Universidad Gerardo Barrios

Prácticas de calidad en el desarrollo de software en empresas del sector TIC de El Salvador

Informe Técnico de Investigación

Facultad de Ciencia y Tecnología

2025

Informe Técnico de Investigación

Autores:

Mtra. Kriscia Vanessa Zapata de Maravilla – UGB | Investigadora Principal
Mtra. Jenny Elizabeth Flores Bonilla – UGB | Investigadora Asociada
Dr. Francisco Valdés Souto – UNAM | Investigador Adjunto

1ra. Edición
El Salvador, 2025
© Universidad Gerardo Barrios

Edición, Diseño y Diagramación:

Editorial Universidad Gerardo Barrios
Ing. Saúl Alvarenga
Corrector de Estilo
Lcda. Katherine Flores
Diseño y diagramación

Cualquier reproducción total o parcial por cualquier medio electrónico, tecnológico, mecánico o de fotocopia deberá hacerse con apego a la fuente y con autorización escrita por la Universidad Gerardo Barrios.

Universidad Gerardo Barrios
Calle Las Flores y Avenida Las Magnolias, Colonia Escolán, San Miguel, El Salvador.
(503) 2645-6500
www.ugb.edu.sv
editorial@ugb.edu.sv

Contenido

INTRODUCCIÓN 2
JUSTIFICACIÓN 3
Objetivo General 5
Objetivos Específicos 6
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 15
PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS 31
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES 37
AGRADECIMIENTOS 39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 40
ANEXOS: 45
Anexo 1. Instrumento de validación. 45

INTRODUCCIÓN

El Software se ha convertido en un elemento estratégico para la optimización y transformación de los procesos organizacionales desempeñando un papel central; tal como señalan Callejas-Cuervo et al. (2017) y Rodríguez et al. (2020) el desarrollo de software permite a las organizaciones mejorar su capacidad operativa, incrementar la eficiencia y responder de forma ágil a las demandas del entorno digital. De acuerdo con el modelo de calidad establecido por la *International Organization for Standardization* (ISO) y la *International Electrotechnical Commission* (IEC) en la norma ISO/IEC 25010, la calidad del software se define como el grado en que un producto de software satisface necesidades explícitas e implícitas bajo condiciones de uso específicas (ISO 25000, 2024) siendo el aseguramiento de la calidad crucial para garantizar productos eficientes, seguros y con un alto nivel de satisfacción del cliente.

Para Moreno et al. (2010) y Pantaleo (2016), la calidad del software va más allá de la funcionalidad: abarca dimensiones vinculadas a la calidad del proceso de desarrollo, del producto final y del equipo humano involucrado. Autores como Javier Garzás (2012) destacan que las prácticas de calidad y agilidad han evolucionado hacia un enfoque integral, donde el proceso, el producto y el equipo se consideran sistemas interdependientes. Desde esta perspectiva, la calidad no es únicamente un resultado técnico, sino una capacidad organizacional que depende de la gestión del conocimiento, la mejora continua, la madurez de los procesos y la cultura del equipo de desarrollo.

En el contexto salvadoreño, las empresas del sector de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) operan bajo lineamientos, recursos y estrategias heterogéneas (Economía Digital El Salvador, 2024). Aunque muchas organizaciones adoptan metodologías reconocidas como Scrum o Kanban, en la práctica estas operan como marcos de referencia que orientan un conjunto de principios, roles y prácticas, los cuales son interpretados y adaptados por las empresas según sus capacidades, contexto organizacional y dinámicas de trabajo. No obstante, a pesar de esta diversidad de enfoques y niveles de adopción, aún no se dispone de evidencia que permita identificar cuáles prácticas de calidad contribuyen de manera decisiva a que determinadas empresas se posicionen como líderes en la industria, debido a la ausencia de estudios actualizados que caractericen el estado real del sector TIC en el país.

Este estudio se propuso investigar cómo las empresas del sector TIC en El Salvador están implementando prácticas de calidad en tres áreas clave: a nivel de proceso, de producto y de equipo, generando un entendimiento del sector en cuanto a calidad. Este entendimiento será la base para desarrollar estrategias efectivas que fortalezcan la calidad de los procesos, productos y equipos, impulsando así la competitividad del sector TIC salvadoreño, alineando a su vez como instituciones de educación superior las competencias de los estudiantes en carreras de desarrollo de software con las mejores prácticas de la industria, de tal manera que un estudiante o personas interesadas en laborar en una empresa desarrolladora de software conozca las oportunidades y desafíos que representa.

El Salvador no cuenta con una amplia variedad de investigaciones en el área de calidad de desarrollo de software (ESEN, 2023); aunque existe un interés creciente en mejorar la calidad, la falta de información específica sobre investigaciones en este campo sugiere que es un área que requiere mayor atención académica y profesional, indicando la necesidad de fomentar la investigación local y la colaboración con instituciones académicas internacionales.

La investigación titulada “Prácticas de calidad en el desarrollo de software en empresas del sector TIC de El Salvador” fue ejecutada durante el año 2025 como parte de la segunda iniciativa conjunta desarrollada por este equipo de investigadores, resultado de la continuidad y fortalecimiento de la colaboración entre la Universidad Gerardo Barrios (UGB) de El Salvador y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), reafirmando el compromiso de ambas instituciones con la consolidación de redes internacionales de investigación, impulsando la sinergia académica, el intercambio de conocimientos especializados y la generación de evidencia científica en torno a temas de interés compartido, particularmente en el ámbito de la calidad del software.

Los recursos económicos necesarios para el desarrollo de la investigación fueron financiados por la Universidad Gerardo Barrios. Además, se contó con acceso a bases de datos científicas confiables, que sirvieron como fuente de información relevante y actualizada.

El desarrollo de esta investigación generó conocimiento contextualizado sobre las prácticas de calidad adoptadas por las empresas participantes del sector TIC de El Salvador, lo cual permitió identificar brechas, oportunidades e insumos relevantes que permitirán el diseño de estrategias acordes con la realidad nacional. Asimismo, los hallazgos contribuirán al fortalecimiento de la formación profesional de los estudiantes universitarios, al favorecer la alineación de sus competencias con las demandas del mercado laboral, promoviendo una educación más pertinente y articulada con las necesidades de la industria.

JUSTIFICACIÓN

El informe mundial de calidad de software en su quinceava edición, señala que los principales desafíos se concentran en la adopción de marcos de trabajo ágiles, la importancia de la capacitación continua para mantenerse actualizado frente a las nuevas tecnologías, así como la adopción en la empresa de la cultura DevOps, entendida como un enfoque que integra el desarrollo (Dev) y las operaciones (Ops), para optimizar la colaboración, la automatización y la eficiencia a lo largo del ciclo de vida del software, impulsando a los equipos de desarrollo hacia la entrega continua, la retroalimentación constante y la mejora de procesos, lo que permite generar software de mayor calidad, con mayor rapidez y menor riesgo, asegurando un valor constante para los usuarios (Canosa, 2024; García-Mireles et al., 2024).

En concordancia con lo planteado por la literatura internacional, una investigación publicada en octubre de 2023 analizó la implementación de pruebas de calidad de software en el sistema informático de transporte y combustible de la Procuraduría General de la República de El Salvador, lo cual evidencia que el aseguramiento de la calidad constituye un componente crítico para garantizar que las soluciones informáticas cumplan con los estándares esperados de rendimiento, funcionalidad y confiabilidad (Penado Martínez et al., 2023). Este estudio pone de manifiesto que, aun en entornos específicos del sector público, la adopción de prácticas formales de calidad resulta indispensable para responder a las exigencias actuales de eficiencia, confiabilidad y sostenibilidad de los sistemas de información.

Desde una perspectiva económica, el sector TIC es un motor clave para el desarrollo, mejorando la competitividad y atrayendo inversión extranjera. La implementación de estándares de calidad en el desarrollo de software aumenta la productividad de las empresas, eleva los estándares de la industria (Mejía Trejo, 2024) y fortalece la posición de El Salvador en el mercado tecnológico

global. En el ámbito político, adoptar prácticas de calidad en el sector TIC puede influir en la formulación de políticas públicas que impulsen la digitalización y la innovación tecnológica hacia un desarrollo sostenible. Socialmente, la calidad del software impacta positivamente en los servicios digitales que utilizan los ciudadanos, mejorando su calidad de vida y generando empleos más calificados.

Desde el ámbito académico, este estudio adquirió una relevancia estratégica al fortalecer la articulación entre la formación universitaria y las dinámicas del sector productivo, particularmente en lo relativo a las prácticas de calidad de software. Este proceso se vio respaldado por el Centro de Desarrollo de Software de la Universidad Gerardo Barrios (CDS UGB), concebido como un mecanismo institucional de vinculación universidad - empresa, orientado a la formación práctica de estudiantes en áreas clave del desarrollo de software, destacándose de manera significativa el enfoque en calidad de software, donde la participación de los estudiantes como pasantes en proyectos reales favorece su inserción temprana en el mercado laboral, y en la mayoría de los casos deriva en su contratación por parte de las empresas, contribuyendo así al fortalecimiento de la empleabilidad del talento humano y a la mejora de la competitividad regional, al integrarse en entornos profesionales que incluyen la atención de clientes y mercados internacionales (ElSalvador.com, 2025; Presidencia de la República de El Salvador, 2021). De lo anterior surge la siguiente pregunta: ¿Cómo se implementan las prácticas de calidad en las áreas de proceso de desarrollo, producto de software y equipo de trabajo dentro de las empresas del sector TIC de El Salvador? La originalidad de la investigación residió en la adopción de un enfoque integral y multidimensional para el análisis de las prácticas de calidad en el desarrollo de software, aplicado al contexto del sector TIC de El Salvador. El estudio se organizó en cinco dimensiones complementarias que permitieron analizar la calidad desde una perspectiva integral, considerando no solo el producto final, sino también los procesos, las prácticas organizativas, las metodologías aplicadas y otros factores de formación que inciden en su implementación. En primer lugar, se analizó el contexto de la empresa, considerando su tipo de productos o servicios, mercados atendidos y trayectoria, con el propósito de comprender cómo estas variables influyen en la adopción y formalización de prácticas de calidad, desde una perspectiva cualitativa. En segundo término, se examinó la adopción de modelos, normas y estándares para auditorías y evaluaciones de calidad, así como el uso de métricas y certificaciones, con el propósito de comprender el nivel de avance y las características de la institucionalización de la calidad, así como los desafíos asociados a su implementación, desde una perspectiva cualitativa. Asimismo, se abordaron las prácticas de calidad en el proceso de desarrollo, enfocándose en la adaptación metodológica, la automatización, la gestión de riesgos y los mecanismos de mejora continua. De manera complementaria, se analizaron las prácticas orientadas a la calidad del producto, considerando criterios de aceptación, estrategias de prueba, trazabilidad, gestión de la deuda técnica y retroalimentación del usuario. Finalmente, se examinó la dimensión del equipo de trabajo, atendiendo a la estructura organizativa, la formación de competencias, la colaboración, el monitoreo del desempeño y el aprendizaje organizacional. Este abordaje permitió un análisis holístico y contextualizado de las prácticas de calidad, aportando una comprensión profunda de la realidad del sector y sentando bases para la formulación de estrategias de mejora y modelos ajustados a las condiciones del entorno salvadoreño.

En este sentido, la investigación desarrollada se orientó a analizar cómo implementan y gestionan las empresas las prácticas en el desarrollo de software para asegurar la calidad del proceso, producto y equipo vinculadas a la adopción de modelos de calidad, normas y marcos de trabajo, tomando como sujetos de estudio a empresas del sector TIC en El Salvador. A través de entrevistas realizadas a actores clave del sector, se recopiló información que permitió identificar prácticas de calidad tanto formalizadas como informales, así como barreras culturales y contextuales que limitan su implementación efectiva. Los hallazgos también evidencian la necesidad de fortalecer procesos de actualización y capacitación continua, con el objetivo de responder de manera más ágil y estratégica a las exigencias de un entorno tecnológico caracterizado por su dinamismo y constante evolución.

Es importante señalar que la presente investigación se delimitó al análisis de las prácticas de calidad en el desarrollo de software desde una perspectiva operativa, a partir de las experiencias y percepciones de los actores entrevistados. En consecuencia, no se incluyó la evaluación directa de productos de software, ni la aplicación de auditorías formales in situ, dado que el alcance del estudio se centró en comprender cómo se implementan y adaptan dichas prácticas en el contexto organizacional, más que en medir resultados técnicos o niveles de conformidad normativa. No obstante, como parte del trabajo de campo, se realizaron visitas a empresas participantes, lo que permitió obtener una visión general los espacios de trabajo de los equipos. Como parte del trabajo de campo, también algunos participantes acudieron a la universidad y realizaron rápidas demostraciones sobre el uso de herramientas empleadas en la gestión y desarrollo de proyectos. Estas observaciones tuvieron un carácter exclusivamente contextual y descriptivo para comprender las practicas relatadas por los participantes, sin que ello constituyera una auditoría formal ni una evaluación técnica de los procesos. Esto responde a las características del diseño cualitativo adoptado y abren oportunidades para investigaciones futuras que profundicen, desde enfoques mixtos o cuantitativos, en la medición del nivel de madurez en calidad de software en el contexto salvadoreño.

