como la comunicación y la colaboración, son esenciales en los procesos de adopción tecnológicas como es en este caso de estudio “La Adopción de prácticas DevOps”

4.4.4 Limitaciones

Aunque este estudio se llevó a cabo con un enfoque metodológico cuidadoso y utilizando herramientas estadísticas adecuadas para la comprobación de hipótesis, es fundamental reconocer ciertas limitaciones que afectan el alcance de los resultados obtenidos y su capacidad de generalización.

En primer lugar, una de las limitaciones más significativas del análisis está relacionada con el tamaño y tipo de la muestra. La investigación se realizó con un grupo de 81 participantes de una única entidad en el sector financiero, lo que la convierte en un estudio de caso. A pesar de que este tamaño de muestra es técnicamente suficiente para la implementación de modelos inferenciales como la regresión logística, las conclusiones no pueden aplicarse directamente a todo el sector financiero de Honduras, ya que las características organizacionales, culturales y tecnológicas pueden variar considerablemente entre diferentes instituciones.

Otra limitación notable proviene de la naturaleza perceptual de los datos recogidos, los cuales fueron obtenidos a través de una encuesta utilizando una escala tipo Likert. Este tipo de herramienta, aunque comúnmente aceptada en estudios sociales y organizacionales, introduce un elemento de subjetividad, ya que las respuestas dependen de la experiencia personal de los encuestados, su nivel de implicación en los procesos de implementación, su rol organizativo y el clima laboral en el momento de la recolección de datos. Como resultado, pueden surgir sesgos relacionados con la percepción, la deseabilidad social o la interpretación de los ítems de la encuesta.

Desde un punto de vista temporal, el estudio se realizó en un período específico del año 2025, por lo que los resultados ofrecen una visión estática del estado de la adopción de DevOps en la organización analizada. No se considera la evolución de las barreras con el tiempo, lo que impide inferir tendencias de mejora o deterioro en las prácticas de implementación, aspecto que podría ser abordado en futuras investigaciones mediante diseños longitudinales.

Al final, aunque la metodología combinada facilitó la convergencia de datos tanto numéricos como descriptivos, sigue existiendo la restricción propia de cualquier investigación realizada en entornos organizativos auténticos, donde elementos políticos internos, limitaciones en el acceso a la información y transformaciones en la estructura de la organización pueden afectar de manera indirecta la calidad y consistencia de la información obtenida.

4.5 SÍNTESIS DE HALLAZGOS

4.5.1 Principales hallazgos

- Los hallazgos derivados de la hipótesis 1 sugieren que la implementación de prácticas DevOps tiene un efecto significativo en la disminución de los tiempos de entrega, lo cual fue confirmado por las pruebas inferencial y los modelos predictivos utilizados. En promedio DevOps disminuye considerablemente el tiempo de entrega en comparación con las metodologías convencionales. Los despliegues tradicionales requirieron un promedio 61 días, mientras que los despliegues bajo DevOps redujeron este tiempo a 0.75 días, lo que valida la capacidad de DevOps para acelerar el proceso de implementación y mejorar la agilidad operativa del negocio.
- **Impacto económico y de negocio**
Desde una perspectiva gerencial, esta reducción representa un Time to Market ganado de aproximadamente 61 días por cada despliegue. Lo que se traduce en un mayor retorno de inversión (ROI), reducción de costos de oportunidad e incremento en la competitividad. En entidades financieras, donde los ciclos de innovación, seguridad y cumplimiento son vitales, una reducción de 61 a 0.75 días significa que la organización puede adelantarse a sus rivales y con menores gastos operativos, lo que es un indicador altamente significativo para la toma de decisiones de la alta dirección.
- **Hallazgo contraintuitivo: mayor número de errores en DevOps**
Sin embargo, los modelos de conteo y comparación inferencial indican que la tasa de errores después de la implementación no disminuye con DevOps, sino que presentan un incremento temporal en este tipo de proyectos. Aunque este comportamiento es contrario a lo esperado de acuerdo con DORA, se explica mediante la triangulación teórica realizada;
 - DevOps acelera la entrega de software antes de estabilizar la calidad.
 - Las organizaciones en etapas iniciales de implementación de prácticas DevOps, presentan menor madurez en prácticas de validación continua.

- La combinación de los resultados tanto numéricos como descriptivos obtenidos durante esta investigación posibilita la creación de una perspectiva integral acerca de los elementos que afectan la implementación de prácticas DevOps en entidades del ámbito financiero en Honduras.
- Al examinar la opinión de los expertos sobre factores culturales, técnicos y organizativos estudiados en las hipótesis 2 y 3, se demuestra que la adopción de DevOps no se basa únicamente en la existencia de herramientas o en la tecnología disponible, sino que está relacionada con una red más compleja que abarca la estructura organizativa, la forma en que los equipos colaboran, la claridad de la estrategia y el grado de madurez de los procesos internos.
- Los hallazgos indican que la apertura hacia la adopción de DevOps es mucho más influenciada por factores culturales y organizativos que por aspectos tecnológicos. Esto concuerda con la evidencia global que subraya la importancia de la cultura corporativa, la colaboración entre grupos y la capacidad de adaptarse al cambio como elementos clave en la ejecución de estrategias DevOps. Además, el análisis realizado muestra que la gravedad de las barreras percibidas no está relacionada con el tipo de obstáculo (ya sea técnico u organizacional), sino con su intensidad, particularmente en lo que respecta a obstáculos relacionados con procesos, funciones, gobernanza y oposición al cambio.
- Estos hallazgos representan una contribución significativa para entender el panorama de la empresa objeto de estudio, al evidenciar que la principal dificultad no se origina en la competencia técnica existente, sino en las condiciones organizativas que permiten o limitan la adopción de nuevas metodologías.

4.5.2 Implicaciones

Los hallazgos de esta investigación ofrecen una comprensión más profunda sobre la naturaleza multidimensional de la adopción de DevOps en las organizaciones financieras, enfatizando que un cambio cultural es esencial para promover prácticas de integración y despliegue continuo. Reconocer la gravedad organizacional como el principal factor predictor de problemas tiene consecuencias directas para el manejo del cambio; las organizaciones deben enfocarse en mejorar la comunicación, definir roles, optimizar la gobernanza tecnológica y fomentar una cultura colaborativa que reduzca la resistencia al cambio.

Además, la combinación de enfoques estadísticos convencionales con modelos avanzados

de aprendizaje automático evidencia la efectividad de métodos híbridos para analizar fenómenos complejos en las organizaciones. Esto enriquece el ámbito académico al proporcionar evidencia empírica sólida sobre cómo diferentes tipos de obstáculos influyen en la adopción de DevOps, y también subraya la importancia de incluir la perspectiva del personal técnico como un elemento crucial en la toma de decisiones estratégicas en el sector financiero.

4.5.3 Transición al capítulo V

Los resultados presentados brindan una visión nítida sobre los elementos que favorecen o restringen la incorporación de DevOps en la industria financiera de Honduras, abarcando análisis descriptivos, inferenciales y predictivos. Con base en esta información empírica, el Capítulo V expondrá las conclusiones del estudio, revisará formalmente las hipótesis planteadas y formulará sugerencias dirigidas a mejorar la madurez organizativa, reducir las barreras identificadas y facilitar la implementación eficiente de DevOps en los contextos analizados. Se incluirán también propuestas para futuras investigaciones que permitan profundizar en la dinámica cultural y tecnológica observada.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente capítulo expone las conclusiones derivadas del análisis estadístico, los modelos aplicados y la evidencia empírica obtenida en el Capítulo IV. Cada conclusión corresponde directamente a los objetivos específicos, siguiendo la recomendación metodológica del máster: una conclusión sobre tiempos y errores, una sobre barreras organizacionales vs. técnicas y una sobre cultura organizacional.

Posteriormente, se presentan recomendaciones orientadas a fortalecer la adopción de DevOps en la organización, fundamentadas tanto en los resultados del estudio como en la literatura científica reciente.

5.1 CONCLUSIONES

- El análisis demostró que DevOps presenta una reducción porcentual aproximada del 98.8 % en el tiempo de entrega al adoptar prácticas DevOps. Y el estudio de regresión lineal aplicado al conjunto de información indica que las metodologías DevOps tienen un impacto notable en la mejora de la efectividad del ciclo de implementación. A pesar de que el modelo resultó en un R^2 moderado (~ 0.48), se observó una reducción en los valores de RMSE, MAE y MSE después de aplicar transformaciones logarítmicas al tiempo de entrega, lo que sugiere un ajuste más confiable y una disminución evidente en la variabilidad del proceso.

Estos hallazgos respaldan la idea de que DevOps establece patrones más previsibles y controlados, lo que reduce los tiempos de entrega y la posibilidad de errores después de la implementación. Los resultados son coherentes con investigaciones anteriores que resaltan la importancia de la automatización, la integración continua y la supervisión como factores clave para mejorar la eficiencia operativa.

En conclusión:

Las metodologías DevOps producen avances operativos significativos al acortar los tiempos de entrega y estabilizar los errores post-implementación, ofreciendo ciclos más seguros, consistentes y con menor variabilidad en comparación con los métodos tradicionales.

- El estudio estadístico revela que las dificultades tanto técnicas como organizacionales están positivamente relacionadas con la disposición a implementar DevOps; sin embargo, las

dificultades organizacionales muestran una relación ligeramente más fuerte ($\rho = 0.27$; $p = 0.015$) en comparación con las técnicas ($\rho = 0.25$; $p = 0.025$). Este descubrimiento sugiere que la resistencia al cambio, la ineptitud en la comunicación, la escasa alineación estratégica y la ambigüedad en los roles y responsabilidades son los factores más influyentes. La investigación apoya este hallazgo al indicar que la mayor dificultad en la adopción de DevOps se encuentra en la cultura y en la gobernanza de la organización, más que en la tecnología existente.

Conclusión:

Las dificultades organizacionales tienen un efecto más significativo que las dificultades técnicas en la adopción de DevOps. La cultura, los procedimientos internos y la estructura de la organización son los obstáculos más importantes para una implementación exitosa.

- La conexión entre factores culturales y la disposición a adoptar DevOps ($\rho = 0.27$) resultó ser la más relevante entre las variables estudiadas, en donde los factores técnicos presentan un impacto percibido de 65.9 %, mientras que los factores culturales alcanzan un 66.1 %, lo que subraya que la cultura organizacional es el elemento crucial que favorece la aceptación de este modelo. Elementos como la cooperación, la resistencia al cambio, la responsabilidad compartida, la comunicación efectiva y el aprendizaje continuo aparecen como componentes importantes. El estudio indica que DevOps depende en gran medida de un entorno que incentive la cooperación y se centre en resultados grupales.

Conclusión:

Los aspectos culturales representan el factor más influyente en la apertura para adoptar DevOps. Disponer de una cultura que favorezca la colaboración, la transparencia y el aprendizaje es vital para realizar una transformación eficaz hacia DevOps.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda institucionalizar un pipeline completo de integración y entrega continua (CI/CD) que incorpore automatización de pruebas, análisis estático de calidad, despliegues controlados y monitoreo post-implementación, así como establecer métricas DORA como indicadores de seguimiento operativo, con el fin de consolidar la reducción de la variabilidad en los tiempos de entrega, fortalecer la estabilidad post-despliegue y sostener

la eficiencia observada en los ciclos de desarrollo bajo el enfoque DevOps.

2. Se sugiere desarrollar y poner en práctica un plan global de madurez DevOps que se enfoque en superar obstáculos dentro de la organización, mejore la comunicación entre los grupos de trabajo, aclare los roles y responsabilidades, estandarice procesos esenciales, promueva programas de formación técnica sobre automatización y despliegue continuo, y lleve a cabo pruebas graduales que permitan verificar los progresos y favorezcan la adopción continua del modelo en toda la organización.
3. Implementar un plan de cambio cultural que busque incentivar la colaboración entre las áreas de desarrollo y operaciones, fomentar un diálogo abierto y una responsabilidad colectiva, crear métodos organizados para el trabajo en conjunto como revisiones de código y emparejamiento, alinear las recompensas con metas compartidas y fortalecer el aprendizaje constante a través de prácticas reflexivas y liderazgo transformador, con el propósito de establecer un entorno cultural adecuado para una integración efectiva de DevOps.

CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD

El capítulo VI expone la propuesta de implementación generada a partir de los descubrimientos de la investigación, con el objetivo de optimizar el proceso de implementación de aplicaciones y servicios en la entidad financiera analizada. Los resultados obtenidos de los modelos estadísticos, la evaluación de obstáculos y el análisis cultural evidencian que la efectividad operativa y la incorporación de DevOps dependen de la conjunción simultánea de tres factores: automatización, nivel de desarrollo organizacional y cultura colaborativa.

La presentación de esta propuesta esta alineada con los marcos teóricos presentados, Scrum, COBIT, ITIL y literatura científica como el marco DORA.

Esta propuesta brinda un conjunto de medidas estratégicas, técnicas y organizativas que buscan potenciar la adopción de DevOps, asegurando una ejecución que sea tanto escalable como sostenible y que responda a las verdaderas necesidades de la organización.

6.1 NOMBRE DE LA PROPUESTA

Plan Integral de Implementación Progresiva de Prácticas DevOps para la Optimización del Ciclo de Despliegue de Aplicativos en una Empresa de Tecnología del Sector Bancario Hondureño.

