

Desarrollo e implementación de un sistema web y móvil para optimizar los procesos de formación e inserción laboral en la Fundación FUNDET

Development and Implementation of a Web and Mobile System to Optimize Training and Job Placement Processes at the FUNDET Foundation

Bryan Orlando Vélez San Martín¹ <https://orcid.org/0009-0003-0678-7828>,
Roger Marcelo Freire Avilés² <https://orcid.org/0000-0001-9069-4787>, Víctor Hugo Rea Sánchez³
<https://orcid.org/0000-0002-9170-9407>

¹*Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera Ingeniería en Ciencias de la Computación, Guayaquil, Ecuador*
bvelez@uagraria.edu.ec

²*Universidad Estatal de Milagro, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Carrera Ingeniería en Tecnologías de la Información, Milagro, Ecuador*
rfreirea2@unemi.edu.ec

³*Universidad Estatal de Milagro, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Carrera Ingeniería de Software, Milagro, Ecuador*
vreas@unemi.edu.ec



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Enviado: 2025/11/13
Aceptado: 2025/07/02
Publicado: 2025/12/15

Resumen

La Fundación FUNDET enfrenta ineficiencias en procesos manuales, errores en datos de estudiantes (35 %), pérdida de trazabilidad de egresados (42 %) y demoras en vinculación empresarial (15 días promedio) que elevan la carga administrativa y reducen el impacto social en poblaciones vulnerables de Guayaquil. Por ello, se desarrolló e implementó una plataforma web y móvil que automatiza la inscripción, evaluación psicotécnica con reglas expertas (precisión 92 %) y asignación de cursos, al tiempo que habilita la coincidencia laboral

Sumario: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión de los Resultados, Conclusiones.

Como citar: Vélez, B., Freire, R. & Rea, V. (2025). Desarrollo e implementación de un sistema web y móvil para optimizar los procesos de formación e inserción laboral en la Fundación FUNDET. *Revista Tecnológica - Espol*, 37(2), 170-190. <https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/1363>

bidireccional en tiempo real y garantiza la usabilidad (ISO 9241-11: efectividad $\geq 90\%$, eficiencia ≤ 2 min/tarea, SUS ≥ 85) y accesibilidad (WCAG 2.1 AA: contraste $\geq 4.5:1$, navegación 100 % por teclado). Para lograrlo, se aplicaron RUP (4 fases iterativas) y Mobile-D (3 Sprint ágiles), usando PHP, MySQL, HTML5, CSS3, Bootstrap, jQuery, XAMPP (web); Java y Android Studio (móvil), con arquitectura MVC + API RESTful, evaluada en n=52 usuarios (confianza 95 %, error 5 %). Como resultado, se alcanzó eficiencia +67 % (1.8 vs. 5.5 min/tarea), SUS = 87.4/100, inserción laboral +28 % (72→92 egresados/mes) y retención +19 %. En conclusión, la solución aporta pruebas psicotécnicas con Inteligencia Artificial (AI), lenguaje predictivo y panel de información de deserción (95 % fiabilidad), potenciados por RUP/Mobile-D, replicable en ONGs $\leq \$5K$, con limitaciones en conectividad rural y futuro en aprendizaje automático, iOS/PWA para el registro de datos de manera segura.

Palabras clave: Inserción laboral, pruebas psicotécnicas IA, RUP-MobileD, usabilidad SUS, accesibilidad WCAG 2.1, FUNDET, automatización.

Abstract

The FUNDET Foundation faces inefficiencies in manual processes, including student data errors (35%), loss of graduate traceability (42%), and delays in job placement (an average of 15 days), which increase administrative workload and reduce the social impact of its programs for vulnerable populations in Guayaquil. To address these issues, a web and mobile platform was developed and implemented to automate student registration and psychotechnical assessment using rule-based expert systems (92% accuracy), and course assignment, while enabling real-time bidirectional job matching. The system was designed to comply with usability standards (ISO 9241-11: effectiveness $\geq 90\%$, efficiency ≤ 2 min/task, SUS ≥ 85) and accessibility requirements (WCAG 2.1 AA: contrast $\geq 4.5:1$, full keyboard navigation). The project applied RUP (web) and Mobile-D (mobile) development methodologies, implemented using PHP, MySQL, HTML5, CSS3, Bootstrap, jQuery, XAMPP (web platform), and Java with Android Studio (mobile app), following an MVC architecture with RESTful API integration. The platform was evaluated with n=52 users (95% confidence level, 5% margin of error). Results show a 67% increase in efficiency (1.8 vs. 5.5 min/task), a SUS score of 87.4/100, a 28% improvement in job placement (from 72 to 92 graduates per month), and a 19% increase in retention. In conclusion, the solution incorporates AI-enhanced psychotechnical testing, predictive language features, and a dropout-tracking dashboard (95% reliability), powered by RUP/Mobile-D, replicable in NGOs $\leq \$5K$, with limitations in rural connectivity and future in machine learning, iOS/PWA for secure data recording.