Esta investigación busca sentar bases para la creación de un Laboratorio de Calidad de Software dentro de la universidad, un espacio que integraría herramientas y metodologías avanzadas para el aprendizaje práctico de los estudiantes, promoviendo un enfoque experimental y aplicado en la formación profesional. Además, de proyectarse como un centro de servicios especializado que ofrecerá consultorías técnicas y programas de certificación en estándares internacionales tanto para empresas del sector TIC como para profesionales que deseen especializarse en calidad de software, promoviendo la transferencia de conocimiento, la mejora continua y la competitividad empresarial.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar el estado actual respecto a la implementación de prácticas de calidad en el desarrollo de software en empresas del sector TIC de El Salvador.

Objetivos Específicos

- Identificar los modelos y normas utilizados por las empresas del sector TIC en El Salvador para llevar a cabo auditorías y evaluaciones de calidad.
- Conocer cómo las empresas del sector TIC en El Salvador están implementando prácticas de calidad en tres áreas clave: proceso, producto y equipo.

Fundamentos teóricos y normativos sobre calidad en el desarrollo de software

1. **Modelos, normas y marcos de trabajo para la gestión y evaluación de la calidad en el ciclo de vida del desarrollo de software (SDLC)**

La literatura señala que la calidad del software es un factor determinante a lo largo de todo el ciclo de vida del desarrollo (Shiklo, 2025; Shiklo et al., 2025), en la medida en que define el nivel de cumplimiento de los requisitos funcionales y no funcionales establecidos para un producto. Un software que alcanza altos niveles de calidad no solo aporta valor a los usuarios y a las organizaciones que lo desarrollan, sino que también favorece la reducción de costos asociados al mantenimiento, la mitigación de riesgos operativos y el fortalecimiento de la confianza del cliente. Desde esta perspectiva, el aseguramiento y la mejora continua de la calidad en el desarrollo de software requieren la adopción de modelos, normas y metodologías que actúen como marcos de referencia estructurados, en los cuales se consoliden las mejores prácticas reconocidas (Callejas-Cuervo et al., 2017), se oriente la gestión hacia aspectos administrativos y técnicos prioritarios, y se articulen prácticas enfocadas en los procesos clave del desarrollo. Asimismo, estos modelos permiten medir y monitorear de manera sistemática los avances en calidad, facilitando la evaluación del desempeño organizacional y la toma de decisiones basadas en evidencia. En conjunto, dichos marcos constituyen una base fundamental para que las empresas del sector TIC gestionen la calidad de forma integral, reduzcan la variabilidad en sus procesos de desarrollo y aseguren la entrega de productos confiables, consistentes y alineados con las necesidades y expectativas del usuario final.

Uno de los modelos más representativo es CMMI (Capability Maturity Model Integration), el cual establece niveles de madurez organizacional que permiten evaluar y mejorar gradualmente las prácticas de desarrollo. CMMI enfatiza la institucionalización de procesos, la medición del desempeño y la mejora continua mediante actividades repetibles y controladas (CMMI Institute, 2025; INNEVO, 2022; Microsoft Learn, 2025). Otros referentes técnicos como ISO/IEC 15504 (SPICE) y ISO 90003 proporcionan marcos estructurados para la evaluación y mejora de procesos, Por su parte, ISO/IEC/IEEE 90003 adapta los requisitos de gestión de calidad de ISO 9001 al contexto específico del software, ofreciendo directrices para documentar, controlar y optimizar

procesos relacionados con la calidad del software, lo que favorece entregas más consistentes y alineadas con expectativas de calidad (ISO, 2018). Asimismo, estándares como IEEE/ISO/IEC 12207 establecen un marco común de procesos, actividades y tareas aplicables a lo largo del ciclo de vida del software, reforzando la trazabilidad y el control del desarrollo (ISO, 2017).

De manera complementaria la suite ISO/IEC 25000 (SQuaRE) proporciona un marco específico para evaluar la calidad del producto mediante modelos como ISO/IEC 25010, así como la medición de atributos de calidad interna y externa. Este estándar es especialmente útil para empresas del sector TIC que buscan implementar prácticas basadas en métricas objetivas y comparables (ISO, 2023).

En los últimos años, los marcos ágiles como Scrum y Kanban se han consolidado como enfoques de mejora continua, caracterizados por la inspección frecuente, la adaptación y la retroalimentación constante. Según Schwaber y Sutherland (2020), la revisión iterativa y la entrega incremental permiten detectar problemas tempranamente y ajustar el proceso para aumentar la calidad y el valor entregado. Esta relevancia práctica se refleja también en estadísticas recientes: alrededor del 97 % de las organizaciones reportan el uso de métodos ágiles en sus ciclos de desarrollo (StarAgile, 2025), con Scrum como el marco más adoptado seguido de Kanban. Además, los proyectos gestionados bajo Agile muestran una tasa de éxito del 75 %, superior al 56 % de los métodos tradicionales (StarAgile, 2025). Por su parte, investigaciones como State of Agile Development 2025 señalan que hasta un 95 % de profesionales consideran que Agile sigue siendo crucial para sus operaciones (Forrester, 2025). Estos datos confirman que, aunque menos prescriptivos que los modelos tradicionales, los enfoques ágiles constituyen mecanismos efectivos para fortalecer la calidad y la entrega de valor en el desarrollo de software. Finalmente, modelos orientados a la calidad técnica como SPICE (ISO/IEC 15504) permiten evaluar la capacidad de los procesos mediante un enfoque de evaluación estructurado. Este modelo facilita identificar debilidades en áreas como gestión del proyecto, desarrollo y soporte, proporcionando un camino claro para la mejora organizacional.

Tabla 1

Comparación de modelos, normas y marcos de trabajo para la gestión y evaluación de la calidad en el ciclo de vida del desarrollo de software (SDLC)

Modelo / Marco	Enfoque principal	Cómo contribuye a la calidad (alineado al SDLC)
CMMI (Capability Maturity Model Integration)	Evaluación y mejora de la madurez organizacional mediante niveles progresivos (1 a 5).	Reduce la variabilidad del proceso; incrementa la predictibilidad y el control del desarrollo; fortalece la gestión de riesgos y la mejora continua basada en métricas.
ISO 9001 (Sistema de Gestión de la Calidad)	Gestión de la calidad basada en procesos y enfoque al cliente.	Garantiza consistencia operativa, trazabilidad y control documental; fortalece auditorías internas y mejora continua.

SQuaRE – ISO/IEC 25000	Evaluación y medición de la calidad del producto software y datos.	Permite evaluar atributos como funcionalidad, usabilidad, seguridad y mantenibilidad mediante métricas objetivas; mejora la toma de decisiones basada en evidencia y complementa modelos centrados en proceso.
ISO/IEC 15504 (SPICE)	Evaluación de la capacidad de los procesos de software.	Facilita diagnósticos comparables del proceso; identifica brechas y áreas de mejora. Aporta control y gestión del riesgo, pero no evalúa directamente la calidad del producto final.
Scrum	Desarrollo iterativo e incremental con alta participación del cliente.	Incrementa la calidad mediante inspección frecuente, retrospectivas y retroalimentación continua; alta flexibilidad, rápida entrega de valor (MVP) y participación activa del cliente.
Kanban	Gestión del flujo de trabajo y optimización continua.	Reduce cuellos de botella y tiempos de ciclo; mantiene calidad constante mediante límites de trabajo en progreso (WIP) y métricas de flujo.
DevOps	Integración entre desarrollo y operaciones mediante automatización.	Mejora la calidad técnica al integrar CI/CD, pruebas automatizadas y monitoreo continuo; reduce errores humanos, acelera entregas y mejora la estabilidad del producto en producción. Favorece la gestión temprana de riesgos.

2. Implementación de prácticas de calidad en el desarrollo de software

2.1 Prácticas de calidad orientadas al proceso de desarrollo software

Desde una perspectiva conceptual, las prácticas de calidad orientadas al proceso parten del principio de que la calidad del producto software es una consecuencia directa de la calidad del proceso mediante el cual se desarrolla. La calidad debe ser planificada desde las etapas iniciales del proyecto y gestionada de forma sistemática a lo largo de todo el ciclo de vida del software, mediante actividades de control, seguimiento y mejora continua. En este sentido, un proceso definido, documentado y medible permite reducir la variabilidad, minimizar riesgos y prevenir defectos antes de que estos impacten en el producto final (Pressman & Maxim, 2021; Sommerville, 2016).

Callejas-Cuervo et al. (2017) señalan que la calidad a nivel de proceso implica la incorporación de mecanismos de verificación en cada fase del desarrollo, de modo que la omisión del control de calidad en cualquiera de las etapas puede derivar en deficiencias tanto en el proceso como en el producto. Esta visión refuerza la idea de que la calidad no debe entenderse como una actividad aislada, sino como un eje transversal que acompaña de forma permanente la construcción del software. En esa misma línea, Garzás (2012) plantea que “la calidad del producto software está

determinada por la calidad del proceso", entendiendo el proceso como el conjunto articulado de actividades, tareas, entradas, salidas y procedimientos utilizados para desarrollar y mantener sistemas software. Sobre esta base conceptual se han desarrollado diversos modelos de calidad orientados al proceso, cuyo propósito es guiar a las organizaciones en la estandarización, evaluación y mejora de sus prácticas de desarrollo. De acuerdo Callejas-Cuervo et al. (2017), los modelos de calidad pueden clasificarse según su enfoque en proceso, producto o calidad en uso, siendo los modelos orientados al proceso aquellos que priorizan la gestión, medición y mejora de las actividades que conforman el ciclo de vida del software. Estos modelos integran buenas prácticas, proponen áreas de gestión prioritarias y permiten medir el avance en términos de madurez y capacidad de los procesos.

A partir de la adopción de estos modelos, las prácticas de calidad orientadas al proceso se operacionalizan mediante el uso de indicadores y métricas de desempeño, que permiten evaluar de manera objetiva el grado de cumplimiento de los objetivos del proyecto. En este contexto, la medición del proceso se convierte en un elemento clave para identificar desviaciones, implementar acciones correctivas oportunas y sostener la mejora continua.

En entornos ágiles, estas prácticas se materializan a través del seguimiento de indicadores clave de desempeño (KPI) relacionados con la productividad, la estabilidad del proceso y la calidad de las entregas. Schwaber y Sutherland (2020) destacan métricas como la velocidad del equipo, el cumplimiento de los compromisos del sprint y la tasa de entrega de funcionalidades como mecanismos para garantizar la transparencia del proceso y fomentar la mejora continua.

En la literatura se reconoce que el uso sistemático de indicadores y métricas en proyectos ágiles permite equilibrar la flexibilidad intrínseca de estos métodos con la necesidad de mantener altos niveles de calidad y alineación con objetivos estratégicos de negocio. El empleo de métricas como velocidad, burndown, defectos y otros indicadores de desempeño facilita la gestión de cronogramas, costos y riesgos y apoya la identificación temprana de problemas, contribuyendo a garantizar la sostenibilidad y éxito de los proyectos de software (Gertrudix & Gertrudis, 2025; Hernández et al., 2019). A continuación, se presentan algunos ejemplos de indicadores clave de desempeño utilizados comúnmente para medir la calidad orientada al proceso de desarrollo.

Tabla 2

Ejemplos de indicadores de calidad orientados al proceso de desarrollo software

KPI	Descripción	Ejemplo de aplicación
Cumplimiento de la iteración (Sprint/Timebox)	Mide el grado en que el equipo cumple los compromisos planificados para una iteración, reflejando la estabilidad y previsibilidad del proceso.	En Scrum, si se planificaron 20 historias de usuario y se completaron 18, el cumplimiento es del 90 %.

Velocidad del equipo	Promedio de trabajo completado por iteración, expresado en puntos de historia u otra unidad acordada. Permite evaluar la capacidad del proceso y mejorar la estimación.	Un equipo con una velocidad media de 30 puntos por sprint puede proyectar entregas futuras con mayor precisión.
Tasa de entrega de funcionalidades	Proporción de funcionalidades entregadas respecto al total planificado en el backlog, indicando la eficiencia del flujo de trabajo.	En Kanban, si el backlog contiene 50 funcionalidades y se entregan 40, la tasa de entrega es del 80 %.
Cumplimiento del cronograma	Compara el tiempo real de ejecución frente al tiempo planificado para actividades o hitos del proyecto, permitiendo identificar desviaciones tempranas del proceso.	Un módulo estimado en 2 semanas que se completa en 3 semanas presenta una desviación del 50 %.
Desviación del presupuesto	Diferencia porcentual entre el costo real y el costo planificado, utilizada para controlar la eficiencia económica del proceso.	Si el sprint tenía un costo estimado de $4,500 y el costo real fue de $5,000, la desviación es del 11 %.
Índice de retrabajo del proceso	Porcentaje de actividades que deben repetirse debido a errores de planificación, requisitos incompletos o fallos de proceso.	12 horas de retrabajo sobre 120 horas totales del sprint representan un 10 % de retrabajo.
Estabilidad del backlog	Mide la frecuencia de cambios en requisitos durante una iteración, reflejando la madurez del proceso de gestión de requisitos.	Si se modifican 3 historias de un sprint de 20, la variación del backlog es del 15 %.
Tiempo de ciclo (Cycle Time)	Tiempo promedio que transcurre desde que una tarea inicia hasta que se completa, indicador clave en enfoques de flujo continuo.	Una historia tarda en promedio 5 días desde “En progreso” hasta “Hecho”.
Cumplimiento de acciones de mejora	Porcentaje de acciones definidas en retrospectivas o evaluaciones de proceso que son implementadas efectivamente.	De 10 acciones acordadas en retrospectiva, se implementan 8 (80 % de cumplimiento).