6.2 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

La propuesta nace como respuesta a los hallazgos empíricos obtenidos en la investigación y a las necesidades y/o problemas identificados en la organización: Tiempos prolongados de entrega en enfoques tradicionales, existencia de barreras organizacionales significativas y prácticas técnicas poco estandarizadas, que dificultan la adopción de prácticas modernas de entrega continua, afectando la competitividad y entrega de valor de la organización.

Hallazgos empíricos que fundamentan la propuesta

1. Impacto de DevOps en procesos de despliegue actuales

- Reducción drástica de tiempos de entrega

Los despliegues con enfoque DevOps reducen los tiempos de entrega de 61 días a 0.75 días, evidenciando un impacto operativo y estratégico significativo en el proceso de despliegue.

- Mayor visibilidad y control de errores en etapas tempranas

Aunque DevOps no elimina los errores, permite identificarlos antes, lo que disminuye riesgos en producción.

Estos hallazgos se constatan con las métricas del modelo DORA; el cual establece que las organizaciones que adoptan prácticas de integración continua, automatización alcanzan menores tiempos de entrega y adquieren una mayor visibilidad de errores en etapas del proceso de desarrollo de estas. Tal y como lo señalan Forsgren et al.,(2018a)

“Las métricas DORA han demostrado consistentemente que organizaciones con prácticas DevOps maduras obtienen ciclos de entrega sustancialmente más cortos y una mayor capacidad para detectar fallos en etapas tempranas del proceso, lo que se traduce en menor retrabajo y mayor estabilidad operativa”

Esta evidencia empírica y teórica justifica la propuesta de creación de un pipeline estandarizado.

2. Las barreras organizacionales superan a las técnicas

Las barreras organizacionales obtuvieron una correlación de $\rho = 0.27$ ($p = 0.015$), frente a $\rho = 0.25$ ($p = 0.025$) para las barreras técnicas, lo que evidencia que los principales obstáculos no provienen de limitaciones tecnológicas, sino de comunicación insuficiente, resistencia al cambio, ambigüedad de roles y falta de alineamiento estratégico.

El ranking sobre las barreras principales identificadas (Ilustración 17) mostró que **la falta de roles y procesos y la falta de comunicación** son los desafíos organizacionales más críticos, y la falta de conocimiento es la barrera técnica más crítica, lo cual concuerda con la literatura de Khan et al., (2022) que sostiene que “El cambio cultural es la barrera más desafiante entre el desarrollo y la operación para implementar prácticas de DevOps” y su estudio demuestra que la falta de colaboración y comunicación y la falta de conocimiento son desafíos significativos, en la implementación de prácticas DevOps.

Esto demuestra que la gestión del cambio de acuerdo con el modelo ADKAR, es un pilar importante dentro de un proceso de adopción tecnológica, donde esta requiere consciencia, deseo, conocimiento, habilidad y refuerzo.

3. Correlación significativa entre la cultura y la disposición a adoptar DevOps

El estudio de correlación reveló que los aspectos culturales ejercen la mayor influencia sobre sobre la disposición a adoptar DevOps ($\rho = 0.27$), lo que confirma que la cooperación, la disposición al aprendizaje y la confianza entre áreas son los factores más determinantes para lograr una integración exitosa de este enfoque. Esta conexión se alinea con los modelos teóricos

utilizados (TAM y ADKAR) y con investigaciones a nivel global que indican que la implementación de DevOps está fuertemente vinculada a la cultura de la organización.

Alineación Teórica de la propuesta

La estructura de esta propuesta está totalmente respaldada por los modelos elegidos desde la base teórica:

- Scrum, proporciona una metodología cíclica y gradual par aponer en marcha mejoras en el pipeline para la automatización como un componente del proceso del trabajo.
- ITIL 4, respalda la estandarización de procesos con el fin de reducir al mínimo los riesgos operativos.
- COBIT 2019, a través de los objetivos BAI03, BAI07, BAI11, destaca la relevancia de la gobernanza y la gestión del cambio, así como garantizar la calidad de los procesos en las organizaciones.

Por lo tanto, la propuesta planteada es pertinente porque responde a la problemática identificada, y viable porque se apoya en lo hallazgos empíricos y sobre los marcos planteados y que son reconocidos dentro de la organización.

6.3 ALCANCE DE LA PROPUESTA

El alcance de esta propuesta abarca el diseño, socialización e implementación progresiva de un modelo integral de adopción de DevOps en una empresa de TI del sector financiero hondureño. A través de la inclusión de elementos en la implementación como; Transformación del proceso de despliegue, Automatización progresiva implementada en la definición de pipelines, definición de un plan de madurez que estandarice procesos, roles y responsabilidades.

6.3.1 Objetivos

Objetivo General

Diseñar e implementar, en un período de dieciocho meses, un plan integral que incremente la adopción efectiva de DevOps en la institución mediante la automatización del ciclo de despliegue, la estandarización de procesos organizacionales y el fortalecimiento de la cultura colaborativa, con el fin de mejorar la eficiencia operativa y reducir la variabilidad en los tiempos de entrega y errores post-despliegue.

Objetivos Específicos:

1. Implementar, durante los primeros tres meses, un pipeline institucional de integración y entrega continua (CI/CD) que integre automatización de pruebas, despliegues controlados

y monitoreo en tiempo real, logrando una reducción mínima del 20 % en la variabilidad del tiempo de entrega (LTFC) y estableciendo las métricas DORA como indicadores oficiales de desempeño.

2. Desarrollar y documentar, en un período de cuatro meses, un plan de madurez DevOps que estandarice roles, procesos de despliegue, gobernanza tecnológica y prácticas técnicas, con el propósito de alcanzar al menos el Nivel 3 de madurez institucional y mejorar la trazabilidad y consistencia de los procesos operativos.
3. Ejecutar, en un período máximo de cinco meses, un programa estructurado de cambio cultural basado en formación, prácticas colaborativas y mecanismos de comunicación transversal, logrando incrementar en al menos 1 punto (escala Likert 1–5) el índice de colaboración entre las áreas de desarrollo y operaciones.

6.3.2 Contexto Geográfico y Poblacional

El modelo es aplicable en Honduras, específicamente en una empresa de tecnología que presta servicios a instituciones del sector bancario hondureño, operando en un entorno altamente regulado, con controles de seguridad, cumplimiento normativo y auditoría continua.

Y está dirigido a los actores organizacionales que intervienen directa o indirectamente sobre el diseño de los entregables de la propuesta; implementación del pipeline CI/CD y el plan de madurez DevOps. La identificación de los interesados se realizó con base a los lineamientos de Scrum, ITIL 4 y COBIT 2019, garantizando la coherencia con los marcos abordados en el capítulo teórico.

Tabla 69 Interesados de la propuesta según Marcos de Referencia

Stakeholder	Rol definido en Frameworks	Interés en la Propuesta	Nivel de Influencia
Gerencia TI	COBIT (Gobierno TI), Sponsor	Reducción de riesgos, eficiencia operativa	Alta
PMO	COBIT (BAI03, BAI07)	Gestión metodológica y control del proyecto	Alta
Product Owners	Scrum (PO)	Priorización de automatizaciones y mejoras	Media
Scrum Masters	Scrum (SM)	Facilitar adopción dentro de los equipos	Media
Equipos de Desarrollo	Scrum (Dev Team)	Implementación y consumo del pipeline	Alta
QA/Testers	ITIL (Gestión de Calidad)	Diseño, Automatización y validación continua	Media
Operaciones	ITIL (Change, Release, Deployment)	Estabilidad de los ambientes y despliegues, gestión de incidentes	Alta
Seguridad Informática	COBIT DSS05, ITIL Security	Controles preventivos en el pipeline	Media

Fuente: Elaboración Propia

Y es dirigido a los diferentes equipos involucrados en el ciclo de despliegue; Desarrollo, QA y Operaciones. Específicamente en el contexto en donde se desarrolla la investigación todo el personal técnico y operativo vinculado a despliegues, aproximadamente entre 30 y 80 personas, según estructura organizacional típica del sector.

Delimitaciones del Alcance: Se presenta en la tabla 70 las delimitaciones del alcance propuesto con el fin de la propuesta se clara, ejecutable y enfoca en generar valor.

Tabla 70 Delimitaciones del alcance de propuesta

Delimitación	Alcance
Geográfico	Área de TI de la empresa
Poblacional	Equipos de desarrollo, QA, operaciones, seguridad, PMO
Temporal	Horizonte de implementación 18 meses
Exclusiones	-Cambios a nivel de infraestructura física. -Intervenciones en bancos externos o instituciones aliadas (aplica únicamente a la empresa tecnológica definida).

Fuente: Elaboración Propia

6.4 DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO

6.4.1 Descripción

El plan se organiza en tres elementos clave que tratan de manera holística los aspectos técnicos, de gestión y culturales que afectan la implementación de DevOps. Cada elemento fue creado considerando los resultados tanto numéricos como descriptivos de la investigación, y sigue un enfoque metodológico paso a paso que permite abordar primero los procedimientos operativos, después los sistemas de administración y, por último, las actitudes y convicciones organizacionales que apoyan la transformación.

Componente Técnico – Implementación de CI/CD y métricas DORA

Este componente tiene como objetivo establecer un pipeline institucional de integración y entrega continua (CI/CD), incorporando automatización de pruebas, despliegues controlados, análisis estático de calidad y monitoreo con métricas DORA (Lead Time for Changes, Deployment Frequency, Change Failure Rate y MTTR). Se llevará a cabo mediante el diseño, configuración e implementación de un flujo automatizado que reduzca la intervención manual, disminuya la variabilidad operacional y permita supervisar el desempeño en tiempo real. Este procedimiento comienza con los datos estadísticos del análisis, los cuales indicaron un avance notable en los tiempos de entrega ($R^2 \approx 0.33$) y una mejor estabilidad tras la implementación al incorporar métodos DevOps.

Componente Organizacional – Plan de Madurez DevOps

Este elemento abarca la creación de un modelo institucional de madurez DevOps que

unifique funciones, procedimientos, gestión tecnológica y etapas de adopción progresiva, asegurando consistencia y alineación estratégica. Se llevará a cabo una evaluación inicial del estado de madurez, posteriormente se diseñarán políticas, se definirán funciones, se estandarizarán procesos esenciales y se elaborará un plan de formación técnica. Su ejecución facilitará un progreso gradual hacia niveles superiores de madurez tanto operativa como organizacional. Esta propuesta abarca las 2 recomendaciones planteadas para las preguntas 2 y 3 de la investigación, tomando en cuenta que esta se fundamenta en la importancia de los aspectos organizacionales y culturales en una empresa, partiendo del hallazgo empírico el cual demostró que los principales obstáculos, no provienen de limitaciones tecnológicas, sino de limitantes organizacionales y culturales.

6.4.2 Desarrollo

Diseño del pipeline Estándar CI/CD para el proceso de despliegue de aplicativos y servicios

Entregable 1: Estandarización Pipeline

A continuación, se presenta un detalle de las características principales del entregable, su alcance funcional, propósito, métricas KPI asociadas y fundamentos de la creación del pipeline.

Tabla 71 Características de entregable Pipeline y Desarrollo

Nombre del Entregable	Resumen
Estandarización de pipeline institucional para despliegue de aplicativos y servicios	Con el fin de reducir los tiempos de entrega, disminuir la tasa de errores post producción y mejorar la trazabilidad de los cambios, se presenta como propuesta la estandarización de un pipeline CI/CD que delimite como se construye, prueba y despliega el software en el área de TI, involucrando procesos de desarrollo y operaciones.
Propósitos del entregable	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Centralizar la gestión de despliegues de aplicativos y servicios. 2. Integrar prácticas de automatización, control de calidad, seguridad y monitoreo. 3. Alinear el desarrollo, las operaciones y los procesos de negocio bajo un mismo flujo, medido a través de métricas establecidas por DORA (Lead Time, frecuencia de despliegues, tasa de fallos por cambio y tiempo medio de recuperación). 4. Definir un flujo de stages o etapas para la construcción, pruebas y despliegue aplicables a proyectos. 5. Integrar el pipeline con herramientas que aseguren la calidad, seguridad y cumplimiento normativo, como repositorios de código, análisis de calidad, gestión de artefactos, despliegues y monitoreo. 6. Habilitar la evaluación de impacto a través de indicadores clave (DORA).
Alcance Funcional	
	<p>Pipeline aplicará a aplicativos y servicios como ser: Microservicios y aplicaciones web internas de la institución que se enmarquen en las tecnologías aptas para este tipo de procesos de despliegues.</p> <p>Incluye el flujo desde: Creación del cambio (historia de usuario) → Commit en repositorio → Build y pruebas → Empaquetado → Análisis de código estático → Despliegue a ambientes no productivos (DEV, QA) → Despliegue a producción (PRD) → Monitoreo y retroalimentación</p>
Exclusiones	
	<p>Aplicaciones legadas que no cuenten con:</p> <ul style="list-style-type: none"> o Repositorio de código fuente consolidado. o Capacidad de empaquetado automatizado.
Fundamentos de diseño del pipeline	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Automatización gradual: Todo proceso repetitivo debería ser automatizado (compilación, pruebas, empaquetado, implementación, verificaciones de seguridad). 2. Calidad y seguridad: Las verificaciones de calidad, seguridad y conformidad deben realizarse lo más pronto posible (en CI), y no solo en producción. 3. Trazabilidad y auditoría: Cada cambio debe poder rastrearse desde que se crea su historia, hasta que se monitorea una vez este es desplegado en producción.