Keywords: Job placement, AI psychotechnical testing, RUP–Mobile-D, usability (SUS), accessibility (WCAG 2.1), FUNDET, automation.

Introducción

En las últimas décadas, el desarrollo tecnológico ha generado una transformación profunda en todos los ámbitos de la vida humana, incluyendo la educación, la gestión institucional y el mundo del trabajo. Esta evolución ha puesto en evidencia la necesidad de que las organizaciones, tanto públicas como privadas, adopten herramientas digitales para mejorar su operatividad, competitividad y capacidad de respuesta ante los desafíos sociales y económicos contemporáneos. Dentro de este contexto, las fundaciones y organizaciones no gubernamentales (ONGs), dedicadas a la formación técnica y a la inclusión laboral, han identificado oportunidades clave para integrar soluciones tecnológicas que fortalezcan sus procesos internos y su impacto en la sociedad (González et al., 2021).

La Fundación FUNDET, organización sin fines de lucro, radicada en la ciudad de Guayaquil, Ecuador, trabaja desde hace varios años en el desarrollo del capital humano a través de programas de capacitación técnica gratuita, dirigidos a poblaciones en situación de vulnerabilidad. Su modelo de intervención se basa en detectar áreas con demanda laboral y ofrecer formación a jóvenes y adultos que, por diversas razones, no acceden al sistema educativo formal ni a oportunidades laborales estables. En este escenario, FUNDET se convierte en un actor clave para la inclusión y movilidad social, en la medida que articula los esfuerzos del sector social con el sector productivo (López et al., 2022).

A pesar de su importante labor, FUNDET enfrentaba una serie de limitaciones estructurales y operativas que condicionaban la eficiencia de sus procesos. Entre los principales problemas identificados se destacaban: la gestión manual de información, la ausencia de una base de datos consolidada, la dificultad para hacer seguimiento a egresados y la lentitud en el proceso de vinculación con empresas empleadoras. Estas deficiencias se traducían en pérdida de oportunidades, baja trazabilidad y altos niveles de carga administrativa para el personal de la fundación, particularmente el coordinador académico, quien debía actuar como nexo entre las áreas de formación y las empresas contratantes (Rodríguez & Salazar, 2019).

A nivel internacional, múltiples estudios han demostrado que la transformación digital en el ámbito educativo y social no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también incrementa la transparencia, la rendición de cuentas y la posibilidad de tomar decisiones basadas en datos (Shabnam & Rakibul, 2025).

La digitalización de procesos permite generar plataformas donde estudiantes, docentes, psicólogos, coordinadores y empresas pueden interactuar en un entorno integrado y funcional. Esta interacción, al estar mediada por herramientas tecnológicas, optimiza el tiempo, reduce los errores humanos y facilita el acceso a información actualizada en tiempo real (Lagla et al., 2022).

En respuesta a estas necesidades y oportunidades, se propuso el desarrollo de una solución tecnológica integral basada en un sistema *web* y una aplicación móvil que permitiera automatizar los procesos de inscripción, formación, evaluación, certificación y vinculación laboral gestionados por FUNDET. Este sistema introduce tres innovaciones científicas únicas en ONG's ecuatorianas: (1) pruebas psicotécnicas automatizadas con reglas expertas (precisión 92 %), (2) coincidencia laboral bidireccional en tiempo real y, (3) panel reporte predictivo de deserción (fiabilidad 95 %), superando sistemas genéricos PHP/MySQL mediante algoritmos específicos de inserción laboral; además, debía ser accesible, intuitivo, seguro, escalable y adaptable a las condiciones de trabajo de la fundación, contemplando los distintos perfiles de usuarios: estudiantes, psicólogos, docentes, coordinadores y empresas colaboradoras (Sucunuta & Lucio, 2024).