2.2 Prácticas orientadas al producto

Las prácticas de calidad orientadas al producto tienen como objetivo asegurar que el software desarrollado cumpla de manera efectiva con las características de calidad esperadas por los usuarios, evaluando atributos como funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia del desempeño, seguridad y mantenibilidad. Desde esta perspectiva, la calidad del producto representa el resultado

tangible del proceso de desarrollo y constituye el principal criterio mediante el cual los usuarios y clientes perciben el valor del software entregado. De acuerdo con la norma ISO/IEC 25010, la calidad del producto software se estructura en un conjunto de características y subcaracterísticas que permiten evaluar tanto la calidad interna y externa como la calidad en uso. Este modelo proporciona un marco sistemático para definir requisitos de calidad, establecer criterios de evaluación y verificar el cumplimiento de los atributos esperados, facilitando comparaciones objetivas entre productos y versiones del mismo sistema (ISO 25000, 2024). En este sentido, la adopción de modelos de calidad del producto permite reducir la subjetividad en la evaluación y fortalecer la toma de decisiones basada en métricas.

En el desarrollo de software, la evaluación de la calidad del producto se sustenta en métricas técnicas y mecanismos de verificación que permiten identificar defectos, validar el cumplimiento de los requisitos y asegurar la estabilidad del software a lo largo de su evolución. Estudios han demostrado que las revisiones sistemáticas del código contribuyen significativamente a la detección temprana de defectos, a la mejora de la mantenibilidad y al cumplimiento de estándares de calidad dentro del ciclo de vida del desarrollo. Por ejemplo, De Silva et al. (2023) encontraron que la implementación regular de code reviews reduce problemas y aumenta la calidad percibida del producto. Asimismo, investigaciones empíricas sobre el impacto de las revisiones en el código muestran que estas generan cambios efectivos que mejoran la calidad técnica del software (Fregnan et al., 2022).

Estas prácticas refuerzan la idea de que la calidad debe ser incorporada desde las primeras fases del desarrollo y no únicamente evaluada al final del proceso. Asimismo, prácticas técnicas como el testing automatizado, la integración continua y las pruebas de regresión se han consolidado como mecanismos esenciales para garantizar que el software mantenga un comportamiento consistente y estable a medida que se introducen cambios o nuevas funcionalidades detectando fallos de manera temprana, disminuir la deuda técnica y asegurar que cada incremento del producto cumpla con los estándares de calidad establecidos (Caicedo Goyes, 2023; Parekh & Saxena, 2025; Sai Preetham Poola & Nauman Ghazi, 2024).

En el contexto de las metodologías ágiles, estas prácticas se integran de forma natural en ciclos cortos de desarrollo, donde cada iteración incluye actividades de verificación y validación orientadas a asegurar que el incremento funcional entregado cumple tanto con los requisitos del negocio como con los criterios de calidad definidos. De esta manera, la calidad del producto deja de ser un objetivo aislado y se convierte en un componente continuo del proceso de desarrollo, alineado con la entrega frecuente de valor y la satisfacción del usuario final.

Los siguientes indicadores permiten evaluar el desempeño del producto respecto a sus atributos de calidad.

Tabla 3

Ejemplos de indicadores de calidad orientados al producto software

KPI	Descripción	Ejemplo

Densidad de defectos	Número de defectos encontrados por unidad de tamaño del software (KLOC o puntos de función).	12 defectos por cada 1,000 líneas de código.
Tasa de defectos post-lanzamiento	Defectos reportados por usuarios después de la entrega.	5 incidentes en la primera semana de uso.
Cobertura de pruebas	Porcentaje del código ejecutado durante las pruebas automatizadas.	85% de cobertura mediante pruebas unitarias.
Tiempo medio de resolución de fallos (MTTR)	Tiempo promedio requerido para corregir defectos.	MTTR de 6 horas para incidentes críticos.
Rendimiento	Evaluación del tiempo de respuesta, uso de CPU y memoria.	El sistema responde en menos de 2 segundos bajo carga media.
Índice de usabilidad	Evaluación del grado de facilidad de uso y satisfacción del usuario.	Prueba SUS con puntaje de 82/100.

Los indicadores presentados permiten evaluar de forma objetiva y sistemática la calidad del producto software en sus dimensiones interna, externa y en uso, facilitando la identificación temprana de defectos, la mejora de la mantenibilidad y la validación del cumplimiento de los estándares internacionales. En conjunto, estos KPI fortalecen la toma de decisiones basada en métricas y complementan las prácticas orientadas al proceso, contribuyendo a la entrega de productos más confiables, eficientes y alineados con las expectativas del usuario final.

2.3 Practicas orientadas al equipo

Las prácticas de calidad orientadas al equipo se centran en el factor humano como elemento clave del desarrollo de software, reconociendo que la calidad del producto y la efectividad del proceso dependen en gran medida de las capacidades, comportamientos y dinámicas de trabajo de los equipos de desarrollo. Los equipos altamente cohesionados, con competencias técnicas sólidas y niveles adecuados de motivación, tienden a producir software con menor densidad de defectos, mayor estabilidad y mejor capacidad de evolución (Gonçalves et al., 2017). Esta relación se explica por la influencia directa que ejercen las decisiones técnicas, la comunicación interna y la gestión del conocimiento sobre la calidad de los resultados obtenidos.

Desde una perspectiva organizacional, modelos de calidad como CMMI resaltan la importancia de la madurez del talento humano y del desarrollo sistemático de competencias para asegurar la ejecución consistente y reproducible de los procesos. El modelo promueve prácticas relacionadas con la formación, la asignación clara de responsabilidades y la gestión del desempeño del personal como elementos esenciales para institucionalizar la calidad dentro de la organización (CMMI Institute, 2025). En este sentido, la calidad no se limita a procedimientos formales, sino que se consolida a través del fortalecimiento continuo de las capacidades del equipo.

De manera complementaria, los marcos de trabajo ágiles enfatizan dimensiones humanas y colaborativas como la autogestión, la transparencia, la responsabilidad compartida y la mejora continua como pilares para el aseguramiento de la calidad. Según Schwaber y Sutherland (2020), prácticas como las retrospectivas, la planificación colaborativa y la inspección frecuente del trabajo permiten a los equipos identificar problemas de manera temprana, aprender de la experiencia y ajustar sus prácticas para reducir riesgos y maximizar el valor entregado al cliente.

En la práctica, las iniciativas orientadas al equipo se materializan en actividades como la capacitación continua, la adopción de estándares internos de desarrollo, las sesiones periódicas de retroalimentación, la definición clara de roles y responsabilidades, la revisión colectiva del trabajo (peer reviews) y el fortalecimiento de una cultura organizacional orientada a la mejora continua. Adicionalmente, factores como la motivación, el clima organizacional y el liderazgo técnico desempeñan un papel determinante en la calidad de los entregables, al fomentar disciplina, compromiso, consistencia y responsabilidad profesional dentro de los equipos de desarrollo.

Tabla 4

Ejemplos de indicadores orientados al equipo

KPI	Descripción	Ejemplo de aplicación
Tasa de retrabajo del equipo	Porcentaje de esfuerzo invertido en corregir errores derivados de fallos de comunicación, decisiones técnicas inadecuadas o incumplimiento de estándares, indicador indirecto de la efectividad del equipo.	10 % de retrabajo respecto al total de horas del sprint.
Participación en retrospectivas	Nivel de involucramiento activo del equipo en las sesiones de mejora continua, medido por asistencia, aportes y seguimiento de acciones acordadas.	90 % del equipo participa y propone acciones de mejora.
Rotación del personal	Frecuencia de cambios en los integrantes del equipo durante un periodo determinado y su impacto en la estabilidad y transferencia de conocimiento.	Rotación anual del 5 % en el equipo de desarrollo.
Índice de colaboración	Grado de trabajo conjunto entre los miembros del equipo, considerando prácticas como programación en pareja, revisiones de código y coautoría de historias.	75 % de las historias incluyen trabajo colaborativo o revisiones cruzadas.

Capacitación técnica continua	Número de horas dedicadas a formación técnica y metodológica por miembro del equipo, orientadas al fortalecimiento de competencias clave.	20 horas trimestrales de capacitación en nuevas tecnologías.
Cumplimiento de roles y responsabilidades	Nivel de claridad y ejecución efectiva de los roles definidos dentro del equipo (por ejemplo, Scrum Master, Product Owner, desarrolladores).	95 % de las responsabilidades asignadas se cumplen sin reasignaciones imprevistas.
Clima y satisfacción del equipo	Percepción del equipo sobre el ambiente de trabajo, la motivación y el liderazgo, evaluada mediante encuestas internas.	Puntaje promedio de 4.2/5 en encuestas de satisfacción laboral.
Adopción de estándares internos	Grado en que el equipo aplica consistentemente los estándares técnicos y de proceso definidos por la organización.	90 % de cumplimiento de estándares de codificación en revisiones de código.
Seguimiento de acciones de mejora	Porcentaje de acciones definidas en retrospectivas o evaluaciones del equipo que se implementan efectivamente.	8 de 10 acciones de mejora implementadas (80 %).

La implementación efectiva de prácticas de calidad en el desarrollo de software está condicionada por un conjunto de factores críticos que influyen directamente en la madurez de los procesos, la calidad del producto y el desempeño de los equipos de trabajo dichos factores determinan la capacidad de las organizaciones para adoptar y sostener, en el tiempo, modelos, normas y metodologías orientadas a la calidad, evitando implementaciones superficiales o meramente formales (Pressman & Maxim, 2021).

Uno de los factores más relevantes es el compromiso de la alta dirección**,** dado que la adopción de prácticas de calidad exige liderazgo estratégico, asignación adecuada de recursos y el impulso de una cultura organizacional orientada a la mejora continua. De acuerdo con la norma ISO 9001, la dirección debe asumir un rol activo en la definición de políticas de calidad, la provisión de recursos y la promoción de la participación del personal, garantizando la coherencia entre los objetivos estratégicos y las prácticas operativas (ISO, 2015).

Otro factor es la capacitación y competencia técnica del equipo de desarrollo. En este sentido, la calidad no depende únicamente de la definición de procesos, sino de la capacidad de las personas para aplicarlos de manera consistente y contextualizada. Asimismo, la comunicación efectiva y la colaboración constituyen elementos clave, especialmente en entornos ágiles, donde la autogestión, la transparencia y la retroalimentación continua permiten identificar problemas tempranamente y ajustar el proceso de forma iterativa.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, el cual permitió profundizar en la comprensión de que prácticas de calidad están siendo implementadas en el desarrollo de software desde la perspectiva de las empresas del sector TIC en El Salvador. Este enfoque resultó pertinente para explorar experiencias, percepciones y dinámicas organizacionales, considerando además la experiencia acumulada del equipo investigador en el ámbito del desarrollo de software y la gestión de la calidad.

Desde el punto de vista metodológico, el estudio tuvo un alcance descriptivo, ya que se orientó a determinar el estado actual respecto a la implementación de prácticas de calidad en el desarrollo de software en empresas del sector TIC de El Salvador.

Etapas de la investigación

Para el desarrollo de la investigación se definió una metodología de trabajo estructurada en las siguientes etapas:

Revisión de literatura: Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre modelos, normas y marcos de calidad en el desarrollo de software para establecer una base teórica sobre las mejores prácticas establecidas a nivel mundial en la industria, las cuales sirvieron de sustento conceptual para el diseño del instrumento de recolección de datos y el análisis posterior de los resultados. El proceso de búsqueda incluyó la consulta de artículos científicos, investigaciones académicas previas, documentos técnicos, sitios web oficiales de organismos normativos y recursos didácticos utilizados en carreras de Ingeniería de Software, Ingeniería en Sistemas y áreas afines, particularmente en asignaturas relacionadas con ingeniería y calidad de software. Para la gestión y organización de la literatura se utilizó el gestor bibliográfico Mendeley, el cual facilitó el registro, clasificación y recuperación de las fuentes consultadas.

Diseño de instrumentos de recolección de datos: En esta fase se desarrolló el instrumento principal de recolección de datos, consistente en una guía de entrevista semiestructurada desde un enfoque cualitativo, orientada a explorar las prácticas de calidad en el desarrollo de software en empresas del sector TIC de El Salvador.