	4.Estándar, pero customizable: El esquema del pipeline es común, sin embargo, cada equipo puede definir tareas específicas.
Métricas y KPIS asociados al pipeline	
	Lead Time for Changes (LTFC): tiempo desde el commit hasta despliegue en producción.
	Tasa de errores: proporción de implementaciones que causan problemas.
Reglas de Diseño del Pipeline	
	Norma 1: Imagen Inmutable El artefacto producido durante la fase de Construcción y Publicación debe ser el mismo en todos los entornos.
	Norma 2: Los despliegues son automáticos No se permiten implementaciones manuales
	Norma 3: Aseguramiento de Calidad No se permite avanzar en el pipeline si no se cumple con alguno de los pasos de aseguramiento de calidad (análisis de código estáticos, vulnerabilidades).
	Norma 4: Aprobación para despliegue en producción Todo despliegue a ambiente productivo debe tener una aprobación documentada por los responsables del área de TI y del negocio.
	Instalación y configuración de los servidores y sus especificaciones.
Capacitaciones	
	Solicitud de desarrollo de cursos de capacitación.
	Implementación de conocimientos adquiridos.
Evaluación	
	Evaluación de las mejoras notables
Documentación	
	Realización del manual de estándar de despliegue de aplicativos contenerizados.
Entrega	
	Aprobación y revisión de los desarrollos desplegados.

Fuente: Elaboración Propia

- Detalle por etapa del pipeline

Tabla 72 Descripción de entregable Pipeline

<i>N.</i>	<i>Etapa del pipeline</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Actividades clave</i>	<i>Responsables principales</i>
1	Gestión de código fuente e integración continua (CI)	Asegurar que todo desarrollo se gestione bajo control de versiones con flujos de ramas estandarizados.	- Realizar commits y push al repositorio central (Git). - Aplicar estrategia de ramas (<i>main, develop, feature/, fix/</i>).	Desarrolladores (Equipo Dev)
2	Build y empaquetado	Compilar y generar el artefacto ejecutable de forma estandarizada y reproducible.	- Ejecutar el build automatizado - Aplicar versionado automático del artefacto.	Equipo Dev, con soporte DevOps
3	Análisis de calidad y seguridad	Garantizar estándares mínimos de calidad de código y detección temprana de vulnerabilidades.	- Ejecutar análisis estático de código (code quality). - Analizar vulnerabilidades en dependencias (SCA). - Verificar umbrales mínimos (cobertura, vulnerabilidades críticas = 0, etc.).	Equipo Dev; QA; Seguridad de la Información
4	Pruebas automáticas	Validar automáticamente el comportamiento del sistema antes de cualquier despliegue.	- Ejecutar pruebas unitarias en cada build. - Ejecutar pruebas de integración y, según criticidad, regresión automatizada o pruebas de API. - Publicar reportes de resultados en el pipeline.	Equipo Dev; Equipo QA
5	Publicación de artefactos	Asegurar que el artefacto aprobado quede disponible en un repositorio central confiable y trazable.	- Publicar builds exitosos en repositorio de artefactos o registry. - Gestionar versiones.	Equipo DevOps
6	Pruebas funcionales de negocio / UAT	Validar con el usuario de negocio que la solución cumple los requisitos antes del paso a producción.	- Ejecutar casos de prueba funcionales definidos con negocio. - Emitir aprobación o rechazo de la liberación previa a producción.	Negocio
7	Despliegue a producción (CD)	Ejecutar el despliegue a producción de forma automatizada, controlada y plenamente trazable, sin intervenciones manuales directas.	- Desplegar automáticamente a producción desde el pipeline. - Aplicar estrategias de despliegue (blue-green, canary, rolling update, según criticidad). - Generar evidencias y logs de auditoría.	Operaciones TI / DevOps
8	Monitoreo post-despliegue y retroalimentación del ciclo	Detectar incidencias tempranas, evaluar el impacto del cambio y realimentar la mejora continua del pipeline y del proceso de desarrollo.	- Monitorear disponibilidad, errores, rendimiento y uso tras el despliegue. - Registrar incidentes asociados al despliegue y retroalimentar el backlog y el pipeline.	Operaciones TI; Equipo Dev cuando existan incidentes

Fuente: Elaboración Propia

- Roles y Responsabilidades

El pipeline estándar define la siguiente asignación de roles y responsabilidades:

Tabla 73 Roles y Responsabilidad de ejecución de Pipeline

Rol	Responsabilidad
<i>Product Owner o Negocio</i>	Aprobación final para despliegues en ambiente productivo.
<i>Team de Desarrollo (DEV)</i>	Se encarga de implementar y desarrollar funcionalidades, asegurar la ejecución de pruebas unitarias y de integración y mantener la calidad del código.
<i>Equipo DevOps</i>	Diseña, mantiene y mejora el pipeline estándar. Y gestiona repositorios de artefactos e infraestructura de CI/CD.
<i>Operaciones TI</i>	Gestiona ambientes (DEV, QA, PRD). Ejecuta y supervisa despliegues productivos vía pipeline. Supervisa monitoreo y continuidad.
<i>Seguridad de la información</i>	Define políticas de seguridad a verificar en el pipeline.
<i>Gerencia TI</i>	Patrocina la adopción del pipeline estándar.

Fuente: Elaboración Propia

- Plan de implementación progresiva

Para facilitar la adopción e integración del pipeline propuesto se propone, hacerlo de forma gradual, dividido en fases:

Tabla 74 Plan de implementación progresiva del pipeline estándar

Fase	Tareas	Duración (meses)
Fase 1 – Piloto	Implementar el pipeline estándar en 1 o 2 servicios Ajustar etapas de acuerdo con resultados	0-6
Fase 2- Escalamiento	Aplicar y extender el pipeline a nuevos proyectos y progresivamente a los componentes aptos de integración	6-12
Fase 3- Consolidación	Alinear métricas DORA a objetivos de negocio Formalizar un modelo de gobierno robusto sobre el pipeline	12-18

Fuente: Elaboración Propia

- Arquitectura General del pipeline

El pipeline se compone de una serie de pasos secuenciales, para realizar el proceso de Integración continua (CI) y Despliegue continuo (CD). Utilizando un modelo de imagen inmutable, en donde esta es la misma que se utilizara entre los ambientes DEV, QA y PRD. El flujo se resume a continuación.

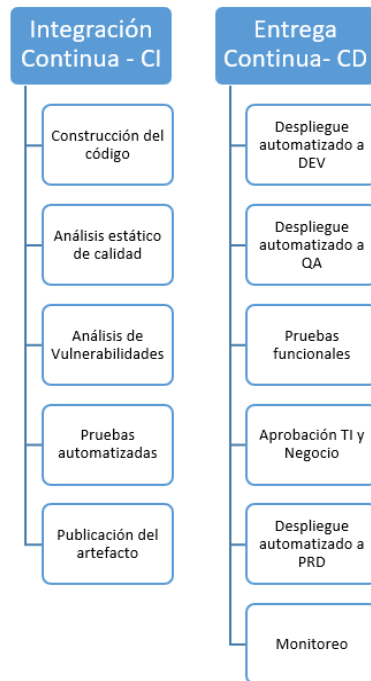


Ilustración 48 Proceso DevOps Etapa CI/CD

Fuente: Elaboración Propia

- Plantilla de Pipeline YAML (genérico)

La definición del pipeline obedece a todas las reglas y definiciones anteriormente descritas. El anexo que se presenta detalla el pipeline CI/CD estandarizado sugerido para la empresa objeto de estudio, diseñado con una estrategia de plantillas reutilizables (pipeline templates) para asegurar coherencia, capacidad de crecimiento y supervisión en la integración, entrega y despliegue de aplicaciones.

Este flujo se construyó de acuerdo con el stack tecnológico sugerido y utilizado por la organización. Tomando como base Azure DevOps, en combinación con GitLab como repositorio de código y utilizando servicios de AWS para realizar el despliegue de artefactos, lo que permite una clara distinción entre la orquestación del proceso, la administración del código y la infraestructura para su ejecución.

La plantilla que se muestra no corresponde a un pipeline específico de un único servicio, sino que actuará como una guía general que agrupa las etapas delineadas en la propuesta; estas etapas incluyen construcción, calidad asegurada, análisis de seguridad, empaquetado inmutable, despliegue en distintos entornos y control de versiones. Además, incluye pautas técnicas y de regulación que facilitan la incorporación progresiva de prácticas DevOps.

Entregable 2: Plan Institucional de Madurez DevOps

El Plan Institucional de Madurez DevOps forma un conjunto de elementos estratégicos, operativos y técnicos que tienen como objetivo dirigir el avance gradual hacia un modelo DevOps fuerte, cuantificable y duradero. Cada producto ha sido desarrollado a partir de la evaluación inicial de madurez, las mejores prácticas globales, los datos estadísticos de la investigación y los principios metodológicos relacionados con la transformación organizativa.

1. Manual Institucional de Madurez DevOps

Se entiende como el documento fundamental del modelo de desarrollo. Este manual establece de manera organizada los cinco grados de madurez (Inicial, Gestionado, Estandarizado, Optimizado y Expandido), definiendo para cada uno criterios de evaluación, comportamientos deseados en la organización, indicadores de rendimiento y requisitos básicos a cumplir. Además, incluye una matriz de criterios que considera aspectos esenciales como la cultura y el trabajo en equipo, las metodologías de automatización, la administración de procesos, el uso de métricas e indicadores, y las habilidades técnicas del personal. El manual también explica los roles y deberes vinculados a cada grado, las exigencias tecnológicas mínimas en cada etapa, los riesgos más relevantes encontrados y las medidas para su mitigación, así como las vías de transición y los métodos de evaluación periódica que permiten seguir el progreso institucional de forma clara.

2. Protocolo de Evaluación Inicial de Madurez DevOps

El Protocolo de Evaluación Inicial de Madurez DevOps tiene el propósito de evaluar de manera imparcial, metódica y replicable la situación actual de la organización, funcionando como fundamento para la planificación de la implementación.

2.1 Herramientas de evaluación

El protocolo utiliza cuestionarios estandarizados con la escala de Likert, entrevistas estructuradas enfocadas en los equipos de Desarrollo, Operaciones, QA y Gestión de TI, así como herramientas para el análisis de la documentación de los procesos existentes.

2.2 Algoritmo de categorización

Con base en la información recolectada, se utiliza un algoritmo de categorización que permite determinar de manera automática el nivel de madurez inicial, disminuyendo la subjetividad en el diagnóstico.

2.3 Resultados del análisis

El protocolo produce un informe resumido que muestra el nivel de madurez obtenido, las brechas detectadas, los riesgos más importantes y las áreas que requieren mejora para las próximas etapas del plan.

3. Políticas Institucionales de DevOps (Gobernanza DevOps)

Conjunto de políticas de obligatorio cumplimiento para los equipos involucrados en el ciclo de despliegue, basadas en estándares internacionales (DORA, ITIL, SCRUM, COBIT 2019).

Incluye:

- Política de versionamiento y control de código.
- Política de automatización de pruebas y CI/CD.
- Política de gestión de infraestructura como código (IaC).
- Política de seguridad en pipelines (DevSecOps).
- Política de documentación técnica mínima obligatoria.
- Política de revisión y aprobación de despliegues.
- Política de monitoreo operativo y alerta temprana.

4. Matriz Institucional de Roles y Responsabilidades DevOps (RACI)

La Matriz RACI tiene como finalidad establecer claramente las funciones, deberes y límites operativos de los participantes en el entorno DevOps, minimizando las confusiones dentro de la organización.

4.1 Descripción de funciones

Se detallan posiciones importantes como Ingeniero DevOps, Gerente de Lanzamientos, Ingeniero de Automatización, Propietario del Producto, Analista QA/SDET y Arquitecto de Soluciones, especificando sus responsabilidades principales.

4.2 Conexión con procesos

Cada función está asociada a los procesos esenciales del ciclo de vida del software, abarcando integración continua, entrega continua, supervisión, gestión de incidentes después del despliegue y manejo de repositorios.

5. Plan de Formación Técnica DevOps (Roadmap de Capacitación)

El Plan de Formación Técnica DevOps, concebido como un roadmap de capacitación progresiva, completa el componente organizacional del modelo. Este plan está estructurado por niveles de madurez y contempla módulos formativos en integración y entrega continua,

automatización de pruebas, contenedores y orquestación, infraestructura como código, observabilidad y métricas DORA, así como prácticas de DevSecOps. Cada módulo incluye evaluaciones prácticas que permiten validar la adquisición de competencias y asegurar que el conocimiento se traduzca en capacidades operativas reales.

6. Informe Ejecutivo de Madurez DevOps (para Alta Dirección)

Dirigido a la alta dirección, este documento resume los hallazgos del análisis realizado, presenta la situación actual de madurez de la entidad, describe el esquema de brechas y los riesgos más relevantes, y sugiere un plan de acción para un periodo de seis a doce meses. Este informe ayuda en la toma de decisiones estratégicas sobre inversiones, la priorización de proyectos y la gestión del talento, garantizando la alineación entre la transformación DevOps y los objetivos de la institución.

Todos los productos del Plan Institucional de Madurez DevOps se validarán previamente con los gerentes responsables, con el propósito de recopilar opiniones, asegurar su relevancia y optimizar su uso inmediato dentro de la organización.

6.5 MEDIDAS DE CONTROL

Las medidas de control dentro de una propuesta son parte integral de la aplicabilidad del estudio, y representan un rol clave para garantizar la efectividad y el cumplimiento de los objetivos planteados dentro de la investigación. En este contexto esta sección aborda la definición de los indicadores claves; que aseguren la monitorización uniforme, la evaluación objetiva y mejora continua del modelo de adopción DevOps implementado en la empresa objeto de estudio.