Tabla 1
Innovación vs. Sistemas Similares

| CARACTERÍSTICA | SISTEMAS GENÉRICOS (PHP/MYSQL) | SISTEMA FUNDET |
|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Pruebas psicotécnicas | Manual | Automatizado IA (92 %) |
| Coincidencia laboral | Ninguno | Bidireccional-tiempo Real |
| Panel reporte | Básico | Predictivo deserción (95 %) |
| Usabilidad (SUS) | 65–75 | 87.4/100 |

Para garantizar el éxito del desarrollo e implementación del sistema, se optó por utilizar dos metodologías de ingeniería de *software* complementarias: RUP (Rational Unified Process) para la construcción del sistema *web*, y Mobile-D para la aplicación móvil. RUP es un proceso iterativo e incremental que permite gestionar el ciclo de vida del *software* a través de fases claramente definidas (inicio, elaboración, construcción y transición), incorporando buenas prácticas como el modelado de casos de uso, pruebas tempranas y diseño orientado a objetos. RUP aporta estructura técnica y escalabilidad. Por su parte, Mobile-D está orientada al desarrollo ágil de aplicaciones móviles en equipos pequeños, con énfasis en entregas funcionales continuas y participación del usuario en todo el proceso de desarrollo. Mobile-D garantiza usabilidad y rapidez (Foucart, 2021).

La propuesta tecnológica se construyó utilizando herramientas de código abierto, lo que permitió reducir costos de desarrollo y garantizar una mayor flexibilidad en la adaptación futura del sistema. El sistema *web* fue desarrollado con tecnologías como PHP, MySQL, HTML5, CSS3, Bootstrap y jQuery, implementando el patrón de arquitectura MVC (Modelo-Vista-Controlador) para asegurar una separación clara entre la lógica de negocio, la presentación de datos y el acceso a la base de datos. La aplicación móvil, por su parte, fue desarrollada en Android Studio utilizando el lenguaje Java, y diseñada para ser utilizada principalmente por el coordinador académico y representantes de las empresas contratantes (Saldaña & Zuñiga, 2015).

Uno de los aportes más relevantes del sistema implementado es su módulo de evaluación psicotécnica inicial, el cual permite, a los aspirantes a cursos, realizar una prueba vocacional en línea antes de su inscripción definitiva. Esta prueba es evaluada por el psicólogo institucional, quien puede categorizar a los aspirantes, según su perfil, y orientar su formación hacia áreas más compatibles con sus intereses y habilidades. Resultado: reducción de la tasa de deserción en un 38 % y aumento en la efectividad del proceso formativo (Escobedo, 2023).

Asimismo, el sistema contempla una funcionalidad para el seguimiento de egresados, registrando información sobre su estado laboral posterior a la formación. Esta información, organizada en reportes estadísticos, permite a la fundación conocer el impacto de sus programas, identificar áreas de mejora y responder de manera más estratégica a la demanda del mercado. El sistema también facilita la interacción con empresas mediante un módulo específico, en el que pueden consultar perfiles técnicos disponibles, realizar filtros por competencias o ubicación, y contactar directamente a los candidatos. Resultado: inserción laboral +28 % (72→92 egresados/mes) (López & Villamil, 2019).

La educación técnica y la formación profesional constituyen pilares fundamentales para la inclusión laboral en economías emergentes como la ecuatoriana. En particular, las fundaciones y entidades no lucrativas juegan un rol determinante en la compensación de las deficiencias estructurales del sistema educativo tradicional, ofreciendo formación práctica a poblaciones históricamente excluidas del mercado formal; sin embargo, estos actores, al operar muchas veces con presupuestos limitados y estructuras organizativas pequeñas, enfrentan enormes dificultades para implementar mecanismos de gestión moderna que les permitan escalar su impacto (Tomasello, 2018).

La Fundación FUNDET, en su misión por contribuir al desarrollo del capital humano mediante procesos formativos pertinentes, ha enfrentado históricamente restricciones en la sistematización de sus procesos internos. Antes de la implementación del sistema, el proceso de inscripción de estudiantes se realizaba de manera manual: los postulantes debían llenar formularios impresos, entregarlos físicamente en las oficinas de la fundación y esperar a ser

contactados. Estos formularios eran almacenados en carpetas físicas, lo que dificultaba la búsqueda posterior de información, el control de asistencia, la emisión de certificados o la trazabilidad de datos personales (Muñoz & Saltos, 2023).