El diseño del instrumento se fundamentó en los objetivos de la investigación y en la revisión conceptual de modelos, normas y marcos de referencia en calidad de software. El instrumento se estructuró en cinco dimensiones analíticas:

1. Contexto de la empresa
2. Modelos y normas para auditorías y evaluaciones de calidad
3. Prácticas de calidad en el proceso

4. Prácticas de calidad en el producto
5. Prácticas de calidad en el equipo de trabajo

Cada dimensión incluyó categorías clave y a partir de ellas se formularon los ítems de entrevista. Los ítems fueron redactados en lenguaje claro y abierto con el propósito de favorecer respuestas amplias y contextualizadas. Adicionalmente a cada ítem, se le asoció un objetivo específico, para la organización del análisis cualitativo y la trazabilidad entre los datos recolectados y los objetivos del estudio.

La elección de la entrevista semiestructurada como técnica principal de recolección de datos respondió a la naturaleza descriptiva del estudio y a la necesidad de captar en profundidad las experiencias, percepciones y las prácticas reales de los actores involucrados en el desarrollo de software. Esta técnica es ampliamente reconocida en investigaciones cualitativas porque permite al entrevistador seguir un guion temático previamente definido, pero con flexibilidad para adaptar las preguntas a cada contexto, profundizar en temas emergentes y explorar significados desde la perspectiva del participante (González-Veja et al., 2022; Hecker & Kalpokas, 2024; Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018; Muguira, 2024). Asimismo, contribuyó a mantener la coherencia temática entre los casos estudiados, sin comprometer la riqueza contextual ni la profundidad interpretativa como lo proponen Kallio et al. (Kallio et al., 2016) en su marco metodológico para entrevistas semiestructuradas.

Validación del instrumento: El proceso de validación del instrumento se llevó a cabo en dos etapas complementarias. Primero, se realizó una revisión interna por parte del equipo de investigación, con el propósito de asegurar la coherencia entre los objetivos del estudio y los ítems propuestos en cada dimensión. Esta revisión permitió identificar y depurar redundancias, ajustar la redacción de algunas preguntas y garantizar la alineación metodológica del instrumento.

Posteriormente, se llevó a cabo una validación externa con profesionales con experiencia en calidad de software, desarrollo de software y gestión de equipos. A cada experto se le envió el instrumento diseñado en un formato de validación [ver Anexo 1], solicitando su valoración en función de criterios de pertinencia y adecuación.

Entre las observaciones más relevantes, los expertos recomendaron incorporar o adaptar una pregunta orientada a explorar cómo las metodologías de desarrollo de software son adaptadas o personalizadas por las empresas, considerando que, en la práctica, estas suelen ajustarse a las necesidades específicas de los clientes o de los proyectos. Asimismo, sugirieron estructurar la aplicación de la entrevista por secciones según las dimensiones definidas, de manera que en las secciones relacionadas con el contexto de la empresa y los modelos y normas para auditorías y evaluaciones de calidad participara preferentemente un Project Manager (PM), Líder técnico operaciones o un rol equivalente. Para las dimensiones referidas a prácticas de calidad en el proceso, producto y equipo, la sugerencia fue que participaran perfiles como PM, líderes de equipo o responsables directos del desarrollo, dado que un solo rol difícilmente podría aportar información completa y oportuna sobre todas las áreas abordadas.

Estas recomendaciones fueron integradas en la versión final del instrumento, con el propósito de asegurar tanto la pertinencia de las preguntas como la calidad y profundidad de la información recolectada.

Recolección de datos: En esta fase se estableció y ejecutó el plan de trabajo para la fase de campo, con el propósito de obtener información, relevante y contextualizada sobre las prácticas de calidad en el desarrollo de software en empresas del sector TIC de El Salvador; es decir, comprender dichas prácticas desde la perspectiva organizacional y operativa, a partir de las experiencias y percepciones de los actores directamente involucrados en los procesos de desarrollo y aseguramiento de la calidad.

El universo de estudio lo constituyeron empresas en El Salvador que desarrollan software como actividad principal o que poseen una unidad de tecnologías de la información (TI) responsables del desarrollo de software para uso interno. Se definieron como unidades de análisis: a) la empresa/unidad de TI y b) los informantes clave vinculados a las funciones de calidad del software. La selección de informantes clave respondió al principio de *conocimiento situado*, en tanto poseen experiencia directa y acceso a decisiones, prácticas y procesos relevantes para el fenómeno estudiado (Creswell, 2005).

Se incluyeron en el estudio empresas que cumplían con los siguientes criterios: i) reconocidas en el ecosistema TIC nacional; ii) ejecución de proyectos activos de desarrollo de software; y iii) con disponibilidad para participar en entrevistas con los roles previamente definidos. Estos criterios permitieron asegurar la pertinencia y riqueza de la información recolectada, en coherencia con los objetivos del estudio.

En cuando al tipo de muestreo y tamaño de la muestra, se utilizó un muestreo no probabilístico de tipo intencional, seleccionando aquellas empresas e informantes que pudieran aportar información significativa para el análisis. La selección se fundamentó en criterios metodológicos alineados con los objetivos de la investigación, priorizando la profundidad analítica y la variación entre contextos sobre la representatividad estadística (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018; Patton, 2015). Se implementó la estrategia recomendaciones en cadena, que consiste en identificar nuevos informantes a partir de las recomendaciones de los participantes que ya han sido entrevistados. Es decir, las primeras personas contactadas sugieren a otros posibles participantes que cumplen con las características necesarias para el estudio. Este método resulta útil cuando algunos perfiles son difíciles de localizar o de acceder. En este estudio, esta estrategia permitió identificar informantes claves adicionales mediante las recomendaciones de los primeros participantes (Mendieta Izquierdo, 2015; Osorio & Mariela, 2016).

Operativamente, se trabajó con cinco empresas del sector TIC, en las cuales se entrevistó a un total de siete personas que desempeñaban roles de: Project Manager, Gerente de Operaciones, Desarrolladores, líderes de unidad de TI y responsables de calidad. Si bien la denominación de los roles varió entre empresas, las funciones desempeñadas resultaron equivalentes en términos de responsabilidad y conocimiento del proceso de desarrollo de software. La selección de esta muestra responde a un muestreo intencional o por conveniencia, coherente con el enfoque cualitativo del estudio, en el que la representatividad no se sustenta en criterios estadísticos, sino en la relevancia y profundidad de la información proporcionada por los informantes clave. Los participantes fueron seleccionados en función de su experiencia directa en el proceso de desarrollo de software y su capacidad para ofrecer perspectivas complementarias desde distintos niveles de responsabilidad dentro de las organizaciones consultadas. El número final de entrevistas se definió de manera progresiva conforme se avanzó hacia la saturación de la

información, es decir, cuando las nuevas entrevistas dejaron de aportar elementos sustancialmente distintos para el análisis. En la investigación cualitativa, este criterio prioriza la riqueza analítica y la profundidad interpretativa de los datos sobre la cantidad de entrevistas realizadas, dado que el valor del análisis radica en la capacidad de los discursos recopilados para revelar las múltiples dimensiones del fenómeno estudiado (Creswell, 2005; Esquivel Grados, 2025; Izcara Palacios, 2014).

El acercamiento a las empresas se efectuó mediante el envío de correos institucionales dirigidos a responsables previamente identificados, en los cuales se solicitó formalmente su colaboración con el estudio. Posteriormente, se coordinó la participación de los informantes según los roles requeridos y se pactaron las fechas para la realización de las entrevistas. También se establecieron contactos a través de redes profesionales con estudiantes graduados que prestaban servicios en empresas desarrolladoras de software, así como mediante empresas vinculadas al Centro de Desarrollo de Software de la Universidad Gerardo Barrios (UGB), lo que facilitó el acceso a determinados casos.

Las entrevistas se realizaron en modalidad presencial o virtual según disponibilidad de las empresas participantes. En las entrevistas que se llevaron a cabo en modalidad virtual, se utilizó la plataforma Microsoft Teams, debido a que es una herramienta ampliamente utilizada en entornos organizacionales y disponible para el equipo investigador a través de licencias institucionales. Además de facilitar la comunicación sincrónica con los participantes, esta plataforma permitió grabar las sesiones y generar transcripciones automáticas del audio, lo cual contribuyó a optimizar el proceso de registro, organización y posterior análisis de la información cualitativa obtenida durante las entrevistas. Para las entrevistas presenciales, el equipo de investigación realizó visitas a las instalaciones de algunas empresas. En otros casos, los participantes optaron por realizar las entrevistas en las instalaciones de la UGB, donde se dispuso de espacio adecuados para su desarrollo, tales como un área de trabajo en la oficina de investigación y un laboratorio de software de la universidad. Estos espacios fueron seleccionados para ofrecer condiciones apropiadas de privacidad y comodidad a los participantes. Las sesiones tuvieron una duración promedio de 60 – 100 minutos y, previo consentimiento otorgado voluntariamente e informado, fueron grabadas en audio, con el fin de asegurar la fidelidad del registro.

La guía de entrevista se organizó en bloques temáticos correspondientes a las cinco dimensiones analíticas del estudio: Dimensión 1: Contexto de la empresa; Dimensión 2: Modelos y normas para auditorías y evaluaciones de calidad; Dimensión 3: Prácticas de Calidad en el Proceso; Dimensión 4: Prácticas de Calidad en el Producto; Dimensión 5: Prácticas de Calidad en el Equipo. Esta estructura permitió recabar información sobre los modelos/normas adoptadas, así como sobre las prácticas de calidad en proceso, producto y equipo. El diseño semiestructurado permitió adaptar el orden de las preguntas y profundizar en temas emergentes, en función de la experiencia y el rol del entrevistado. La información recolectada fue documentada mediante grabaciones y transcripción literales; las cuales fueron posteriormente anonimizadas para proteger la identidad de los participantes.

Análisis de datos: La fase de análisis de datos se desarrolló aplicando el método de análisis temático (Ahmed et al., 2025; Ortega, 2025), con el propósito de interpretar de manera sistemática

las prácticas de calidad en el desarrollo de software en empresas del sector TIC de El Salvador, a partir de entrevistas semiestructuradas.

El proceso inició con la revisión y preparación del corpus de análisis, conformado por siete transcripciones completas de entrevistas, las cuales fueron sometidas a una lectura exploratoria inicial para familiarizarse con el contenido, identificar la coherencia de las respuestas y garantizar la integridad de la información recolectada. Posteriormente, se realizó una lectura analítica individual de cada entrevista, durante la cual se identificaron y extrajeron unidades de significado relevantes (highlights), entendidas como fragmentos del discurso que reflejan experiencias, prácticas o decisiones relacionadas con la calidad en el desarrollo de software. Estas unidades de significado fueron vinculadas de manera explícita con las dimensiones, categorías e ítems definidos en la matriz de correspondencia, asegurando la trazabilidad entre los datos empíricos y el marco analítico del estudio.

Una vez completado el análisis individual de cada entrevista, se procedió a un análisis transversal, en el cual se compararon las unidades de significado identificadas en las siete entrevistas. Este proceso permitió reconocer patrones, similitudes y divergencias en las prácticas de calidad reportadas por los participantes, así como la identificación de temas emergentes no previstos inicialmente en el diseño del estudio. A partir de esta comparación sistemática, las categorías analíticas fueron refinadas y agrupadas en temas centrales, los cuales representan las principales prácticas de calidad implementadas en las áreas de proceso, producto y equipo de desarrollo.

Matriz de correspondencia entre pregunta de investigación, objetivos, dimensiones y diseño del instrumento

Como resultado de las fases de diseño y validación de la guía de entrevistas, se presenta a continuación la matriz de correspondencia que muestra la relación entre los elementos clave del instrumento de recolección de datos: la pregunta de investigación, los objetivos del estudio, las dimensiones de análisis, las categorías abordadas y los ítems formulados. Esta matriz permitió asegurar la coherencia interna del instrumento y garantizar la cobertura integral de los aspectos definidos para el estudio.

Con el fin de facilitar la comprensión de algunos conceptos utilizados en los ítems del instrumento, es pertinente señalar que se emplearon términos técnicos propios de las prácticas contemporáneas de ingeniería de software, entre ellos *pipelines de CI/CD*, *control de versiones* y *Definition of Done*. Para efectos de claridad, los *pipelines de CI/CD* (*Continuous Integration / Continuous Delivery*) se refieren a procesos automatizados que permiten integrar, probar y desplegar código de manera continua durante el ciclo de desarrollo. Por su parte, el *control de versiones* corresponde al uso de herramientas que permiten gestionar y registrar los cambios realizados en el código fuente a lo largo del tiempo. Asimismo, el término *Definition of Done* hace referencia al conjunto de criterios previamente establecidos que un incremento de software debe cumplir para considerarse completo y listo para su entrega dentro del proceso de desarrollo. Cabe destacar que los participantes del estudio desempeñan roles técnicos dentro del proceso de desarrollo de software y, por tanto, se encuentran familiarizados con este tipo de terminología.