Estas medidas permitirán no solo medir la eficacia y eficiencia del modelo, también permitirá agregar valor al negocio. A continuación, se desglosa una lista resumida de los indicadores clave de la propuesta planteada en la tabla 71, y luego se desarrolla el detalle de cada uno de estos en la “Ficha Metodológica de Indicador KPI”, que incluye aspectos como la definición, propósito, fórmula de cálculo, hasta la definición de los responsables encargados de evaluar la medición y los resultados de cada KPI adjunta en los anexos.

Los KPIs se clasifican en tres categorías:

- Medidores de Estado (E): Habilidades organizativas existentes, nivel de desarrollo inicial, diferencias culturales y técnicas.
- Medidores de Resultado (R): Resultados inmediatos visibles en la implementación, fallos, aceptación del proceso, eficacia operativa.

- Medidores de Impacto (I): Valor estratégico producido: disminución de tiempos, aumento de calidad, reducción de problemas, satisfacción de usuarios internos, previsibilidad operativa.

Tabla 75 Lista de indicadores de la propuesta.

Nombre del Indicador	Tipo de Indicador	Definición	Fuente de Datos	Meta / Umbral
Lead Time for Changes (LTFC)	Resultado (R)	Tiempo promedio desde que un cambio es confirmado hasta ser desplegado en producción.	Pipeline CI/CD, Git, Dashboard DORA	Verde: < 24 h • Amarillo: 24–48 h • Rojo: > 48 h
Change Failure Rate (CFR)	Resultado (R)	Porcentaje de despliegues que generan fallos o requieren correcciones posteriores.	Registros de incidentes, logs, CI/CD	Verde: < 10% • Amarillo: 10–20% • Rojo: > 20%
Nivel Institucional de Madurez DevOps	Impacto (I)	Valor (1–5) del modelo institucional de madurez considerando cultura, automatización y gobernanza.	Protocolo de madurez, entrevistas, auditoría de procesos	Verde: ≥ 3 • Amarillo: 2 • Rojo: 1
Porcentaje de Procesos Estandarizados del Ciclo de Despliegue	Estado (E)	Porcentaje de procesos DevOps documentados y aplicados según BPMN institucional.	Auditoría interna, manual BPMN	Verde: ≥ 80% • Amarillo: 60–79% • Rojo: < 60%
Índice de Colaboración DevOps	Estado (E)	Promedio Likert (1–5) sobre colaboración, comunicación y confianza entre Desarrollo y Operaciones.	Encuesta cultural, registros de pairing y code review	Verde: ≥ 4 • Amarillo: 3–3.9 • Rojo: < 3
Progreso del Modelo ADKAR	Impacto (I)	Nivel de avance en Awareness, Desire, Knowledge, Ability y Reinforcement (escala 1–5).	Encuestas ADKAR.	Verde: ≥ 4 • Amarillo: 3–3.9 • Rojo: < 3

Fuente: Elaboración Propia

6.6 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

El presente plan de implementación propone una estimación de tiempos de cada una de las actividades que se llevarán a cabo para la implementación progresiva de la propuesta planteada. Esto incluye una ruta metodológica articulada sobre dos componentes centrales; la estandarización del pipeline CI/CD y el Plan institucional de Madurez DevOps. Estos componentes se sustentan en los resultados empíricos de la investigación, los cuales reflejan una mejora en los tiempos de entrega, y una reducción de errores, así como también los diferentes factores organizacionales y culturales y su impacto en la institución objeto de estudio.

La implementación está diseñada para llevarse a cabo en un periodo de 16 a 18 meses,

dividiéndose en 8 fases, las cuales incluyen etapas de prueba, escalamiento y consolidación, permitiendo una implementación gradual que es el objetivo de manera que se ejecute forma ordenada y estratégica. Adicionalmente, el Plan de Progreso en DevOps integra elementos estratégicos que incluyen políticas, roles, métodos de evaluación y un manual institucional, garantizando que la transformación abarque no solo el aspecto técnico, sino también el cultural y el procedimental. Este enfoque integral se basa en pruebas académicas que indican que atravesar hacia DevOps exige intervenciones coordinadas en áreas de personas, procesos y tecnología.

Por último, considerando la variabilidad que acompaña la adopción de DevOps, provocada por la complejidad de la tecnología, los cambios en las responsabilidades, la dependencia de sistemas existentes y los retos de cooperación, el cronograma se elabora utilizando la metodología PERT. Esta metodología presenta tiempos optimistas, esperados y pesimistas para cada tarea.

Esta técnica utiliza tres valores de estimación para cada área:

- Tiempo Optimista (O): Tiempo optimista si todo se ejecuta sin contratiempos.
- Tiempo Más Probable (M): Tiempo Bajo condiciones normales.
- Tiempo Pesimista (P): Tiempo más extenso en caso de ocurrir contratiempos o retrasos.
- Tiempo Esperado (TE): Tiempo Esperado

$$TE = \frac{O + 4M + P}{6}$$

Tabla 76 Cronograma de Actividades Plan Implementación de Propuesta

Fase	Actividad Principal	Responsable	O	M	P	TE (Meses)	Varianza=(P-O/6) ^2	fecha inicio	fecha fin
1. Diagnóstico Inicial	Evaluación de madurez DevOps, procesos, cultura y métricas base	Consultor DevOps / TI	1	2	3	2	0.11	1/2/2026	1/3/2026
2. Diseño del Modelo DevOps	Diseño CI/CD, modelo de madurez, métricas y plan cultural	Líder DevOps / Arquitecto TI	2	3	4	3	0.11	1/3/2026	1/5/2026
3. Capacitación Técnica y Organizacional	Formación en CI/CD, automatización, roles y gobernanza	RRHH / Consultor DevOps	2	3	4	3	0.11	1/5/2026	1/7/2026
4. Implementación Piloto CI/CD	Pipeline piloto, pruebas automatizadas y despliegues controlados	DevOps Engineer / QA	3	4	6	4.2	0.25	1/7/2026	1/10/2026
5. Evaluación del Piloto y Ajustes	Medición de indicadores, análisis y correcciones	Comité DevOps	1	2	3	2	0.11	1/10/2026	1/11/2026
6. Escalamiento Organizacional	Expansión CI/CD y prácticas DevOps a más equipos	Gerencia TI / PMO	3	4	6	4.2	0.25	1/11/2026	1/2/2027
7. Transformación Cultural (ADKAR)	Talleres, pairing, code review, comunicación transversal	RRHH / Líder Cultural	3	4	6	4.2	0.25	1/2/2027	1/5/2027
8. Consolidación y Mejora Continua	Evaluación final, estandarización y sostenibilidad	Comité DevOps	1	2	3	2	0.11	1/5/2027	1/6/2027

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo del Tiempo Total y la Variabilidad

El **tiempo total estimado (Total)** se obtiene sumando los valores TE:

$$\text{Total}=2+3+3+4.2+2+4.2+4.2+2= \mathbf{20.4}$$

La **varianza total (V_Total)** es la suma de todas las varianzas individuales:

$$V_Total=0.11+0.11+0.11+0.25+0.11+0.25+0.25+0.11=1.05$$

La desviación estándar total (σ_Total) es la raíz cuadrada de la varianza total:

$$\sigma_{Total}=\sqrt{1.05} = 1.024 \text{ meses.}$$

Diagrama de Gant

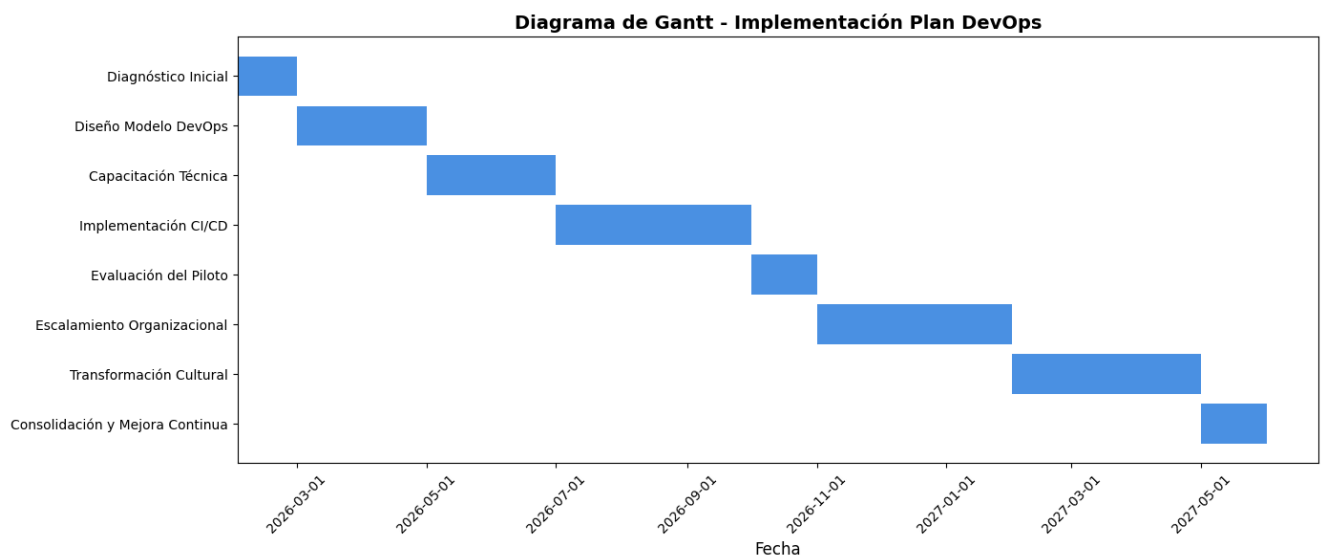


Ilustración 49 Diagrama de Gant

Fuente: Elaboración Propia

El cronograma propuesto garantiza una implementación gradual, ordenada y totalmente alineada con los resultados obtenidos, asegurando que la propuesta planteada sea llevada a cabo con éxito, y genere valor a la institución, ofreciendo una solución estructural y sostenible a los problemas identificados.

6.7 PRESUPUESTO E IMPACTO DEL PRESUPUESTO

El presupuesto incluye la implementación completa de los aspectos técnicos, organizativos y culturales del modelo DevOps, tomando en cuenta los precios del mercado para asesoría especializada, herramientas empresariales, formación certificada y gestión del cambio.

Aplicación de la fórmula PERT:

$$\text{Costo Esperado (CE)} = (\text{O} + 4\text{M} + \text{P}) / 6$$

Tabla 77 Presupuesto del proyecto en USD

Rubro	Optimista (O)	Más Probable (M)	Pesimista (P)	Costo Esperado – PERT (USD)	Varianza Varianza=(P-O/6)^2
Recursos Humanos Especializados (DevOps Engineer, QA Automation, Líder Técnico, consultoría senior)	85,000.00	110,000.00	145,000.00	111,667.00	100,000,000.00
Herramientas CI/CD y Licencias Enterprise (GitHub Enterprise, GitLab, Jenkins, SonarQube, Artifactory)	55,000.00	70,000.00	95,000.00	71,667.00	44,444,444.44
Infraestructura Cloud y Monitoreo (AWS/Azure/GCP, observabilidad, seguridad)	60,000.00	80,000.00	110,000.00	81,667.00	69,444,444.44
Capacitación Técnica Certificada DevOps (CI/CD, Cloud, SRE, automatización)	30,000.00	40,000.00	55,000.00	40,833.00	17,361,111.11
Programa de Cambio Cultural (ADKAR)	25,000.00	35,000.00	50,000.00	35,833.00	17,361,111.11
Documentación, Manuales y Gobernanza DevOps	15,000.00	20,000.00	30,000.00	20,833.00	6,250,000.00
Gestión del Proyecto y PMO Digital	20,000.00	30,000.00	45,000.00	30,833.00	17,361,111.11
Total:	290,000.00	385,000.00	530,000.00	393,000.00	272,222,222.21

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de la desviación estándar $\sigma_{\text{Total}} = \sqrt{272,222,222.21} = 16,499.16$ dólares.

Conclusión: El presupuesto es de \$ 393,000 con un riesgo de desviación de más menos 16,499.16 dólares con un 95 por ciento de confianza.

Análisis de Incertidumbre

- La variabilidad presupuestaria responde principalmente a:
- Tarifas de especialistas DevOps senior (USD 70–120/hora).
- Complejidad del entorno heredado (legacy).

- Nivel de adopción cultural y resistencia al cambio.
- Alcance de la automatización inicial.

Los beneficios estimados se basan en métricas comúnmente reportadas por organizaciones con madurez DevOps media–alta:

- Reducción del Lead Time entre 40 % y 65 %.
- Reducción del Change Failure Rate entre 25 % y 40 %.
- Incremento de la frecuencia de despliegue entre 2x y 4x.

Tabla 78 Beneficios Económicos Anuales Estimados (USD)

<i>Fuente de Beneficio</i>	<i>Optimista (O)</i>	<i>Más Probable (M)</i>	<i>Pesimista (P)</i>	<i>Costo Esperado – PERT (USD)</i>	<i>Varianza (USD²)</i>
<i>Reducción de retrabajo y horas improductivas</i>	168,000	210,000	262,500	211,750	248,062,500
<i>Menor impacto de incidentes productivos</i>	136,000	170,000	212,500	171,417	162,562,500
<i>Optimización del uso de recursos TI</i>	120,000	150,000	187,500	151,250	126,562,500
<i>Reducción de tiempos de salida a producción</i>	104,000	130,000	162,500	131,083	95,062,500
<i>Total</i>	528,000	660,000	825,000	665,500	632,250,000

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de la desviación estándar $\sigma_{Total} = \sqrt{632,250,000} = 25,144.58$ dólares.