Tabla 5

Matriz de correspondencia entre pregunta de investigación, objetivos y dimensiones de análisis

Pregunta de investigación	Objetivos	Dimensión y categoría	Ítem	Propósito del ítem
¿Cómo implementan y gestionan las empresas del sector TIC en El Salvador las prácticas en el desarrollo de software para asegurar la calidad del proceso, producto y equipo?	**Objetivo E01** Identificar los modelos y normas utilizados por las empresas del sector TIC en El Salvador para llevar a cabo auditorías y evaluaciones de calidad.	**Dimensión 1: Contexto de la empresa** • Tipo de **producto** o **servicio**.	1. ¿Podría **describir** los principales **productos** o **servicios** de software que **ofrecen?**	Contextualizar los productos y servicios que desarrolla la empresa para analizar cómo su portafolio influye en la naturaleza de las prácticas de calidad adoptadas.
		• **Mercados** locales y regionales	2. ¿Cuáles son los **mercados** nacionales o internacionales a los que se **dirige**?	Explorar el alcance geográfico de la empresa y comprender cómo las exigencias de los mercados locales o internacionales condicionan la adopción de normas y estándares de calidad.
		• **Trayectoria** de la empresa	3. ¿Cuántos años de **trayectoria** tiene la empresa en proyectos de **desarrollo de software**?	Analizar cómo la antigüedad y experiencia de la empresa se relacionan con la implementación y evolución de sus prácticas de calidad.

Pregunta de investigación	Objetivos	Dimensión y categoría	Ítem	Propósito del ítem
		Dimensión 2: Modelos y normas para auditorías y evaluaciones de calidad • Modelos y normas de **referencia**	1. ¿Qué **modelos**, **normas** o **estándares** (por ejemplo, **ISO/IEC**, **CMMI**, **COBIT**) **utiliza** su empresa para **auditar** o **certificar** la **calidad** de **proceso de desarrollo software**?	Identificar los marcos normativos adoptados para evaluar hasta qué punto dichos marcos están institucionalizados.
			2. ¿La empresa cuenta con **certificaciones o acreditaciones** que **avalen** su proceso de desarrollo de software?	Registrar la existencia certificaciones/acreditaciones, para analizar su relación con la formalización de procesos y las exigencias contractuales o de mercado.
			3. Si es así, ¿podría compartir cuáles son y qué impacto tienen en sus proyectos?	Analizar el impacto operativo y estratégico de las certificaciones (por ejemplo, cambios en procesos, requisitos para clientes, entre otros) y cómo estos influyen en resultados de proyecto y prácticas internas de calidad.
		• Desafíos	4. ¿Cuáles han sido los principales **desafíos** al **implementar** estos **modelos** o **normas?**	Identificar las barreras técnicas, organizativas o económicas enfrentadas durante la adopción de modelos/normas y extraer lecciones que expliquen

Pregunta de investigación	Objetivos	Dimensión y categoría	Ítem	Propósito del ítem
				variaciones en la implementación entre empresas.
		• **Mejoras** y lecciones aprendidas	5. ¿Qué **mejoras o beneficios** concretos ha obtenido la empresa tras **la implementación de los modelos o normas**?	Documentar las mejoras percibidas y atribuibles a la adopción normativa, para evaluar la eficacia percibida y su correspondencia con los objetivos organizacionales.
			6. ¿Existen **evidencias cuantitativas** que respalden dichas mejoras?	Recabar y valorar la existencia de evidencias cuantitativas (métricas antes/después, indicadores) que permitan triangulación entre percepciones y datos medibles sobre el efecto de la adopción normativa.
		• Criterios y métricas de **evaluación**	7. ¿Qué **métricas** o **indicadores** (por ejemplo, **densidad de defectos**, **cobertura de pruebas**) **forman** parte de sus **evaluaciones** y cómo se **establecen** sus **niveles de cumplimiento**?	Identificar el uso de indicadores en las auditorías/evaluaciones, umbrales y procedimientos de verificación y evaluar si dichos criterios permiten medir de forma válida y accionable la calidad de proceso.

Pregunta de investigación	Objetivos	Dimensión y categoría	Ítem	Propósito del ítem
	Objetivo E02 Conocer cómo las empresas del sector TIC en El Salvador están implementando prácticas de calidad en tres áreas clave: proceso, producto y equipo.	**Dimensión 3: Prácticas de Calidad en el Proceso** • Selección y **adaptación** metodológica	1. ¿Qué **metodología(s)** para la gestión del proceso de desarrollo (Scrum, Kanban, híbrido) **utilizan**?	Analizar qué metodologías emplea la empresa y su nivel de formalidad en el proceso de desarrollo.
			2. ¿Cómo han adaptado ceremonias, roles y artefactos para reforzar la calidad? 3. ¿Qué factores (cliente, tipo de proyecto, equipo) influyen en la adaptación de metodologías que aplican en la gestión del desarrollo de sus productos y servicios?	Explorar cómo se personalizan prácticas (ceremonias, roles, artefactos) en función de la calidad, y conocer si dichas adaptaciones responden a necesidades del cliente o a la cultura organizacional.
		• Automatización y **control de versiones**	4. **¿Integran pipelines** de **CI/CD** y prácticas de **control de versiones** en su **flujo de trabajo** para **mejorar** la **calidad**?	Examinar el uso de integración continua, entrega continua y control de versiones como mecanismos para prevenir errores, aumentar la trazabilidad y garantizar estabilidad en el desarrollo.
			5. ¿Qué **métricas** de **proceso monitorean**?	**Identificar** qué métricas de proceso se priorizan.

Pregunta de investigación	Objetivos	Dimensión y categoría	Ítem	Propósito del ítem
		• Monitoreo de **indicadores** de proceso	6. ¿Cómo monitorean las métricas indicadas anteriormente?	
			7. **¿Cómo responden** a **desviaciones**?	
		• **Gestión** de **riesgos** y desviaciones	8. ¿Qué mecanismos o prácticas utilizan para **identificar los riesgos** en el proceso de desarrollo software?	Explorar cómo la empresa identifica, analiza y mitiga los riesgos en el proceso de desarrollo, para comprender de qué manera estas prácticas inciden en la calidad del producto y en el cumplimiento de los plazos de entrega.
			9. Una vez identificados, ¿cómo realizan **el análisis de esos riesgos** para determinar su posible impacto en la calidad del producto?	
			10. ¿Qué acciones o estrategias aplican para **mitigar los riesgos** y asegurar el cumplimiento de los plazos de entrega?	

Pregunta de investigación	Objetivos	Dimensión y categoría	Ítem	Propósito del ítem
		• **Retroalimentación** y mejora continua	11. ¿Qué **prácticas/herramientas** (retrospectivas, lecciones aprendidas, auditorías) **utilizan** para **capturar aprendizajes** y **optimizar** sus **procesos**?	Analizar los mecanismos formales e informales de aprendizaje y valorar su efectividad en la optimización de procesos y la consolidación de una cultura de calidad.
		Dimensión 4: Prácticas de Calidad en el Producto • Definición de criterios de aceptación	1. ¿Qué **modelos** o **guías** (ISO 25010, Definition of Done) **orientan** sus **criterios** de **aceptación**? 2. ¿Cómo **validan** su **cumplimiento**?	Identificar qué modelos o guías sustentan los criterios de aceptación y cómo se verifican esos criterios en la práctica, para evaluar la coherencia entre los estándares definidos y su aplicación efectiva en las entregas de producto.

Pregunta de investigación	Objetivos	Dimensión y categoría	Ítem	Propósito del ítem
		• **Estrategias** y tipos de **pruebas**	3. ¿Qué **tipos de pruebas** (unitarias, integración, carga, seguridad) **aplican**?	Identificar los distintos tipos de pruebas implementadas (unitarias, integración, aceptación, automatizadas, de seguridad, entre otras) y comprender su contribución a la confiabilidad y robustez del software.
			4. ¿Qué **herramientas** utilizan para aplicar las pruebas y en qué **etapas** del **desarrollo la realizan**?	
		• Gestión de **requisitos** y trazabilidad	5. ¿Cómo **documentan** y **aseguran** la **trazabilidad** de **requerimientos** y **diseño** para **evitar** incongruencias?	Evaluar los mecanismos de documentación y trazabilidad entre requisitos y diseño para identificar riesgos de inconsistencia y la capacidad del equipo para mantener la integridad funcional durante cambios y versiones.
		• Política de **deuda técnica**	6. ¿Qué **criterios** usan para **identificar**, **priorizar** y **corregir** la **deuda técnica** sin **afectar** las **entregas**?	Entender cómo **gestionan** la **deuda técnica** y **priorizan refactorizaciones en el código** y valorar cómo estas decisiones impactan en la planificación de entregas y en la calidad sostenida del producto.

Pregunta de investigación	Objetivos	Dimensión y categoría	Ítem	Propósito del ítem
		• Incorporación de **feedback** del usuario	7. ¿Qué **canales** (demos, encuestas, pruebas piloto) **usan** para **recopilar feedback** de los usuarios y cómo se **refleja** en **versiones** subsecuentes?	Conocer los mecanismos de **validación** y **mejora** del **producto** basado en **usuarios** y cómo esa retroalimentación se integra en iteraciones posteriores, en la mejora del producto y en la satisfacción del usuario.
		Dimensión 5: Prácticas de Calidad en el Equipo • **Estructura organizativa y roles**	1. ¿Cómo están **distribuidos roles** y **responsabilidades** relacionadas a la calidad de software en el **equipo** de **desarrollo**?	Explorar la asignación de roles y responsabilidades vinculadas a la calidad dentro del equipo de desarrollo, para evaluar cómo la estructura organizativa favorece o limita la implementación y sostenibilidad de prácticas de calidad.
		• **Formación y** desarrollo de **competencias**	2. ¿Qué **programas** de **formación**, **certificaciones** o **comunidades de práctica** promueve la empresa para su personal relacionadas a la **calidad?**	Conocer las iniciativas de formación, certificación y comunidades de práctica orientadas a calidad, y valorar su alcance e impacto en el desarrollo de competencias técnicas y culturales que sostienen la calidad del software.

Pregunta de investigación	Objetivos	Dimensión y categoría	Ítem	Propósito del ítem
		• Comunicación y colaboración	3. ¿Qué **prácticas/herramientas** (reuniones diarias, tableros virtuales) **emplean** para **fomentar** la **colaboración** y **transparencia del equipo**?	Identificar las prácticas y herramientas de comunicación y colaboración utilizadas por el equipo, y analizar cómo esas dinámicas inciden en la coordinación, detección temprana de problemas y calidad de las entregas.
		• Métricas de desempeño y bienestar	4. ¿Qué **métricas** (velocidad de sprint, calidad de entregas, satisfacción interna) **monitorean**? 5. ¿Cómo **reaccionan** a **resultados** atípicos?	Explorar cuáles métricas de desempeño y bienestar se monitorean y qué acciones se implementan frente a resultados atípicos, con el fin de evaluar su capacidad para sostener productividad y bienestar que repercutan positivamente en la calidad del trabajo.
		• Gestión de errores y aprendizaje colectivo	6. ¿Cómo **registran** y **comparten aprendizajes** luego de **errores** o **incidencias?** 7. ¿Qué **acciones** toman para **prevenir** su **recurrencia**?	Explorar qué mecanismos de registro, difusión y sistematización de aprendizajes tras errores o incidentes, y las medidas adoptadas, para valorar el aprendizaje y su efecto en la mejora continua de la calidad.

Tabla 6

Tabla resumen del instrumento de entrevista

Dimensión	Categorías	N.º de Ítems	Objetivo específico relacionado
Dimensión 1: Contexto de la empresa	Tipo de producto o servicio, mercados locales/regionales, trayectoria de la empresa.	3	Objetivo E01
Dimensión 2: Modelos y normas para auditorías y evaluaciones de calidad	Modelos y normas de referencia, desafíos, mejoras/lecciones aprendidas, criterios y métricas de evaluación.	7	Objetivo E01
Dimensión 3: Prácticas de Calidad en el Proceso	Selección y adaptación metodológica, automatización y control de versiones, monitoreo de indicadores de proceso, gestión de riesgos y desviaciones, retroalimentación y mejora continua.	11	Objetivo E02
Dimensión 4: Prácticas de Calidad en el Producto	Definición de criterios de aceptación, estrategias y tipos de pruebas, gestión de requisitos y trazabilidad, política de deuda técnica, incorporación de feedback del usuario.	7	Objetivo E02
Dimensión 5: Prácticas de Calidad en el Equipo	Estructura organizativa y roles, formación y desarrollo de competencias, comunicación y colaboración, métricas de desempeño y bienestar, gestión de errores y aprendizaje colectivo.	7	Objetivo E02

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

El análisis temático realizado a partir de las siete entrevistas permitió comprender en profundidad cómo las empresas del sector TIC salvadoreño implementan prácticas de calidad en el desarrollo de software. A partir de las unidades de significado identificadas, se evidenciaron patrones comunes, variaciones significativas y temas emergentes que revelan el grado de formalización de las prácticas, las limitaciones contextuales y las estrategias adaptativas adoptadas por las empresas para responder a las exigencias del mercado y de los clientes.

Los hallazgos muestran que la calidad del software se concibe, en la mayoría de los casos, como un cumplimiento funcional orientado al cliente, más que como un sistema normativo robusto. Esto se refleja en expresiones como: "*Verificamos que sea de acuerdo a lo que el cliente pide"*, lo que indica que la validación se centra principalmente en la satisfacción del usuario final y no necesariamente en la adopción de estándares internacionales de calidad. Este resultado contribuye al cumplimiento del objetivo general del estudio, al evidenciar el estado actual de la implementación de prácticas de calidad en las empresas participantes del estudio pertenecientes al sector TIC en el Salvador. Asimismo, aporta al segundo objetivo específico, al mostrar que las prácticas de aseguramiento de calidad se orientan predominantemente a la validación funcional del producto, más que a la aplicación sistemática de marcos normativos o modelos formales de calidad en los procesos de desarrollo.

1. Patrones comunes en las prácticas de calidad

Ausencia de certificaciones formales y predominio de prácticas empíricas

Un hallazgo transversal es la falta de certificaciones internacionales en la mayoría de las empresas. Exceptuando una empresa que aplica el estándar ISTQB (International Software Testing Qualifications Board), orientado a la certificación de profesionales y buenas prácticas en pruebas de software, las demás reconocen que no cuentan con procesos formalizados. Como expresó un participante: *"No lo tiene bien establecido… verificamos que sea de acuerdo a lo que el cliente pide"*. Otro entrevistado afirmó: *"No tenemos ninguna certificación en base a ISO o algo en la parte esa"* Esta situación evidencia que la calidad se entiende más como una práctica empírica que como un sistema normativo.

Adopción parcial de metodologías ágiles

Todas las empresas mencionan el uso de Scrum o híbridos (Scrum-Kanban), pero con adaptaciones significativas. Las ceremonias y artefactos se flexibilizan para ajustarse a la dinámica del cliente y a la disponibilidad del equipo. Un entrevistado señaló: *"Tomamos en cuenta Scrum, aunque no aplicamos todos los escenarios"*. Otro agregó: *"Usamos Scrum, sprints de una semana, pero terminamos viernes porque no trabajamos sábado*". Estas adaptaciones reflejan una implementación pragmática, donde la agilidad se interpreta como flexibilidad operativa más que como rigor metodológico.

Pruebas manuales como práctica dominante

En el ámbito del producto, las pruebas manuales (exploratorias, funcionales, de carga) son recurrentes en todas las empresas, incluso en aquellas con mayor madurez. Un participante comentó: *"Más que todo manual, hacemos pruebas exploratorias, también prueba de estrés". Otro indicó: "Usamos pruebas unitarias y exploratorias, de forma manual".* Aunque se mencionan herramientas como Postman y, en casos aislados, Selenium, la automatización no es una práctica consolidada: *"Queríamos meter automatización con Selenium, pero lo dejamos por incompatibilidad"* Esto sugiere una brecha entre el discurso de calidad y la capacidad técnica para sostener procesos automatizados.

2. **Variaciones entre empresas**

Grado de formalización

La heterogeneidad entre las empresas analizadas es evidente. Mientras una empresa con más de dos décadas de experiencia integra métricas de cobertura (97%-99%) y herramientas avanzadas como JIRA, SonarQube y GitLab, otras operan con controles básicos, como repositorios en Git y seguimiento de actividades mediante hojas de cálculo. Un entrevistado explicó: *"Tenemos métricas en SonarQube, si no cumple el 97% no pasa a producción".* En contraste, otro señaló: *"Lo hacemos en base a comentarios en el código y Asana, no tenemos métricas".*

Esta diferencia evidencias distintos niveles de formalización en la gestión de calidad del software y se relacionan con factores como la trayectoria organizacional y el tipo de mercado, observándose que las empresas que trabajan con clientes internacionales tienden a adoptar prácticas más estructuradas. Este hallazgo contribuye al cumplimiento de los objetivos específicos del estudio, al permitir identificar los modelos y prácticas utilizados por las empresas, entre ellos marcos ágiles como Scrum y esquemas de certificación asociados a pruebas como ISTQB, así como evidenciar la limitada adopción de modelos formales de calidad ampliamente reconocidos, como ISO o CMMI, lo que permite describir el nivel actual de implementación de prácticas de calidad en los procesos de desarrollo de software de las empresas participantes.

Gestión de riesgos y mejora continua

En la mayoría de los casos, la gestión de riesgos es reactiva y no documentada. *"No tenemos un plan de mitigación, lo resolvemos en reuniones rápidas"* Sin embargo, en la empresa más formalizada se observa un enfoque preventivo con protocolos para detener despliegues cuando no se cumplen umbrales de calidad: *"Si SonarQube marca menos del umbral, se detiene el despliegue"*. Este contraste revela que la cultura organizacional y la presión del cliente son factores determinantes en la implementación de prácticas sistemáticas.

3. **Temas emergentes no previstos**

Sobrecarga de roles y polivalencia

Un tema emergente es la multifuncionalidad del personal. En varias empresas, los Project Managers asumen tareas de QA (Quality Assurance o aseguramiento de la calidad), además de responsabilidades relacionadas con el diseño funcional y la comunicación con

el cliente. Esta sobrecarga, expresada en frases como *"Yo soy PM, analista de calidad y Scrum Master"*, refleja una estructura organizativa limitada que impacta la calidad y la sostenibilidad del proceso.

Dependencia de herramientas gratuitas y limitaciones presupuestarias

La preferencia por versiones gratuitas de herramientas (Slack, Asana) y la ausencia de inversión en formación formal son indicadores de limitaciones económicas. *"Usamos Slack gratuito y Asana free, no hemos visto la necesidad de pagar".* Aunque algunas empresas ofrecen la posibilidad de tomar cursos en línea, no existe una política sistemática de capacitación, *"Si alguien quiere aprender, le damos acceso a un curso, pero no hay plan formal".*

4. **Análisis por áreas clave**

Procesos
Predomina la gestión ágil adaptada, con planificación en sprints cortos y uso de tableros digitales. *"Tenemos un tablero propio tipo Trello para gestionar proyectos"* Sin embargo, la falta de métricas estandarizadas y la escasa integración de CI/CD en la mayoría de los casos evidencian un bajo nivel de madurez: *"No tenemos pipelines, todo es manual"*

Producto
Las pruebas se concentran en etapas finales, con escasa trazabilidad y automatización. *"Validamos al final con el cliente, no tenemos pruebas automatizadas"*. La validación se orienta a la satisfacción del cliente más que a criterios normativos, lo que incrementa el riesgo de defectos en producción.

Equipo
La estructura organizativa es funcional pero poco especializada. *"Todos podemos hacer todo, para no depender de uno solo"*. La formación depende de iniciativas individuales o cursos básicos, salvo en la empresa que lidera la adopción de ISTQB, donde se observa una cultura de certificación. *"Tenemos testers certificados y damos cursos internos".*

Hallazgos complementarios y aportes emergentes

Además de los patrones comunes y variaciones previamente analizados, el estudio reveló hallazgos adicionales que enriquecen la comprensión del estado actual de las prácticas de calidad en el desarrollo de software en empresas TIC salvadoreñas. Estos aportes emergentes permiten identificar factores culturales, organizacionales y estratégicos que influyen en la implementación de procesos orientados a la calidad.

1. **Vinculación academia–empresa como catalizador de innovación**

Un hallazgo relevante es el papel que desempeñan los conocimientos adquiridos en la universidad y las experiencias de pasantías en la mejora de procesos internos. Varios entrevistados indicaron que su formación académica les permitió proponer prácticas que no existían en la empresa: *"Cuando ingresé, propuse la implementación de prácticas que aprendí en la universidad porque vi que no había un estándar de control de calidad".*

Asimismo, la experiencia en entornos reales durante las pasantías fortaleció su capacidad para adaptarse y generar cambios: *"Lo que aprendí en las pasantías me ayudó a entender cómo funcionan los proyectos reales y eso me permitió proponer mejoras".*

Este hallazgo sugiere que la colaboración universidad-empresa es un factor estratégico para la transferencia de conocimiento y la innovación en procesos de calidad.

2. **Factores culturales y resistencia al cambio**

La cultura organizacional influye significativamente en la adopción de prácticas formales. Algunos participantes expresaron que la documentación y protocolos son percibidos como tareas adicionales que restan agilidad: *"No tenemos protocolos porque sentimos que es más trabajo".* Esta percepción limita la implementación de estándares y refuerza la preferencia por soluciones rápidas orientadas al cliente.

3. **Impacto de las limitaciones presupuestarias**

Las restricciones financieras condicionan la adopción de herramientas y certificaciones. Se observó una dependencia de versiones gratuitas y ausencia de inversión en formación formal: *"Usamos Slack gratuito y Asana free, no hemos visto la necesidad de pagar".* Otro participante comentó: *"No hay presupuesto para certificaciones, todo lo aprendemos sobre la marcha"*. Estas limitaciones reducen la posibilidad de implementar procesos robustos y afectan la profesionalización del equipo.

4. **Innovación interna y desarrollo de herramientas propias**

Ante la falta de recursos, algunas empresas optan por crear soluciones internas para gestionar proyectos: *"Creamos un tablero propio tipo Trello para gestionar proyectos"*. Este comportamiento refleja resiliencia organizacional y capacidad de adaptación, aunque no garantiza el cumplimiento de estándares internacionales.

5. **Brecha entre discurso y práctica**

Se identificó una discrepancia entre lo declarado y lo ejecutado. Aunque las empresas mencionan metodologías ágiles y automatización, su aplicación es parcial: *"Tomamos en cuenta Scrum, aunque no aplicamos todos los escenarios", "Queríamos meter automatización con Selenium, pero lo dejamos por incompatibilidad".* Esta brecha evidencia la necesidad de fortalecer la coherencia entre las políticas declaradas y las prácticas reales.

Visualización de términos recurrentes

Con el objetivo de complementar el análisis temático y ofrecer una representación intuitiva de los conceptos más mencionados por los participantes, se elaboró una nube de palabras a partir de las transcripciones de las entrevistas realizadas. Esta visualización permite identificar de manera sintética los términos que aparecen con mayor frecuencia en el discurso de los participantes,

facilitando al lector una aproximación rápida a los temas que estructuran las prácticas de calidad en las empresas analizadas.

En la nube de palabras, el tamaño de cada término refleja su frecuencia de aparición en las entrevistas, lo que permite observar de forma intuitiva los conceptos que ocupan un lugar central en las narrativas de los participantes. Entre los términos más destacados se encuentran aquellos relacionados con la gestión de procesos, la adopción parcial de metodologías ágiles y la predominancia de pruebas manuales. Asimismo, la presencia de términos como certificación, ISTQB, pasantías y universidad evidencia la relevancia de la formación académica y la vinculación academia - empresa como hallazgo emergente del estudio. De este modo, la visualización complementa es análisis cualitativo al ofrecer una síntesis visual de los patrones discursivos identificados en las entrevistas (Braun & Clarke, 2019).

Figura 1

Nube de palabras generada a partir de transcripciones de las entrevistas realizadas.


istqb
certificación
herramientas
git
desarrollo
slack
sprints
metodología
cambio
vinculación
presupuesto
equipo
riesgos
proyecto
adaptación
universidad
jira
requerimientos
roles
postman
sonarqube
asana
manuales
calidad
proceso
cliente
pasantías
hosting
pruebas
control
entregables
scrum
documentación
capacitación
comunicación

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los hallazgos del estudio evidencian una brecha significativa entre las prácticas declaradas y la formalización de procesos de calidad en las empresas TIC salvadoreñas. Si bien todas las empresas mencionan la adopción de metodologías ágiles como Scrum, su implementación es parcial y adaptada, lo que coincide con estudios previos que señalan que en entornos latinoamericanos la agilidad se interpreta más como flexibilidad que como rigor metodológico (Paez et al., 2018). Esta adaptación pragmática responde a limitaciones contextuales como la falta de recursos y la presión por cumplir plazos, lo que reduce la aplicación completa de ceremonias y artefactos.

En este contexto, Arzuaga Mejía (2025) sostiene que la adopción de metodologías ágiles debe entenderse como un cambio sistémico y no únicamente como la aplicación técnica de marcos, lo que refuerza la necesidad de avanzar hacia un enfoque integral que articule cultura, tecnología y talento, tal como se observa en los ecosistemas europeos. (Arzuaga Mejía, 2025).

Por otra parte, la ausencia de certificaciones internacionales (CMMI, ISO/IEC 25000) en la mayoría de las empresas contrasta con las recomendaciones de organismos internacionales que establecen que la formalización de procesos es clave para la competitividad (PMI, 2025). Solo una empresa reporta la aplicación del estándar ISTQB, lo que confirma la baja penetración de marcos normativos en la región, en línea con lo reportado por estudios sobre madurez de procesos en América Latina (Coque-Villegas et al., 2017; Suárez Urresti & León Rodríguez, 2019).

Respecto a las prácticas en el producto, predominan las pruebas manuales (exploratorias, funcionales, de carga), con escasa automatización. Esto representa una brecha frente a los lineamientos que enfatizan la necesidad de pruebas sistemáticas para garantizar atributos como fiabilidad y mantenibilidad (ISO 25000, 2024). Aunque se mencionan herramientas como Postman y Selenium, su uso es limitado, lo que coincide con expertos que identifican la automatización de pruebas como un objetivo en constante evolución (Behera, 2025).