Conclusión: Los beneficios económicos anuales serían de \$ 665,500 con un riesgo de desviación de más menos 25,144.58 dólares con un 95 por ciento de confianza.

Cálculo de ROI

ROI = ((Beneficios – Inversión) / Inversión) × 100

$$ROI = \left(\frac{665,500 - 393,333}{393,333} \right) \times 100$$

ROI Estimado: 69.2 % (primer año)

Regreso estimado: ~ 18 meses, alineado con el cronograma del proyecto.

Efecto del Presupuesto

Efecto Cuantitativo

- Reducción detectable de gastos operativos en tecnología de la información.
- Descenso notable en errores tras el lanzamiento.

- Aumento en la eficiencia del personal técnico.

Efecto Cualitativo

- Aumento en la estabilidad y fiabilidad del software.
- Progreso continuo en la cooperación entre equipos.
- Mejora del grado de desarrollo en DevOps a nivel organizacional.
- Adopción de mejores prácticas globales (DORA, CI/CD, SRE).

6.8 CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS DE LA TESIS CON LA PROPUESTA

La propuesta presentada es parte de la secuencia del estudio realizado y está alineada con los diferentes segmentos de la investigación. En este contexto, la concordancia entre las diferentes secciones y la propuesta de investigación es importante ya que demuestra la coherencia vertical y el alineamiento de los objetivos planteados con las recomendaciones y soluciones ofrecidas.

Esta sección presenta un detalle de la relación entre los capítulos de la investigación, vinculando el objetivo general, objetivos específicos, las teorías de sustento, las diferentes variables analizadas, así como las conclusiones y un detalle resumido de la propuesta y sus objetivos. En resumen, la tabla 75 es una síntesis integral de todo el trabajo realizado demostrando la coherencia, la alineación y la profundidad de los resultados obtenidos, haciendo que estos sean consistentes y aplicables a la mejora de los procesos implicados en el análisis.

Tabla 79 Matriz de concordancia de la propuesta

Capítulo I			Capítulo II	Capítulo III			Capítulo V	Capítulo VI		
Título de la investigación	Objetivo General	Objetivos Específicos	Teorías Metodológicas de Sustento	Variables	Poblaciones	Técnicas	Conclusiones	Nombre de la propuesta	Objetivo General de la propuesta	Objetivos Específicos
Análisis de impacto y factores críticos de la integración de prácticas DevOps en el proceso de despliegue de aplicativos y servicios: caso de estudio transversal en empresas de ti del sector financiero en honduras, durante 2025	Analizar el impacto de la integración de prácticas DevOps en la eficiencia operativa y en la calidad del software midiendo indicador es como el tiempo medio de entrega, tasa de fallos a través de un estudio de caso comparativo, para generar evidencia	Evaluar el impacto del enfoque DevOps en la reducción de la tasa de errores post-despliegue y en la optimización del tiempo de entrega, a través de la medición cuantitativa de los errores y tiempos registrados en los despliegues mediante el análisis de registros históricos, con el fin de determinar si DevOps mejora la eficiencia	1. Modelo de aceptación tecnológica (TAM) 2. Teoría de la gestión del cambio organizacional (ADKAR)	Dependientes: - Tasa de errores en despliegues. (Cuantitativa, Discreta) - Tiempo medio de entrega (Lead Time). (Cuantitativa continua) Independientes: - Tipo/enfoque de despliegue (0 = tradicional, 1= DevOps)	Registro histórico de Proyectos e incidentes del año 2025		Las metodologías DevOps producen avances operativos significativos al acortar los tiempos de entrega y estabilizar los errores post-implementación, ofreciendo ciclos más seguros, consistentes y con menor variabilidad en comparación con los métodos tradicionales.	Plan Integral de Implementación Progresiva de Prácticas DevOps para la Optimización del Ciclo de Despliegue de Aplicativos en la empresa objeto de estudio; Empresa de Tecnología del Sector Bancario Hondureño.	Diseñar e implementar, en un período de seis meses, un plan integral que incremente la adopción efectiva de DevOps en la institución mediante la automatización del ciclo de despliegue, la estandarización de procesos organizacionales y el fortalecimiento de la cultura colaborativa, con el fin de mejorar	Implementar, durante los primeros tres meses, un pipeline institucional de integración y entrega continua (CI/CD) que integre automatización de pruebas, despliegues controlados y monitoreo en tiempo real, logrando una reducción mínima del 20 % en la variabilidad del tiempo de

	empírica, cuyo análisis comparativo será completado y documentado al finalizar el período de 6 meses del estudio.	operativa en comparación con la metodología tradicional, durante los primeros 2 meses de la investigación .							la eficiencia operativa y reducir la variabilidad en los tiempos de entrega y errores post-despliegue.	entrega (LTFC) y estableciendo las métricas DORA como indicadores oficiales de desempeño .
		Categorizar las barreras técnicas y organizacionales que limitan la adopción de prácticas DevOps, creando un ranking basado en la frecuencia de mención y la severidad de impacto percibida (escala 1 a 5) por los profesionales entrevistados , a través de		Independiente: - Barreras técnicas y organizacionales. Dependiente: -Frecuencia de aparición, severidad de impacto.	Para la aplicación de la encuesta la población estaba compuesta por un total de 102 colaboradores pertenecientes a las áreas vinculadas con el proceso de desarrollo y despliegue de software; 90	Técnica de un muestreo probabilístico estratificado proporcional con un estrato de certeza.	Las dificultades organizacionales tienen un efecto más significativo que las dificultades técnicas en la adopción de DevOps. La cultura, los procedimientos internos y la estructura de la organización son los obstáculos más			Desarrollar y documentar, en un período de cuatro meses, un plan de madurez DevOps que estandarice roles, procesos de despliegue, gobernanza tecnológica y prácticas técnicas, con el propósito de alcanzar al menos el

		análisis temático, para enfocar las recomendaciones que reduzcan dichas barreras, a ser completadas en 1 mes post-recolección.			desarrolladores y 12 especialistas en operaciones y servidores.		importantes para una implementación exitosa.			Nivel 3 de madurez institucional y mejorar la trazabilidad y consistencia de los procesos operativos.
		Analizar la influencia relativa de los factores culturales versus los tecnológicos en la disposición a adoptar DevOps, (M) midiendo la fuerza de la magnitud entre la percepción de estos factores y la disposición al cambio, (A) a través de análisis estadístico, (R) para identificar si las barreras		Independiente: Percepción sobre factores culturales (colaboración); Percepción sobre factores tecnológicos (herramientas) Dependientes: -Disposición a adoptar DevOps.			Los aspectos culturales representan el factor más influyente en la apertura para adoptar DevOps. Disponer de una cultura que favorezca la colaboración, la transparencia y el aprendizaje es vital para realizar una transformación eficaz hacia DevOps.			Ejecutar, en un período máximo de cinco meses, un programa estructurado de cambio cultural basado en formación, prácticas colaborativas y mecanismos de comunicación transversal, logrando incrementar en al menos 1 punto

		son humanas o técnicas, (T) durante la fase de análisis.								(escala Likert 1-5) el índice de colaboración entre las áreas de desarrollo y operaciones.
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia

En conclusión, la matriz de concordancia muestra una alineación entre las secciones desarrolladas en la tesis y la propuesta final de investigación elaborada, lo que refuerza la coherencia vertical y la validez de los resultados obtenidos. La investigación respalda el análisis de impacto de los procesos DevOps en términos de indicadores claves y la determinación de los factores críticos de la adopción de prácticas como DevOps.

6.9 IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DEVOPS A NIVEL INTERNACIONAL

Introducción

La incorporación de prácticas DevOps a nivel global se ha establecido como un enfoque fundamental para aumentar la eficacia operativa, la excelencia del software y la capacidad de innovación dentro de las entidades, especialmente en ámbitos altamente regulados como el sector financiero. Este documento tiene como propósito delinear un marco que facilite la adopción de DevOps en un entorno internacional, apoyándose en normas internacionales, prácticas reconocidas y experiencias documentadas de organizaciones líderes.

La aplicación de DevOps a nivel global no solo se refiere al empleo de herramientas tecnológicas, sino que también conlleva un cambio en la cultura, la estructura organizativa y la gestión que permita a las empresas funcionar de manera ágil, segura y en consonancia con regulaciones internacionales.

Marcos y Estándares Internacionales Aplicables

La implementación de DevOps a nivel global frecuentemente se basa en marcos y estándares reconocidos, que ayudan a alinear sus metas con objetivos estratégicos y normativos:

1. Métricas DORA (Investigación y Evaluación de DevOps): Define cuatro indicadores clave para evaluar el rendimiento en DevOps: frecuencia de despliegue, tiempo de entrega de cambios (Lead Time), proporción de fallos en los cambios y tiempo promedio de recuperación (MTTR). Estas métricas son comúnmente adoptadas por empresas del mundo para medir la madurez en DevOps.

2. ITIL 4: Incorpora principios de agilidad, automatización y mejora constante, permitiendo que DevOps conviva con la gestión tradicional de servicios de TI.

3. COBIT 2019: Ofrece un marco de gobernanza que facilita la alineación de DevOps con el control, la gestión de riesgos y el cumplimiento normativo, resultando especialmente pertinente en el sector financiero.

4. ISO/IEC 27001 e ISO/IEC 22301: Normas internacionales relacionadas con la seguridad de la información y la continuidad de negocio, que son esenciales para implementar de manera segura pipelines CI/CD.

5. Ley de Resiliencia Operativa Digital (DORA – Unión Europea): Un marco regulatorio que fomenta la automatización, la resiliencia digital y la gestión de riesgos tecnológicos en las organizaciones financieras.

Marcos y Estándares Internacionales Aplicables

La adopción de DevOps a nivel internacional se puede dividir en etapas, facilitando una asimilación gradual y estructurada:

Etapa 1: Evaluación de la Madurez Organizacional

- a) Análisis del grado de madurez en DevOps (cultura, procedimientos, herramientas y capacidades).
- b) Revisión del cumplimiento de normativas según la región (Europa, América, Asia).
- c) Detección de discrepancias culturales, técnicas y organizativas.

Etapa 2: Transformación Cultural y Organizativa

A nivel global, un aspecto clave para el éxito es la cultura dentro de la organización. Las empresas líderes se enfocan en:

- a) Equipos interdisciplinarios (desarrollo, operaciones, seguridad y negocio).
- b) Fomento de la colaboración, el aprendizaje constante y la responsabilidad compartida.
- c) Adopción de prácticas DevSecOps, incorporando seguridad desde las primeras fases.

Etapa 3: Estandarización y Automatización Tecnológica

Las compañías internacionales instalan pipelines CI/CD uniformes que abarcan:

- a) Integración continua (CI)
- b) Pruebas automatizadas (unitarias, de integración, de seguridad)
- c) Despliegue continuo (CD)
- d) Infraestructura como Código (IaC)
- e) Herramientas utilizadas a nivel global:
- f) GitHub / GitLab / Bitbucket
- g) Jenkins, GitHub Actions, GitLab CI
- h) Docker y Kubernetes
- i) Terraform, Ansible

Las herramientas mencionadas son las que comúnmente se utilizan en implementaciones DevOps, estas pueden variar de acuerdo con presupuestos e infraestructuras tecnológicas.

Etapa 4: Gobernanza, Seguridad y Conformidad

En un contexto internacional, DevOps se lleva a cabo bajo esquemas de gobernanza que garantizan:

- a) Rastreo completo de modificaciones

- b) Auditoría automatizada de implementaciones
- c) Manejo de accesos y segregación de funciones
- d) Cumplimiento regulatorio continuo (Compliance as Code)

Este enfoque permite apearse a regulaciones como GDPR, PCI-DSS, SOX y normativas bancarias locales en las diferentes regiones del mundo.

Etapa 5: Evaluación y Mejora Continua

Las entidades internacionales aplican métricas para medir y mejorar su rendimiento en DevOps:

- Métricas DORA
- KPIs de calidad y seguridad
- Indicadores de satisfacción del cliente

La mejora continua se obtiene mediante revisiones periódicas, análisis de incidentes y ajustes regulares en los pipelines.

Consideraciones por Región

Europa

En Europa, la adopción de DevOps está fuertemente afectada por un marco regulatorio riguroso. Legislaciones como el Reglamento General de Protección de Datos y la Ley de Resiliencia Operativa Digital exigen a las empresas centrarse en la seguridad, la trazabilidad y la resiliencia de sus sistemas. Dentro de este contexto, DevOps se implementa en un marco de gobernanza sólido, incorporando prácticas de DevSecOps y automatización para cumplir con regulaciones.

Adicionalmente, las empresas en Europa poseen un alto grado de madurez digital, lo que se traduce en la prevalente utilización de soluciones en la nube híbrida y en procesos con un alto nivel de automatización. Esto facilita la normalización de los pipelines de CI/CD y la evaluación continua del rendimiento usando métricas de DORA.

América del Norte

En Norteamérica, DevOps se aplica principalmente como un impulsor de innovación, escalabilidad y competitividad. Las compañías dan prioridad a la rapidez en la entrega, a la experimentación controlada y a la mejora constante, apoyándose en arquitecturas nativas de la nube y en microservicios.