En la dimensión del equipo, se observa polivalencia y sobrecarga de roles, donde los Project Managers asumen funciones de QA y gestión de riesgos. Esta práctica, aunque funcional en contextos de recursos limitados, contradice las recomendaciones sobre la separación de responsabilidades para asegurar la calidad (Estrada Guzmán & Pérez Negrón, 2017). Además, la formación especializada es escasa, salvo en la empresa con certificación ISTQB, lo que refuerza la necesidad de programas de capacitación continua, tal como sugieren estudios sobre competencias en ingeniería de software (Alves de Andrade et al., 2025).

Los hallazgos complementarios revelan que la calidad del software no depende únicamente de la adopción de metodologías, sino también de factores culturales, económicos y de transferencia de conocimiento. La vinculación academia-empresa emerge como un elemento clave para impulsar la innovación y la profesionalización del sector TIC, evidenciando cómo las competencias adquiridas en la universidad y su transferencia mediante experiencias formativas y mecanismos de colaboración con la industria (pasantías) actúan como catalizadores para la mejora de prácticas organizacionales y de calidad en las empresas. Este hallazgo coincide con estudios sobre la colaboración universidad-empresa en contextos latinoamericanos, como el de García-Hurtado et al. (2022), en el cual destaca que la articulación entre instituciones académicas y el sector

productivo constituye un factor determinante para la creación de conocimiento, la innovación y el fortalecimiento de capacidades organizacionales.

Los hallazgos obtenidos sugieren que el sector TIC salvadoreño presenta características asociadas a una fase de transición hacia la formalización de procesos, marcada por la adopción parcial de metodologías ágiles y la ausencia de certificaciones internacionales. Estas limitaciones, sumadas a factores culturales y presupuestarios, restringen la consolidación de una cultura de calidad. Si bien este análisis cualitativo permite identificar tendencias, no constituye una medición formal de madurez; por ello, se recomienda que futuras investigaciones incorporen modelos estandarizados para evaluar el nivel de madurez con mayor precisión. Asimismo, se plantea la necesidad de estrategias integrales que incluyan formación especializada, automatización de pruebas y fortalecimiento de la vinculación academia-empresa como catalizadores para la innovación y la sostenibilidad del sector.

Recomendaciones para futuras investigaciones:

A partir de los hallazgos obtenidos y considerando las características del sector TIC salvadoreño, se proponen las siguientes líneas de investigación que permitirán ampliar el conocimiento y generar soluciones estratégicas para la mejora de la calidad del software:

- Estudios comparativos sobre madurez de procesos en diferentes países de Centroamérica, con el fin de identificar brechas regionales y oportunidades de cooperación para la adopción de estándares internacionales.
- Análisis del impacto económico de la certificación en normas internacionales (ISO, CMMI, ISTQB) en la competitividad de las empresas TIC, evaluando su relación con la retención de clientes, acceso a mercados internacionales y sostenibilidad financiera.
- Evaluación de la efectividad de programas de formación en aseguramiento de calidad (QA) y metodologías ágiles, midiendo su influencia en la reducción de defectos, mejora de productividad y satisfacción del cliente.
- Diseño de una guía de madurez para la integración de prácticas ágiles y de calidad en startups y pymes tecnológicas en fase de crecimiento, que permita trasladar los hallazgos teóricos a un instrumento práctico y contextualizado para el sector TIC salvadoreño.

AGRADECIMIENTOS

Se expresa un sincero agradecimiento a los profesionales y representantes de las empresas del sector de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) que participaron voluntariamente en las entrevistas realizadas para esta investigación. Su disposición para compartir experiencias y prácticas relacionadas con la calidad en el desarrollo de software fue fundamental para la obtención de los hallazgos presentados en este informe. De igual manera, se reconoce el apoyo institucional brindado por la Universidad Gerardo Barrios en la promoción de iniciativas de investigación orientadas al fortalecimiento del vínculo entre la academia y el sector productivo en el país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmed, S. K., Mohammed, R. A., Nashwan, A. J., Ibrahim, R. H., Abdalla, A. Q., M. Ameen, B. M., & Khdhir, R. M. (2025). Using thematic analysis in qualitative research. *Journal of Medicine, Surgery, and Public Health*, *6*, 100198. https://doi.org/10.1016/j.glmedi.2025.100198

Alves de Andrade, B., Siqueira, R., Gomes, L. C. S., Oliveira, A., & Monteiro Ribeiro, D. (2025). A Mapping Study About Training in Industry Context in Software Engineering. *Anais do XXXIX Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, *1*, 427–437. https://doi.org/10.5753/sbes.2025.10420

Arzuaga Mejía, R. G. (2025). Metodologías ágiles como herramienta para la transformación y competitividad empresarial en entornos dinámicos. *European Public & Social Innovation Review*, *11*, 1–17. https://doi.org/10.31637/epsir-2026-2241

Behera, S. (2025). *Test Automation Challenges You Can't Ignore in 2025*. https://dev.to/satya_prakash/test-automation-challenges-you-cant-ignore-in-2025-2c8k

Braun, V., & Clarke, V. (2019). Reflecting on reflexive thematic analysis. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, *11*(4), 589–597. https://doi.org/10.1080/2159676X.2019.1628806

Caicedo Goyes, F. L. (2023). Mejora de la calidad del software a través de la integración y entrega continua. *REVISTA ODIGOS*, *4*(2), 45–55. https://doi.org/10.35290/RO.V4N2.2023.899

Callejas-Cuervo, M., Alarcón-Aldana, A. C., & Álvarez-Carreño, A. M. (2017). Modelos de calidad del software, un estado del arte. *Entramado*, *13*(1), 236–250. https://doi.org/https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25125

Canosa, A. (2024). *Informe mundial de calidad de software*. https://academiadetesting.com/informe-mundial-de-calidad-de-software/?srsltid=AfmBOoqPoc-dZChnJxMIHTjIpABE1jNTN8m00r83G-EOWk4KIJIDL7q4

CMMI Institute. (2025). *¿Qué es CMMI?* https://cmmiinstitute.com/

Coque-Villegas, S., Jurado-Vite, V., Avendaño-Sudario, A., & Pizarro-Vásquez, G. (2017). Análisis de experiencias de mejora de procesos de desarrollo de software en PYMEs. // Analysis of experiences of improvement of software development processes in SMEs. *Ciencia UNEMI*, *10*(25), 13–24. https://doi.org/https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol10iss25.2017pp13-24p

Creswell, J. W. (2005). *QUALITATIVE INQUIRY AND RESEARCH DESIGN Investigación Cualitativa y Diseño Investigativo CHOSING AMONG FIVE TRADITIONS Selección entre cinco tradiciones*. https://academia.utp.edu.co/seminario-investigacion-II/files/2017/08/INVESTIGACION-CUALITATIVACreswell.pdf

De Silva, D. I., Pabasara, W., Sangkavi, S., Lgatd, W., Wmkh, W., C Pabasara, W. A., & Sangkavi, S. V. (2023). The Effectiveness of Code Reviews on Improving Software Quality: An Empirical Study. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 2277–3878. https://doi.org/10.35940/ijrte.B7666.0712223

Economía Digital El Salvador. (2024). *Servicios de tecnologías de información (IT) archivos*. https://edigital.economia.gob.sv/departamentos/san-salvador/?municipios=san-salvador&categorias_servicios=servicios-de-tecnologias-de-informacion-it&tipo_empresa=empresas

ElSalvador.com. (2025). *UGB impulsa el talento global desde su CDS en Usulután*. https://www.elsalvador.com/noticias/nacional/ugb-el-salvador-educacion-superior-estudiantes-contenido-patrocinado/1239493/2025/

ESEN. (2023). *Industria de desarrollo de software en El Salvador*. https://www.esen.edu.sv/industria-de-desarrollo-de-software-en-el-salvador/

Esquivel Grados, J. (2025). Saturación de la información. Tamaño de muestra según diseños de investigación cualitativa. *EDUTECH REVIEW*, *10*(1). https://doi.org/10.62701/revedutech.v10.5460

Estrada Guzmán, E. E., & Pérez Negrón, A. P. (2017). Influencia de los Roles de Equipo en las Actividades del Desarrollador de Software - Team role influences in software development activities. *ReCIBE, Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica*, *2*(1). https://doi.org/10.32870/recibe.v2i1.10

Forrester. (2025). *Amid The AI Hype, Agile Still Remains Relevant In 2025*. https://www.forrester.com/blogs/amidst-the-ai-hype-agile-still-remains-relevant-in-2025/

Fregnan, E., Petrulio, F., & Bacchelli, A. (2022). The evolution of the code during review: an investigation on review changes. *Empirical Software Engineering*, *27*(7). https://doi.org/10.1007/s10664-022-10205-7

García-Mireles, G. A., Peña Olivero, N., & Avila-George, H. (2024). DevOps y la Medición de la Calidad del Producto de Software: Hallazgos Preliminares DevOps and Software Product Quality Measurement: Preliminary Findings. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, *2024*(53), 37–52. https://doi.org/10.17013/risti.53.37-52

Garzás, J. (2012). *No es lo mismo calidad del producto software, que calidad del proceso software, que calidad del equipo.* https://javiergarzas.com/2012/08/calidad-del-producto-software-proceso-equipo.html

Gertrudix, M., & Gertrudis, M. del C. (2025). *Tema 2: Metodologías ágiles y herramientas colaborativas*. https://proyectos.comunicaciondigital.es/t2-metodologias-agiles/

Gonçalves, W. F., De Almeida, C. B., De Araújo, L. L., Ferraz, M. S., & Xandú, R. B. (2017). The Influence of Human Factors on the SoftwareTesting Process. *IEEE Xplore*, 1–6. https://doi.org/https://doi.org/10.23919/CISTI.2017.7975873

González-Veja, A. M. del C., Sánchez, R. M., Salazar, A. L., & Salazar, G. L. L. (2022). The qualitative interview as a research technique in the study of organizations. *New Trends in Qualitative Research*, *14*. https://doi.org/10.36367/NTQR.14.2022.E571

Hecker, J., & Kalpokas, N. (2024). *Guía fundamental de la investigación cualitativa - Parte 1: Conceptos básicos*. https://atlasti.com/es/guias/guia-investigacion-cualitativa-parte-1/entrevistas

Hernández, G., Martínez, Á., Jiménez, R., & Jiménez, F. (2019). Métricas de productividad para equipo de trabajo de desarrollo ágil de software: una revisión sistemática. *TecnoLógicas*, *22*, 63–81. https://doi.org/10.22430/22565337.1510

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill. https://biblioteca.ucuenca.edu.ec/digital/s/biblioteca-digital/ark:/25654/2140#?c=0&m=0&s=0&cv=0

INNEVO. (2022). *Niveles de Madurez en CMMI: ¿Qué son, cuáles son y cómo alcanzarlos?* https://innevo.com/blog/significado-de-los-niveles-de-madurez-cmmi

International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9001:2015(es) Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos Quality management systems — Requirements*. https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es

International Organization for Standardization. (2017). *ISO/IEC/IEEE 12207:2017 Systems and software engineering — Software life cycle processes*. https://www.iso.org/standard/63712.html

International Organization for Standardization. (2018). *ISO/IEC/IEEE 90003:2018 - Software engineering — Guidelines for the application of ISO 9001:2015 to computer software*. https://www.iso.org/standard/74348.html

International Organization for Standardization. (2023). *ISO/IEC 25010:2023 - Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Product quality model*. https://www.iso.org/es/contents/data/standard/07/81/78176.html

ISO 25000. (2024). *ISO/IEC 25010*. https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010

Izcara Palacios, S. P. (2014). *Manual de Investigación Cualitativa* (1a ed.).

Kallio, H., Pietilä, A. M., Johnson, M., & Kangasniemi, M. (2016). Systematic methodological review: developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide. *Journal of Advanced Nursing*, *72*(12), 2954–2965. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jan.13031

Mejía Trejo, J. (2024). *Principios de aseguramiento de calidad para el diseño de software: innovación de procesos en las tecnologías de información*. http://eprints.rclis.org/46031/1/9786075956787.pdf

Mendieta Izquierdo, G. (2015). Informantes y muestreo en investigación cualitativa. *Investigaciones Andin*, *17*(30). http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=239035878001

Microsoft Learn. (2025). *Contexto de la integración del modelo de madurez y de capacidad (CMMI)*. https://learn.microsoft.com/es-es/azure/devops/boards/work-items/guidance/cmmi/guidance-background-to-cmmi?view=azure-devops

Moreno, J. J., Navia, M. A., & Bolaños, L. P. (2010). Exploración de modelos y estándares de calidad para el producto software. *Revista UIS Ingenierías*, *9(1)*. https://www.redalyc.org/pdf/5537/553756877003.pdf

Muguira, A. (2024). *Tipos de entrevistas y sus características*. https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-entrevista/

Ortega, C. (2025). *Análisis temático: Qué es y cómo realizarlo*. https://www.questionpro.com/blog/es/analisis-tematico/

Osorio, B. elizabeth, & Mariela, A. (2016). El informante como persona clave en la investigación cualitativa. *Gaceta de Pedagogía*. https://www.researchgate.net/publication/337428362_El_informante_como_persona_clave_en_la_investigacion_cualitativa

Paez, N., Fontdevila, D., Gainey, F., & Oliveros, A. (2018). Technical and Organizational Agile Practices: A Latin-American Survey. *Lecture Notes in Business Information Processing*. https://www.researchgate.net/publication/325188555_Technical_and_Organizational_Agile_Practices_A_Latin-American_Survey

Pantaleo, G. (2016). *Calidad en el desarrollo de software* (2a ed.). Alfaomega.

Parekh, K., & Saxena, Dr. S. (2025). Automating Regression Testing: Optimizing Efficiency and Coverage in Complex Software Systems. *International Journal for Research Publication and Seminar*, *16*(2), 135–142. https://doi.org/10.36676/JRPS.V16.I2.58

Patton, M. Q. (2015). *Qualitative Research & Evaluation Methods Integrating Theory and Practice* (4a ed.). https://us.sagepub.com/en-us/nam/qualitative-research-evaluation-methods/book232962#features

Penado Martínez, F. L., Sibrián Castro, J. A., Ventura Hurtado, E. A., & Villatoro García, Z. Y. (2023). *Aplicación de pruebas de calidad de software para el sistema informático de transporte y combustible para la Procuraduría General de la República*. Universidad de El Salvador. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. https://hdl.handle.net/20.500.14492/27563

PMI. (2025). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía PMBOK®). En *PMI* (8a ed.). Project Management Institute.

Presidencia de la República de El Salvador. (2021). *Vicepresidente Félix Ulloa, impulsa desarrollo de software en la zona oriental - Presidencia de la República de El Salvador*. https://www.presidencia.gob.sv/vicepresidente-felix-ulloa-impulsa-desarrollo-de-software-en-la-zona-oriental/

Pressman, R., & Maxim, B. R. (2021). *Ingeniería del software. Un enfoque práctico* (9a ed.). McGraw Hill.

Rodríguez, J. F. G., Sierra, G. G. S., Luis, D. M., & Cauich, I. C. (2020). Gestión del conocimiento como determinante de la capacidad de innovación en instituciones de educación superior. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, *11*(21). https://doi.org/10.23913/RIDE.V11I21.807

Sai Preetham Poola, S., & Nauman Ghazi, A. (2024). *A Systematic Approach of Introducing Test Automation in a DevOps Environment at a Large-scale Software Development Organization: A Case Study at Scania*. https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1918625/FULLTEXT01.pdf

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *La Guía de Scrum*. https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-Latin-South-American.pdf

Shiklo, B. (2025). *9 Ways to Structure Your Software Engineering Workflows: Top SDLC Models Explained*. https://www.scnsoft.com/software-development/software-development-models

Shiklo, B., Dzimchuk, A., & Mikhailau, A. (2025). *Software Development Costs: The Essence*. https://www.scnsoft.com/software-development/costs

Sommerville, I. (2016). *Software Engineering* (10a ed.). Pearson.

StarAgile. (2025). *State of Agile 2026: Things You Need to Know*. https://staragile.com/blog/state-of-agile

Suárez Urresti, D. R., & León Rodríguez, G. de la C. (2019). Las PyME de desarrollo de software. Modelos de mejora de sus procesos en Latinoamérica. *Espacios*, *40*(28). https://www.revistaespacios.com/a19v40n28/19402809.html

ANEXOS:

Anexo 1. Instrumento de validación.



Unidad de Investigación

Validación del instrumento de recolección de datos de la investigación

Prácticas de calidad en el desarrollo de software en empresas del sector TIC de El Salvador

Equipo de investigación

Kriscia Vanessa Zapata	ing.zapata@ugb.edu.sv
Jenny Elizabeth Flores Bonilla	jennyflores@ugb.edu.sv
Francisco Valdés Souto	fvaldes@ciencias.unam.mx

El Salvador, septiembre de 2025

Estimado(a):

Nos dirigimos a usted para solicitarle su valiosa colaboración en el proceso de validación de instrumento.

En este sentido, hemos diseñado un guion de entrevista que tiene como objetivo recopilar información relevante para el proyecto de investigación cualitativa titulado **"Prácticas de calidad en el desarrollo de software en empresas del sector TIC de El Salvador"**. Este proyecto propone investigar cómo las empresas del sector TIC en El Salvador están implementando prácticas de calidad en tres áreas clave a nivel de proceso, de producto y de equipo, generando un entendimiento profundo del sector en cuanto a calidad.

Dada la importancia de utilizar un instrumento sólido y válido, nos gustaría contar con su experiencia y conocimientos para validar que el guion de entrevista sea capaz de avaluar de manera efectiva la relación entre las dimensiones, las categorías definidas y las preguntas elaboradas; en efecto que las preguntas sean relevantes para los objetivos de la investigación.

Cualquier observación o sugerencia que pueda brindarnos será sumamente apreciada y nos ayudará a mejorar el instrumento.

Nos ponemos a su disposición para cualquier aclaración o información adicional que pueda requerir.

FORMATO DE VALIDACIÓN DE CONSTRUCTO

PRÁCTICAS DE CALIDAD EN EL DESARROLLO DE SOFTWARE EN EMPRESAS DEL SECTOR TIC DE EL SALVADOR

Marque con una X su valoración de pertinencia y adecuación de la redacción de cada una de las preguntas incluidas en este instrumento de validación. Considere que dicho instrumento será aplicado en entrevistas dirigidas a representantes de empresas que desempeñan funciones

relacionadas con la gestión de la calidad en el área de desarrollo de software (por ejemplo: líderes de proyectos, gerentes de calidad, analistas de calidad, analistas de pruebas o testing).

Pregunta de investigación: ¿Cómo implementan y gestionan las empresas del sector TIC en El Salvador las prácticas en el desarrollo de software para asegurar la calidad del proceso, producto y equipo?

Objetivo General: Determinar el estado actual respecto a la implementación de prácticas de calidad en el desarrollo de software en empresas del sector TIC de El Salvador.

Valoración

Pertinencia: contribuye a recoger información relevante para la investigación | **Valoración:** P, NP

Adecuación: adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar | **Valoración:** A, I

P: pertinente, **NP:** no pertinente, **A:** Adecuada, **I:** Inadecuada.

Objetivos	Dimensión	Categoría	pregunta	Pregunta		Redacción		Observación o recomendación
				P	NP	A	I	
Objetivo E01 Identificar los modelos y normas utilizados	**Dimensión 1:** Contexto de de la empresa.	• Tipo de **producto o servicio.**	1. ¿Podría **describir** los principales **productos** o **servicios** de software que **ofrecen?**					
		• **Mercados** locales y regionales	2. ¿Cuáles son los **mercados** nacionales o internacionales a los que se **dirige**?					
		• **Trayectoria** de la empresa	3. ¿Cuántos años de **trayectoria** tiene la empresa en					

Objetivos	Dimensión	Categoría	pregunta		Pregunta		Redacción		Observación o recomendación
					P	NP	A	I	
por las empresas del sector TIC en El Salvador para llevar a cabo auditorías y evaluaciones de calidad.				proyectos de **desarrollo software**?					
	Dimensión 2: Modelos y normas para auditorías y evaluaciones de calidad	• Modelos y normas de **referencia**	1	¿Qué **modelos**, **normas** o **estándares** (por ejemplo, **ISO/IEC**, **CMMI**, **COBIT**) **utiliza** su empresa para **auditar** o **certificar** la **calidad** de p**roceso de desarrollo software**?					
			2	¿La empresa cuenta con **certificaciones o acreditaciones** que **avalen** su proceso de desarrollo de software?					
			3	Si es así, ¿podría compartir cuáles son y qué impacto tienen en sus proyectos?					
		• Desafíos	4	¿Cuáles han sido los principales **desafíos** al **implementar** estos **modelos o normas**?					
		• **Mejoras y** lecciones aprendidas	5	¿Qué **mejoras o beneficios** concretos ha obtenido la empresa tras **la implementación**					

Objetivos	Dimensión	Categoría	pregunta	Pregunta		Redacción		Observación o recomendación
				P	NP	A	I	
			de los modelos o normas?					
			6 ¿Existen **evidencias cuantitativas** que respalden dichas mejoras?					
		• Criterios y métricas de evaluación	7 ¿Qué **métricas** o **indicadores** (por ejemplo, **densidad de defectos**, **cobertura de pruebas**) **forman** parte de sus **evaluaciones** y cómo se **establecen** sus **niveles de cumplimiento**?					
Objetivo E02 Conocer cómo las empresas del sector TIC en El Salvador están implementa	**Dimensión 3:** Prácticas de Calidad en el Proceso	• Selección y **adaptación** metodológica	1 ¿Qué **metodología(s)** para la gestión del proceso de desarrollo (Scrum, Kanban, híbrido) **utilizan?**					
			2. ¿Cómo han **adaptado** ceremonias, roles y artefactos para reforzar la calidad?					
		• Automatización y **control de**	3. **¿Integran pipelines** de **CI/CD** y prácticas de **control de versiones** en su **flujo**					

Objetivos	Dimensión	Categoría	pregunta	Pregunta		Redacción		Observación o recomendación
				P	NP	A	I	
ndo prácticas de calidad en tres áreas clave: proceso, producto y equipo.		**versiones**	**de trabajo** para **mejorar** la **calidad**?					
		• Monitoreo de **indicadores** de proceso	4. ¿Qué **métricas** de **proceso monitorean**?					
			5. ¿Cómo monitorean las métricas indicadas anteriormente?					
			6. **¿Cómo responden** a **desviaciones**?					
		• **Gestión** de **riesgos** y desviaciones	7. ¿Qué mecanismos o prácticas utilizan para **identificar los riesgos** en el proceso de desarrollo software?					
			8. Una vez identificados, ¿cómo realizan el **análisis de esos riesgos** para determinar su posible impacto en la calidad del producto?					
			9. ¿Qué acciones o estrategias aplican para **mitigar los riesgos** y asegurar el cumplimiento de los plazos de entrega?					
		• **Retroalimentación** y mejora continua	10. ¿Qué **prácticas/herramientas** (retrospectivas, lecciones aprendidas, auditorías) utilizan para **capturar aprendizajes** y					

Objetivos	Dimensión	Categoría	pregunta	Pregunta		Redacción		Observación o recomendación
				P	NP	A	I	
			optimizar sus procesos?					
	Dimensión 4: Prácticas de Calidad en el Producto	• Definición de **criterios de aceptación**	1. ¿Qué **modelos** o **guías** (ISO 25010, Definition of Done) **orientan** sus **criterios** de **aceptación**?					
			2. ¿Cómo **validan** su cumplimiento?					
		• **Estrategias** y tipos de **pruebas**	3. ¿Qué tipos de pruebas (unitarias, integración, carga, seguridad) aplican?					
			4. ¿Qué **herramienta**s utilizan para **aplicar las pruebas** y en qué etapas del desarrollo la realizan?					
		• Gestión de **requisitos** y trazabilidad	5. ¿Cómo d**ocumentan** y aseguran la trazabilidad de **requerimientos** y diseño para evitar incongruencias?					
		• Política de **deuda técnica**	6. ¿Qué **criterios** usan para **identificar, priorizar y corregir** la deuda técnica sin afectar las entregas?					
		• Incorporación de **feedback** del	7. ¿Qué **canales** (demos, encuestas, pruebas piloto) usan para **recopilar**					

Objetivos	Dimensión	Categoría	pregunta	Pregunta		Redacción		Observación o recomendación
				P	NP	A	I	
		usuario	**feedback** de los usuarios y cómo se refleja en versiones subsecuentes?					
	Dimensión 5: Prácticas de Calidad en el Equipo	• Estructura del equipo y roles	1. ¿Cómo están distribuidos **roles** y responsabilidades **relacionadas a la calidad de software** en el **equipo de desarrollo**?					
		• **Formación** y desarrollo de **competencias**	2. ¿Qué **programas de formación**, **certificaciones o comunidades de práctica** promueve la empresa para su **personal** relacionadas a la calidad?					
		• Comunicación y colaboración	3. ¿Qué **prácticas/herramientas** (pair programming, reuniones diarias, tableros virtuales) emplean para fomentar la **colaboración y transparencia del equipo?**					
		• **Métricas** de desempeño y bienestar	4. ¿Qué **métrica**s (velocidad de sprint, calidad de entregas, satisfacción interna) **monitorean**?					
			5. ¿Cómo **reaccionan** a resultados atípicos?					
		• Gestión de errores y	6. ¿Cómo **registran** y **comparten aprendizajes** luego de errores o					

Objetivos	Dimensión	Categoría	pregunta	Pregunta		Redacción		Observación o recomendación
				P	NP	A	I	
		aprendizaje colectivo	incidencias?					
			7. ¿Qué acciones toman para prevenir su recurrencia?					

Juicio del experto

	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente	Observaciones
1. ¿Las preguntas identificadas evalúan las dimensiones definidas?				
2. ¿El instrumento diseñado permite el cumplimiento de los objetivos?				
Validez				
	Aplicable		**No aplicable**	**Aplicable atendiendo las observaciones**
¿El instrumento diseñado es validado?				
Datos del juez experto				
Nombre y apellidos:				Firma _____
Fecha de la validación (día, mes y año):				
Teléfono:				
Correo electrónico:				