El enfoque de DevSecOps es ampliamente implementado, integrando controles de

seguridad automatizados desde las fases iniciales del desarrollo. También hay una cultura robusta de medición y optimización basada en datos, lo que permite ajustar de manera continua los procesos de DevOps para aumentar el valor comercial.

América Latina

En América Latina, la adopción de DevOps es notablemente gradual y progresiva. Muchas empresas se enfrentan a desafíos en cuanto a la disponibilidad de personal especializado, la infraestructura tecnológica y la falta de marcos regulatorios claros. Sin embargo, DevOps brinda una oportunidad estratégica para mejorar la competitividad y la eficiencia.

Las implementaciones exitosas en la región se enfocan en pilotos controlados, automatización gradual y la promoción de una cultura colaborativa. Al adoptar marcos internacionales, las organizaciones en América Latina pueden alinear sus procedimientos con estándares globales, incluso en situaciones de recursos limitados.

Asia

En Asia, DevOps se aplica en entornos altamente automatizados y diseñados para maximizar la eficiencia operativa a gran escala. Se están realizando importantes inversiones en tecnologías emergentes como inteligencia artificial, analítica avanzada y automatización inteligente, las cuales se fusionan con prácticas de DevOps para mejorar los procesos de desarrollo y despliegue.

Las empresas asiáticas suelen integrar DevOps con modelos de mejora continua y controles de calidad rigurosos, lo que propicia altos niveles de productividad, reducción de errores y una rápida adaptación a las demandas del mercado. Brechas en talento especializado.

Conclusión:

La implementación de DevOps a nivel internacional requiere una visión integral que combine cultura, tecnología, gobernanza y cumplimiento normativo. Adoptar marcos y estándares internacionales permite a las organizaciones del sector financiero, incluyendo las de Honduras, transitar hacia modelos operativos modernos, resilientes y competitivos, alineados con las mejores prácticas globales. Además, este anexo nos demuestra que DevOps no solo es aplicable en el sector financiero sino en diferentes sectores que posean culturas organizaciones robustas y bien definidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, S. K. (2024). How to choose a sampling technique and determine sample size for research: A simplified guide for researchers. *Oral Oncology Reports*, 12, 100662. <https://doi.org/10.1016/j.oor.2024.100662>
- Alberto, C., Beltrán, E., & Scrum, C. A. (2020). *SCRUM, Un enfoque práctico de metodología ágil para la ingeniería de software*. 8(2).
- Amaro, R., Pereira, R., & Mira Da Silva, M. (2024). DevOps Metrics and KPIs: A Multivocal Literature Review. *ACM Computing Surveys*, 56(9), 1-41. <https://doi.org/10.1145/3652508>
- AXELOS. (2019). *ITIL foundation: ITIL 4 edition* (First edition). TSO (The Stationery Office).
- Bernard, P., & Chittenden, J. (2012). *COBIT 5: A management guide* (1. ed). Van Haren Publishing.
- Bishara, A. J., & Hittner, J. B. (2012). Testing the significance of a correlation with nonnormal data: Comparison of Pearson, Spearman, transformation, and resampling approaches. *Psychological Methods*, 17(3), 399-417. <https://doi.org/10.1037/a0028087>
- Bjorck, F. (2004). Institutional theory: A new perspective for research into IS/IT security in organisations. *37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2004. Proceedings of the*, 5 pp. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2004.1265444>
- Bon, J. van (Ed.). (2011). *Foundations of ITIL V3* (1. ed., 6. impr). Van Haren Publ.
- Brand, K., & Boonen, H. (2010). *IT Governance based on CobiT 4.1: A management guide* (3. ed., 3. impr). Van Haren.
- Breiman, L. (2001a). Random Forests. *Machine Learning*, 45(1), 5-32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- Breiman, L. (2001b). Random Forests. *Machine Learning*, 45(1), 5-32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- Breiman, L., Friedman, J. H., Olshen, R. A., & Stone, C. J. (2017). *Classification And Regression Trees* (1.^a ed.). Routledge. <https://doi.org/10.1201/9781315139470>
- Carter, N., Bryant-Lukosius, D., DiCenso, A., Blythe, J., & Neville, A. J. (2014a). The Use of Triangulation in Qualitative Research. *Oncology Nursing Forum*, 41(5), 545-547. <https://doi.org/10.1188/14.ONF.545-547>
- Cartlidge, A., Hanna, A., Rudd, C., Macfarlane, I., Windebank, J., & Rance, S. (s. f.). *An*

- Introductory Overview of ITIL® V3.*
- CEPAL. (2022). *AGENDA DIGITAL PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (eLAC2024)*.
<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/18590f39-d1e7-4370-b9d2-5769b1561422/content>
- COBIT® 2019 Implementation guide: Implementing and optimizing an information and technology governance solution.* (2018). ISACA.
- COBIT 2019 Framework Governance and Management Objectives.* (2019).
- Cochran, W. G. (1977). *Sampling techniques* (3d ed). J. Wiley & sons.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018a). *Designing and conducting mixed methods research* (Third Edition). SAGE.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches* (Fourth edition). SAGE.
- Dash, Ch. S. K., Behera, A. K., Dehuri, S., & Ghosh, A. (2023). An outliers detection and elimination framework in classification task of data mining. *Decision Analytics Journal*, 6, 100164. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100164>
- De Haes, S., Van Grembergen, W., Joshi, A., & Huygh, T. (2020). COBIT as a Framework for Enterprise Governance of IT. En S. De Haes, W. Van Grembergen, A. Joshi, & T. Huygh, *Enterprise Governance of Information Technology* (pp. 125-162). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-25918-1_5
- Digital Operational Resilience Act (DORA)—EIOPA.* (s. f.). Recuperado 19 de agosto de 2025, de https://www.eiopa.europa.eu/digital-operational-resilience-act-dora_en
- EGOVKB | United Nations.* (s. f.). Recuperado 21 de agosto de 2025, de <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data/Country-Information/id/74-Honduras>
- Erich, F. M. A., Amrit, C., & Daneva, M. (2017a). A qualitative study of DevOps usage in practice. *Journal of Software: Evolution and Process*, 29(6), e1885.
<https://doi.org/10.1002/smr.1885>
- EUROSTAT. (2023, diciembre 8). *45% EU enterprises bought cloud services in 2023*.
<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20231208-1>
- Fajardo, J. L. Y., Gómez, N. P., & Mejía, J. R. S. (2020). Cultura Organizacional. *Controversias y Concurrencias Latinoamericanas*, 11(20), 263-289.

- Finnovista, Bank, I. A. D., & Invest, I. D. B. (2024). Fintech en América Latina y el Caribe: Un ecosistema consolidado con potencial para aportar a la inclusión financiera regional. *IDB Publications*. <https://doi.org/10.18235/0013032>
- Forsgren, N., Humble, J., & Kim, G. (2018a). *Accelerate: The science behind DevOps: building and scaling high performing technology organizations*. IT Revolution.
- Forsgren, N., Tremblay, M. C., VanderMeer, D., & Humble, J. (2017). DORA Platform: DevOps Assessment and Benchmarking. En A. Maedche, J. Vom Brocke, & A. Hevner (Eds.), *Designing the Digital Transformation* (Vol. 10243, pp. 436-440). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-59144-5_27
- Friedman, J. H. (2001). Greedy function approximation: A gradient boosting machine. *The Annals of Statistics*, 29(5). <https://doi.org/10.1214/aos/1013203451>
- Galicia Orozco, J. A., & Rios Estrada, R. S. (2023). Barreras organizacionales para la implementación de la logística 4.0 en una empresa mexicana. *Entretextos*, 15(39), 1-22. <https://doi.org/10.59057/iberoleon.20075316.202339679>
- Gervalla, M., Preniqi, N., & Kopacek, P. (2018). IT Infrastructure Library (ITIL) framework approach to IT Governance. *IFAC-PapersOnLine*, 51(30), 181-185. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.11.283>
- Hernandez Mendoza, S., & Duana Avila, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 9(17), 51-53. <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (First edition). McGraw-Hill Education.
- Hiatt, J. (2006). *ADKAR: A model for change in business, government, and our community* (1st ed). Prosci Learning Center Publications.
- Hosmer, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2013). *Applied Logistic Regression* (1.^a ed.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118548387>
- Inam-ur-Rahman, A., Siraj, Q. H., Waqar, A., Rathore, S., Munir, T., & Ahmed, S. A. (1990). Patterns in 51chromium red cell survival and sequestration studies. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, 40(12), 283-288.
- Information Systems Audit and Control Association (Ed.). (2012). *COBIT 5: A business framework for the governance and management of enterprise IT: an ISACA® framework*.

ISACA.

- International Finance Corporation. (2021). *Digital Entrepreneurship and Innovation in Central America*. World Bank, Washington, DC. <https://doi.org/10.1596/37843>
- Joshi, N. Y. (2021). *ENHANCING DEPLOYMENT EFFICIENCY: A CASE STUDY ON CLOUD MIGRATION AND DEVOPS INTEGRATION FOR LEGACY SYSTEMS*. 18(1).
- Khan, M. S., Khan, A. W., Khan, F., Khan, M. A., & Whangbo, T. K. (2022). Critical Challenges to Adopt DevOps Culture in Software Organizations: A Systematic Review. *IEEE Access*, 10, 14339-14349. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3145970>
- Krey, M. (2022). *DevOps Adoption: Challenges & Barriers*. Hawaii International Conference on System Sciences. <https://doi.org/10.24251/HICSS.2022.877>
- Lwakatare, L. E., Kilamo, T., Karvonen, T., Sauvola, T., Heikkilä, V., Itkonen, J., Kuvaja, P., Mikkonen, T., Oivo, M., & Lassenius, C. (2019). DevOps in practice: A multiple case study of five companies. *Information and Software Technology*, 114, 217-230. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2019.06.010>
- Ma, Q., & Liu, L. (2005). The Technology Acceptance Model: A Meta-Analysis of Empirical Findings. En M. A. Mahmood (Ed.), *Advances in End User Computing* (pp. 112-128). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-59140-474-3.ch006>
- Marrone, M., Gacenga, F., Cater-Steel, A., & Kolbe, L. (2014). IT Service Management: A Cross-national Study of ITIL Adoption. *Communications of the Association for Information Systems*, 34. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.03449>
- Morales Salas, R. E. (2024). Matriz de Congruencia Metodológica como herramienta para gestionar el proceso investigativo. *Transdigital*, 5(9), e337. <https://doi.org/10.56162/transdigital337>
- Mullan, L. (2019, enero 24). *How Nationwide fostered digital disruption using Agile, Lean, and DevOps*. <https://fintechmagazine.com/company-reports/how-nationwide-fostered-digital-disruption-using-agile-lean-and-devops>
- Muñoz, D. A., Ordóñez, H. A., & Buchelli, V. (2021). Lineamientos para la implementación del modelo CALMS de DevOps en mipymes desarrolladoras de software en el contexto surcolombiano. *Revista Guillermo de Ockham*, 18(1), 81-91. <https://doi.org/10.21500/22563202.4270>
- Nayanajith, A., & Wickramarachchi, R. (2024). Challenges Affecting the Successful Adoption of

- DevOps Practices: A Systematic Literature Review. *2024 4th International Conference on Advanced Research in Computing (ICARC)*, 311-315.
<https://doi.org/10.1109/ICARC61713.2024.10499735>
- Offerman, T., Blinde, R., Stettina, C. J., & Visser, J. (2022). A Study of Adoption and Effects of DevOps Practices. *2022 IEEE 28th International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC) & 31st International Association For Management of Technology (IAMOT) Joint Conference*, 1-9.
<https://doi.org/10.1109/ICE/ITMC-IAMOT55089.2022.10033313>
- Organisation for Economic Co-operation and Development & Inter-American Development Bank. (2025). *2023 OCDE/BID Índice de Gobierno Digital de América Latina y el Caribe: Resultados y hallazgos principales* (64.^a ed., OECD Public Governance Policy Papers) [OECD Public Governance Policy Papers]. <https://doi.org/10.1787/7dc415b7-es>
- Perlman, L., Gurung, N., & Trujillo, V. (2021a). Regulatory Technology (“Regtech”) Readiness in Honduras. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3887874>
- Rasch, D., Teuscher, F., & Guiard, V. (2007). How robust are tests for two independent samples? *Journal of Statistical Planning and Inference*, 137(8), 2706-2720.
<https://doi.org/10.1016/j.jspi.2006.04.011>
- Roció, L. B. N., Andrea, L. B. S., & Natalia, O. R. D. (s. f.). *GESTIÓN DEL CAMBIO ORGANIZACIONAL MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL MODELO ADKAR PARA LA ADAPTACIÓN AL TRABAJO REMOTO COMO CONTINGENCIA POR LA PANDEMIA PRODUCTO DEL VIRUS COVID-19*.
- Sallin, M., Kropp, M., Anslow, C., Quilty, J. W., & Meier, A. (2021). Measuring Software Delivery Performance Using the Four Key Metrics of DevOps. En P. Gregory, C. Lassenius, X. Wang, & P. Kruchten (Eds.), *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming* (Vol. 419, pp. 103-119). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-78098-2_7
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2023). *Research methods for business students* (Ninth edition). Pearson.
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763-1768.
<https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>

- Schwaber, K. (2004). *Agile project management with Scrum*. Microsoft Press.
- Timkyw, N., Bournissen, J. M., & Tumino, M. C. (2020). Scrum como Herramienta Metodológica para el Aprendizaje de la Programación. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 26, e9. <https://doi.org/10.24215/18509959.26.e9>
- United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. (2023). *Asia-Pacific Trade and Investment Report 2023/24: Unleashing Digital Trade and Investment for Sustainable Development*. United Nations. <https://doi.org/10.18356/9789213586716>
- Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú, & Arias Gonzáles, J. L. (2012). Guía para elaborar la operacionalización de variables. *Revista Espacio I+D Innovación más Desarrollo*, X(28), 42-56. <https://doi.org/10.31644/IMASD.28.2021.a02>
- Universidad Nacional Agraria de la Selva, Pando, B., Silva, A., Universidad Nacional Agraria de la Selva, Dávila, A., & Pontificia Universidad Católica de Perú. (2024). Estudio Terciario sobre Adopción de DevOps. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 53, 23-36. <https://doi.org/10.17013/risti.53.23-36>
- Valadez García, A., López Leyva, J. A., Jiménez Cerra, E., Ramírez Urquidy, M. A., Duniesky, F. M., Moreno Ortega, M., Quiroz Félix, J., Flores Sánchez, C. A., Lobo Rodríguez, M. O., Portal Boza, M., López Pérez, N., Jaramillo Cardona, M. C., Plascencia López, I., Plascencia López, O., & Sodi Díaz, A. N. (2023). *Modelos estadísticos para la investigación científica. Aplicaciones en las áreas económico-administrativas* (D. Feitó Madrigal, M. Portal Boza, & I. Plascencia López, Eds.; 1.^a ed.). Ediciones Comunicación Científica. <https://doi.org/10.52501/cc.131>
- Van Den Berghe, A., Yskout, K., & Joosen, W. (2018). Security patterns 2.0: Towards security patterns based on security building blocks. *Proceedings of the 1st International Workshop on Security Awareness from Design to Deployment*, 45-48. <https://doi.org/10.1145/3194707.3194715>
- Wang, Y., Mäntylä, M., Liu, Z., & Markkula, J. (2022). *Test Automation Maturity Improves Product Quality—Quantitative Study of Open Source Projects Using Continuous Integration* (No. arXiv:2202.04068). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2202.04068>
- Wonohardjo, E. P., Sunaryo, R. F., & Sudiyono, Y. (2019). A Systematic Review of SCRUM in Software Development. *JOIV : International Journal on Informatics Visualization*, 3(2),

108-112. <https://doi.org/10.30630/joiv.3.2.167>

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (Sixth edition). SAGE.

Zhao, L., Gao, Y., Ye, J., Chen, F., Ye, Y., Lu, C.-T., & Ramakrishnan, N. (2022). Spatio-Temporal Event Forecasting Using Incremental Multi-Source Feature Learning. *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data*, 16(2), 1-28.
<https://doi.org/10.1145/3464976>

ANEXOS

Anexo 1 Formato de Entrevista

Guía de Entrevista Semiestructurada

Propósito: Comprender barreras técnicas y organizacionales en el despliegue y la adopción de DevOps.

Inicio (3 min)

1. Presentación breve del investigador y objetivo del estudio.
2. Explicación de confidencialidad y solicitud de consentimiento.
3. Preguntar si permite grabación para análisis académico.

Bloque A. Experiencia y contexto (5 min)

1. ¿Cuál es tu puesto y desde cuándo participas en despliegues?
2. ¿Qué experiencia ha tenido en proyectos donde se aplicaron prácticas DevOps?
3. ¿Cuáles considera que han sido las principales diferencias frente a los métodos tradicionales?

Bloque B. Barreras por categorías (15-18 min)

1. ¿Qué limitaciones tecnológicas han enfrentado en la implementación de nuevas tecnologías (ej. infraestructura, madurez de procesos, conocimientos técnicos)?
2. ¿Qué tan frecuente son estas limitaciones? De un 1 al 5.
3. ¿Cómo evalúas la colaboración entre Desarrollo y Operaciones? De un 1 al 5.
4. ¿Qué otros obstáculos organizacionales han observado (roles, comunicación, resistencia al cambio, falta de gestión)?
5. En una escala del 1 al 5 ¿Cómo impactan estas barreras en el éxito o fracaso de los despliegues?

Disposición y recomendaciones (2-3 min)

1. ¿Percibe disposición en su equipo y organización para adoptar DevOps?
2. ¿Qué cambios recomendaría implementar para reducir las barreras técnicas y organizacionales?
3. Si pudiera priorizar una acción clave para facilitar la adopción de DevOps, ¿cuál sería?

Anexo 2 Formato de Encuesta

28/9/25, 9:55

Instrumento de recolección de datos: Impacto de DevOps en procesos de despliegue de software

Instrumento de recolección de datos: Impacto de DevOps en procesos de despliegue de software

* Indica que la pregunta es obligatoria



https://docs.google.com/forms/d/1SNfniZ5MPHIDGxUeGt7ELwKtM_EVweEiN2hQxFysobl/edit

1/12

Estimado/a participante:

Somos estudiantes de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), actualmente desarrollando nuestra investigación titulada: *“Análisis de impacto y factores críticos de la integración de prácticas DevOps en el proceso de despliegue de aplicativos y servicios: caso de estudio transversal en empresas de TI del sector financiero en Honduras”*.

El propósito de esta encuesta es recopilar información sobre percepciones, experiencias y prácticas relacionadas con el uso de metodologías tradicionales y DevOps en el sector financiero hondureño. Sus respuestas serán utilizadas únicamente con fines académicos, garantizando en todo momento la **confidencialidad y anonimato** de la información proporcionada.

Su participación es de gran valor para enriquecer este estudio, ya que permitirá identificar las principales barreras, beneficios y oportunidades de la adopción de DevOps en el contexto nacional.

Agradecemos sinceramente el tiempo que dedicará a responder este instrumento.

Datos generales

1. ¿Cuál es tu área de trabajo? *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Desarrollo
- Operaciones

2. ¿Cuántos años tienes en experiencia relacionados a despliegues de software? *

Marca solo un óvalo.

- Menor a 2 años
- De 2 a 4 años
- De 4 a 8 años
- Mayor a 8 años

3. Experiencia relacionada con DevOps *

Marca solo un óvalo.

- Nula
- Básica
- Media
- Alta

Instrucciones

Estimado(a) participante:

El propósito de esta encuesta es conocer su percepción respecto a los enunciados que se le presentarán a continuación. Para cada afirmación, le solicitamos que indique su nivel de acuerdo o desacuerdo utilizando la siguiente escala:

- **1 = Totalmente en desacuerdo**

- **2 = En desacuerdo**

- **3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo (Neutral)**

- **4 = De acuerdo**

- **5 = Totalmente de acuerdo**

No existen respuestas correctas o incorrectas; lo importante es que seleccione la opción que refleje mejor su opinión personal. Le pedimos contestar con sinceridad y de manera completa todas las preguntas. Sus respuestas serán tratadas de forma confidencial y utilizadas únicamente con fines de investigación.

Ejemplo:

Afirmación: *"Considero que la colaboración entre equipos mejora los resultados de los proyectos."*

Si usted está de acuerdo con la afirmación, marcaría la opción **4 = De acuerdo**.

A. Factores culturales (colaboración)

4. A1. En mi área existe confianza mutua entre equipos de desarrollo y operaciones. *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

5. A2. El trabajo en equipo se valora y se fomenta en el proceso de despliegue. *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

6. A3. Existen mecanismos claros de comunicación entre desarrollo y operaciones. *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

7. A4. Los incentivos organizacionales están alineados para favorecer la colaboración. *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo (Neutral)
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

8. A5. En mi equipo no prevalece una cultura de la culpa ante errores, sino de aprendizaje. *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

B. Factores tecnológicos (herramientas)

9. B1. Utilizamos herramientas de automatización para despliegues. *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

10. B2. Contamos con procesos efectivos de integración continua (CI/CD). *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

11. B3. Disponemos de monitoreo continuo de aplicaciones en producción. *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

12. B4. Se aplican prácticas de infraestructura como código (IaC) en mi área. *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

13. B5. Las herramientas actuales permiten una observabilidad adecuada del sistema. *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

C. Barreras técnicas y organizacionales (percepción de impacto)

14. C1. La falta de conocimiento técnico limita la adopción de DevOps en mi área. *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

15. C2. Las limitaciones de infraestructura tecnológica dificultan los despliegues. *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

16. C3. La resistencia al cambio en la personal afecta la implementación de DevOps. *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

17. C4. La falta de comunicación entre áreas limita la colaboración. *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

18. C5. La falta de claridad en roles y procesos dificulta la adopción de nuevas prácticas. *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

D. Disposición a adoptar DevOps

19. D1. Estoy abierto(a) a adoptar nuevas prácticas de despliegue DevOps en mi trabajo. *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

20. D2. Mi equipo tiene intención de usar herramientas y procesos DevOps. *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

21. D3. La organización está dispuesta a realizar cambios culturales para implementar DevOps *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Google no creó ni aprobó este contenido.

19. D1. Estoy abierto(a) a adoptar nuevas prácticas de despliegue DevOps en mi trabajo. *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

20. D2. Mi equipo tiene intención de usar herramientas y procesos DevOps. *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

21. D3. La organización está dispuesta a realizar cambios culturales para implementar DevOps *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Google no creó ni aprobó este contenido.

Anexo 5 Ficha de recolección de datos de despliegues.

Ficha de Recolección de Datos Documentales (KPIs de Despliegue)

Información del Proyecto

- **Código/Nombre del Proyecto:** _____
 - **Fecha de despliegue:** ___ / ___ / ___
 - **Metodología aplicada:** (Tradicional DevOps)
-

Indicadores Operativos

1. Tiempo de entrega de cambios (LTFC)

- Fecha y hora del **commit**: ___ / ___ / ___ :
- Fecha y hora del **despliegue en producción**: ___ / ___ / ___ :
- **Tiempo transcurrido (horas/días):** _____

2. Errores post-despliegue

- N° de **incidentes reportados** dentro de las primeras 24h: _____

3. Prácticas DevOps aplicadas (0 = no, 1 = sí)

- Integración continua (CI)
- Despliegue continuo (CD)
- Automatización de pruebas
- Infraestructura como código (IaC)
- Monitoreo continuo
- Logging centralizado

Consolidación de Datos

- **Total de despliegues analizados:** _____
- **Promedio de LTFC (h/días):** _____
- **Promedio de incidentes post-despliegue:** _____
- **Frecuencia de prácticas DevOps implementadas:** _____

Anexo 6 Fichas Metodológicas de Indicadores (KPI)



PLANTILLA DE FICHA METODOLÓGICA DE INDICADOR (KPI)

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

<i>Componente</i>	<i>Descripción</i>
<i>Nombre del Indicador</i>	Lead Time for Changes
<i>Código (Opcional)</i>	DEVOPS-R-001
<i>Tipo de Indicador (E-R-I)</i>	Resultado (R)
<i>Definición</i>	Mide directamente la eficiencia obtenida en el ciclo de entrega de software como resultado de la implementación de prácticas DevOps y automatización CI/CD.
<i>Propósito / Importancia Estratégica</i>	Este indicador permite evaluar la eficiencia operativa del proceso de despliegue y la capacidad de la organización para entregar valor de forma rápida y predecible. A poya la toma de decisiones relacionadas con automatización, optimización de procesos.
<i>Fórmula de Cálculo</i>	$LTFC = \frac{\sum \text{Horas desde commit hasta producción}}{\text{Número total de cambios desplegados}}$
<i>Componentes de la Fórmula</i>	1. Horas desde commit hasta producción: tiempo total transcurrido desde la confirmación del código hasta su despliegue exitoso. 2. Número total de cambios desplegados: cantidad de cambios implementados en producción durante el período evaluado.
<i>Fuentes de Datos</i>	Pipeline CI/CD, repositorios Git, tablero de métricas DORA.
<i>Unidad de Medida</i>	Horas
<i>Frecuencia de Medición</i>	Mensual
<i>Responsable de la Medición</i>	Ingeniero DevOps
<i>Responsable del Resultado</i>	Gerencia de TI
<i>Meta / Umbral</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Verde: < 24 horas • Amarillo: 24-48 horas • Rojo: > 48 horas
<i>Formato de Presentación</i>	Gráfico de línea de tendencia mensual en tablero técnico.
<i>Notas / Consideraciones</i>	Se excluyen despliegues de emergencia o revisiones críticas.
<i>Fecha de Creación / Revisión</i>	17/12/20025

PLANTILLA DE FICHA METODOLÓGICA DE INDICADOR (KPI)

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

<i>Componente</i>	<i>Descripción</i>
<i>Nombre del Indicador</i>	Change Failure Rate (CFR)
<i>Código (Opcional)</i>	DEVOPS-R-002
<i>Tipo de Indicador (E-R-I)</i>	Resultado (R)
<i>Definición</i>	Porcentaje de despliegues que generan fallos o requieren correcciones posteriores.
<i>Propósito / Importancia Estratégica</i>	Este indicador permite evaluar la confiabilidad del proceso de entrega continua, identificar debilidades en pruebas, automatización o control de cambios, y reducir riesgos operativos asociados a errores postdespliegue.
<i>Fórmula de Cálculo</i>	Porcentaje= (Número de despliegues Fallidos/Número total de despliegues) ×100
<i>Componentes de la Fórmula</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Despliegues fallidos: liberaciones que generan incidentes atribuibles al despliegue. 2. Número total de despliegues: total de liberaciones realizadas en el período.
<i>Fuentes de Datos</i>	Registros de incidentes, logs del sistema, pipeline CI/CD.
<i>Unidad de Medida</i>	Porcentaje (%)
<i>Frecuencia de Medición</i>	Mensual
<i>Responsable de la Medición</i>	Equipo QA / DevOps
<i>Responsable del Resultado</i>	Gerencia de TI
<i>Meta / Umbral</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Verde: < 10 % • Amarillo: 10-20 % • Rojo: > 20 %
<i>Formato de Presentación</i>	Gráfico de barras comparativo mensual.
<i>Notas / Consideraciones</i>	Incluye únicamente fallos directamente relacionados con el proceso de implementación.
<i>Fecha de Creación / Revisión</i>	17/12/20025

PLANTILLA DE FICHA METODOLÓGICA DE INDICADOR (KPI)

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

<i>Componente</i>	<i>Descripción</i>
Nombre del Indicador	Nivel Institucional de Madurez DevOps
Código (Opcional)	DEVOPS-I-003
Tipo de Indicador (E-R-I)	Impacto (I)
Definición	Valor obtenido en una escala de 1 a 5 que representa el nivel de madurez DevOps institucional, considerando cultura, automatización, gobernanza y prácticas técnicas.
Propósito / Importancia Estratégica	Permite evaluar el grado de institucionalización de DevOps y orientar decisiones estratégicas sobre inversión, priorización de iniciativas y evolución organizacional.
Fórmula de Cálculo	Nivel Madurez= \sum Puntaje por medición/ total de dimensiones evaluadas
Componentes de la Fórmula	Dimensiones evaluadas: cultura colaborativa, automatización, gobernanza, métricas e indicadores, capacidades técnicas.
Fuentes de Datos	Protocolo de madurez DevOps, entrevistas, auditoría de procesos.
Unidad de Medida	Nivel (1-5)
Frecuencia de Medición	Trimestral
Responsable de la Medición	Oficial de Transformación Digital
Responsable del Resultado	Alta Dirección / Gerencia de TI
Meta / Umbral	<ul style="list-style-type: none"> • Verde: ≥ 3 • Amarillo: 2 • Rojo: 1
Formato de Presentación	Gráfico radar de madurez.
Notas / Consideraciones	Debe aplicarse con facilitadores capacitados para evitar sesgos.
Fecha de Creación / Revisión	17/12/20025

<i>Componente</i>	<i>Descripción</i>
Nombre del Indicador	Porcentaje de Procesos Estandarizados del Ciclo de Despliegue
Código (Opcional)	DEVOPS-E-004
Tipo de Indicador (E-R-I)	Estado (E).
Definición	Porcentaje de procesos DevOps documentados, aprobados y aplicados conforme al modelo BPMN institucional.
Propósito / Importancia Estratégica	Permite identificar el nivel de estandarización operativa y reducir la variabilidad y dependencia de prácticas informales.
Fórmula de Cálculo	Porcentaje= (Procesos totales definidos/Procesos estandarizados) ×100
Componentes de la Fórmula	<ol style="list-style-type: none"> 1. Procesos estandarizados: procesos documentados y vigentes. 2. Procesos totales: procesos críticos del ciclo DevOps.
Fuentes de Datos	Auditoría interna, manual BPMN.
Unidad de Medida	Porcentaje (%)
Frecuencia de Medición	Bimensual
Responsable de la Medición	PMO / Unidad de Calidad
Responsable del Resultado	Gerencia de TI
Meta / Umbral	<ul style="list-style-type: none"> • Verde: ≥ 80 % • Amarillo: 60–79 % • Rojo: < 60
Formato de Presentación	Tabla de cumplimiento y semáforo de procesos.
Notas / Consideraciones	Debe revisarse ante cambios en procesos o herramientas.
Fecha de Creación / Revisión	16/12/20025

PLANTILLA DE FICHA METODOLÓGICA DE INDICADOR (KPI)

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

<i>Componente</i>	<i>Descripción</i>
<i>Nombre del Indicador</i>	Índice de Colaboración DevOps
<i>Código (Opcional)</i>	DEVOPS-E-005
<i>Tipo de Indicador (E-R-I)</i>	Estado (E).
<i>Definición</i>	Promedio de las respuestas obtenidas en una escala Likert (1-5) que evalúa la colaboración, comunicación y confianza entre los equipos de Desarrollo y Operaciones.
<i>Propósito / Importancia Estratégica</i>	Permite monitorear el principal factor de éxito identificado en la investigación: la cultura colaborativa como impulsor de la adopción de DevOps.
<i>Fórmula de Cálculo</i>	$\text{Índice} = \frac{\text{Número de ítems}}{\sum \text{Puntajes de la encuesta}}$
<i>Componentes de la Fórmula</i>	Ítems relacionados con comunicación, apoyo mutuo, trabajo conjunto y confianza, puntajes finales de la encuesta.
<i>Fuentes de Datos</i>	Encuesta cultural, registros de emparejamiento y revisión de código.
<i>Unidad de Medida</i>	Escala Likert (1-5)
<i>Frecuencia de Medición</i>	Trimestral
<i>Responsable de la Medición</i>	Unidad de Talento Humano
<i>Responsable del Resultado</i>	Gerencia de TI
<i>Meta / Umbral</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Verde: ≥ 4 • Amarillo: 3-3.9 • Rojo: < 3
<i>Formato de Presentación</i>	Dashboard con Gráfico de barras y tendencia trimestral.
<i>Notas / Consideraciones</i>	Encuesta anónima para reducir sesgo de respuesta.
<i>Fecha de Creación / Revisión</i>	16/12/2025

PLANTILLA DE FICHA METODOLÓGICA DE INDICADOR (KPI)

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

<i>Componente</i>	<i>Descripción</i>
<i>Nombre del Indicador</i>	Progreso del Modelo ADKAR
<i>Código (Opcional)</i>	DEVOPS-I-006
<i>Tipo de Indicador (E-R-I)</i>	Estado (I).
<i>Definición</i>	Nivel de avance promedio en las cinco dimensiones del modelo ADKAR: Conciencia, Deseo, Conocimiento, Capacidad, Refuerzo.
<i>Propósito / Importancia Estratégica</i>	Permite evaluar la efectividad del cambio organizacional y la sostenibilidad de la adopción DevOps en el tiempo.
<i>Fórmula de Cálculo</i>	Progreso ADKAR = \sum Puntajes ADKAR / 5
<i>Componentes de la Fórmula</i>	Conciencia, Deseo, Conocimiento, Capacidad, Refuerzo (Componentes de la metodología ADKAR)
<i>Fuentes de Datos</i>	Encuestas ADKAR institucionales.
<i>Unidad de Medida</i>	Escala Likert (1-5)
<i>Frecuencia de Medición</i>	Trimestral
<i>Responsable de la Medición</i>	Gestión del Cambio Organizacional
<i>Responsable del Resultado</i>	Alta Dirección
<i>Meta / Umbral</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Verde: ≥ 4 • Amarillo: 3-3.9 • Rojo: < 3
<i>Formato de Presentación</i>	Dashboard ADKAR y reporte ejecutivo.
<i>Notas / Consideraciones</i>	Debe complementarse con entrevistas cualitativas.
<i>Fecha de Creación / Revisión</i>	16/12/2025

Anexo 7 Plantilla Pipeline Institucional.

```
1 # azure-pipelines.yml (por microservicio)
2 trigger:
3   branches:
4     include:
5     - main
6 pr:
7   branches:
8     include:
9     - main
10
11 resources:
12   repositories:
13     - repository: templates
14       type: git
15       name: DevOps/pipeline-templates # Repo central (ADO) o GitLab mirror
16       ref: refs/heads/main
17
18 extends:
19   template: pipelines/pipeline-microservice.yml@templates #Pipeline orquestador
20   parameters:
21     serviceName: "ms-pagos"
22     projectPath: "."
23     appName: "ms-pagos" #contenedor
24     ecrRepo: "banco/ms-pagos"
25     javaVersion: "17"
26     hasCertificates: false
27     enableQualityGate: true
28     enableTrivyScan: true
29     failOnTrivy: false
30     environments:
31       dev:
32         name: "DEV"
33         awsAccount: "111111111111"
34         namespace: "dev"
35       qa:
36         name: "QA"
37         awsAccount: "222222222222"
38         namespace: "qa"
39       prod:
40         name: "PROD"
41         awsAccount: "333333333333"
42         namespace: "prod"
43
```

```

1 # pipelines/pipeline-microservice.yml
2 parameters:
3   # Identidad del servicio
4   - name: serviceName
5     type: string
6   - name: projectPath
7     type: string
8     default: "."
9   - name: appName
10    type: string
11
12  # Build
13  - name: javaVersion
14    type: string
15    default: "17"
16  - name: buildTool
17    type: string
18    default: "maven" # maven | gradle (si luego quieres)
19  - name: hasCertificates
20    type: boolean
21    default: false
22
23  # Registry (genérico)
24  - name: registryProvider
25    type: string
26    default: "ecr" # ecr | acr | harbor | other
27  - name: registryVarGroup
28    type: string
29    default: "" # ej: "hnd-bco-consban-registry-general-ecr-vars"
30  - name: imageRepository
31    type: string # ej: "banco/ms-pagos"
32  - name: registryUri
33    type: string
34    default: "" # si NO quieres armar ECR_URI con vars, lo pasas aquí
35
36  # Calidad y seguridad
37  - name: enableQualityGate
38    type: boolean
39    default: true
40  - name: enableTrivyScan
41    type: boolean

```

```

42     default: true
43   - name: failOnTrivy
44     type: boolean
45     default: false
46
47   # Ambientes: lista genérica (dev/qa/prod o los que quieran)
48   - name: environments
49     type: object
50     default: []
51     # ejemplo de elemento:
52     # - name: dev
53     #   displayName: DEV
54     #   adoEnvironment: DEV
55     #   config: { namespace: dev, cluster: eks-dev }
56     #   requireApproval: false
57
58   variables:
59     # Variable group opcional (si se define)
60     - ${{ if ne(parameters.registryVarGroup, '') }}:
61       - group: ${{ parameters.registryVarGroup }}
62
63     # Cache Maven (si aplica)
64     - name: MAVEN_CACHE_FOLDER
65       value: $(Pipeline.Workspace)/.m2/repository
66     - name: MAVEN_OPTS
67       value: "-Dmaven.repo.local=$(MAVEN_CACHE_FOLDER)"
68
69     # Versionado estándar
70     - name: BUILD_DATE
71       value: $[format('{0:yyyyMMdd}', pipeline.startTime)]
72     - name: VERSION_TAG
73       value: "${{ parameters.appName }}-v$(BUILD_DATE)-$(Build.BuildId)"
74     - name: CONTAINER_TAG
75       value: "${{ parameters.appName }}-$(BUILD_DATE)-$(Build.BuildId)"
76
77     # URI del registry (genérico):
78     # Si el usuario pasa registryUri, ¡salvo!; si no, arma ECR con variables típicas.
79     - name: REGISTRY_URI

```

```

80     ${{ if ne(parameters.registryUri, '') }}:
81       value: "${{ parameters.registryUri }}/${{ parameters.imageRepository }}"
82     ${{ if and(eq(parameters.registryUri, ''), eq(parameters.registryProvider, 'ecr')) }}:
83       value: "$AWS_ACCOUNT_ECR_ID.dkr.ecr.${AWS_REGION}.amazonaws.com/${{ parameters.imageRepository }}"
84
85 stages:
86   # 1) Build
87   - template: ../stages/stage-build.yml
88     parameters:
89       serviceName: ${{ parameters.serviceName }}
90       projectPath: ${{ parameters.projectPath }}
91       appName: ${{ parameters.appName }}
92       javaVersion: ${{ parameters.javaVersion }}
93       buildTool: ${{ parameters.buildTool }}
94       hasCertificates: ${{ parameters.hasCertificates }}
95
96   # 2) Quality Gate
97   - template: ../stages/stage-quality-gate.yml
98     parameters:
99       serviceName: ${{ parameters.serviceName }}
100      projectPath: ${{ parameters.projectPath }}
101      appName: ${{ parameters.appName }}
102      javaVersion: ${{ parameters.javaVersion }}
103      enableQualityGate: ${{ parameters.enableQualityGate }}
104
105   # 3) Build & Push Container (con Trivy integrado)
106   - template: ../stages/stage-container-build-push.yml
107     parameters:
108       serviceName: ${{ parameters.serviceName }}
109       projectPath: ${{ parameters.projectPath }}
110       appName: ${{ parameters.appName }}
111       imageUri: "${REGISTRY_URI}"
112       imageTag: "${CONTAINER_TAG}"
113       javaVersion: ${{ parameters.javaVersion }}
114       enableTrivyScan: ${{ parameters.enableTrivyScan }}
115       failOnTrivy: ${{ parameters.failOnTrivy }}
116       registryProvider: ${{ parameters.registryProvider }}

```

```
117
118 # 4) Deploy genérico (itera ambientes)
119 - {{ each env in parameters.environments }}:
120   - template: ../stages/stage-deploy.yml
121     parameters:
122       serviceName: {{ parameters.serviceName }}
123       appName: {{ parameters.appName }}
124       imageUri: "${REGISTRY_URI}"
125       imageTag: "${CONTAINER_TAG}"
126       environment: {{ env }}
127
128 # 5) Tagging / Release (opcional)
129 - template: ../stages/stage-tagging.yml
130   parameters:
131     serviceName: {{ parameters.serviceName }}
132     projectPath: {{ parameters.projectPath }}
133     appName: {{ parameters.appName }}
134     imageUri: "${REGISTRY_URI}"
135     imageTag: "${CONTAINER_TAG}"
136
```