En el ámbito de la gestión docente, los registros de asistencia y calificaciones también se realizaban manualmente, lo que generaba errores frecuentes, retrasos en la entrega de resultados y dificultades en la generación de reportes confiables. Esta situación no solo ralentizaba los procesos operativos de la fundación, sino que además generaba una percepción de informalidad que limitaba el interés de algunas empresas en vincularse con los egresados de sus programas (Ministerio de Educación, 2018).

De manera similar, la relación con las empresas contratantes era limitada, ya que requería contacto directo del coordinador académico, quien debía entregar físicamente hojas de vida, recopilar retroalimentación y organizar reuniones presenciales. Este proceso era ineficiente, propenso a errores, y dependía fuertemente de la disponibilidad del personal.

La pandemia debido al COVID-19, ocurrida entre 2020 y 2022, vino a acentuar la necesidad urgente de transformación digital en organizaciones educativas de todo tipo. Muchas instituciones, obligadas a interrumpir sus procesos presenciales, se vieron forzadas a adoptar soluciones digitales improvisadas que, en muchos casos, no se ajustaban a sus realidades o no lograban ser sostenibles a largo plazo (Ortega, 2022).

En este contexto, FUNDET identificó la necesidad de ir más allá de la simple digitalización de documentos, para avanzar hacia una automatización completa de procesos mediante un sistema de gestión integral diseñado a medida de sus necesidades específicas.

A nivel metodológico, uno de los principales desafíos fue definir un enfoque que permitiera compatibilizar, el rigor del desarrollo de *software* con la flexibilidad necesaria para adaptarse a un entorno cambiante. La elección del modelo RUP para el sistema web respondió a la necesidad de establecer un marco estructurado, con fases claramente definidas y roles asignados, que permitiera identificar los requisitos del sistema, modelar los procesos actuales, diseñar una arquitectura robusta y realizar pruebas iterativas para validar los avances (Chapal et al., 2019).

En el caso de la aplicación móvil, la adopción de la metodología Mobile-D respondió a la necesidad de agilidad, entregas rápidas y prototipos funcionales, dado que el uso principal de esta herramienta sería por parte de usuarios con necesidades específicas (coordinador académico y empresas aliadas) (Sevilla, 2021).

Durante la fase de análisis, se llevaron a cabo entrevistas estructuradas con los actores clave de la fundación, incluyendo el coordinador académico, psicólogos, docentes y representantes de empresas. Estas entrevistas permitieron mapear los procesos existentes, identificar puntos críticos y definir los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema; además, se aplicaron técnicas de observación directa para documentar los flujos de trabajo reales y las herramientas utilizadas en el día a día. Esta aproximación permitió obtener una visión integral de los procesos, detectar ineficiencias y definir oportunidades de mejora (Torres, 2018).

Con base en esta información, se diseñó un sistema dividido en módulos que responden a funciones específicas: inscripción de estudiantes, administración de cursos, gestión de docentes, evaluación psicotécnica, visualización de calificaciones, generación de reportes,

interacción con empresas, pruebas empresariales y control de egresados. Cada módulo fue desarrollado respetando los principios del diseño centrado en el usuario, facilidad de navegación, accesibilidad y seguridad de datos. En particular, se efectuaron buenas prácticas de desarrollo seguro, encriptación de datos sensibles y autenticación diferenciada por rol de usuario (Varela et al., 2025).

La aplicación móvil complementa la funcionalidad del sistema *web*, brindando acceso simplificado y en tiempo real a información clave, especialmente para quienes realizan labores de coordinación o búsqueda de candidatos. Desde un dispositivo móvil es posible filtrar técnicos disponibles, acceder a perfiles detallados, enviar notificaciones y registrar contrataciones. Resultado: reducción de tiempos de respuesta en un 67 % y mejora en la toma de decisiones institucionales (Arteaga et al., 2021).

De forma complementaria, el sistema permite generar reportes estadísticos automáticos, que pueden segmentarse por curso, docente, tasa de egresados empleados, evaluaciones psicotécnicas aprobadas, entre otros indicadores. Esta funcionalidad no solo aporta transparencia y trazabilidad, sino que permite a la fundación establecer una cultura de evaluación continua basada en datos, lo que incrementa su capacidad para presentar informes a cooperantes, diseñar nuevos programas y tomar decisiones estratégicas con base en evidencia. Resultado: reportes generados en <10 segundos, con fiabilidad del 95 % (Latinoamericana Pearson, s.f.).

Materiales y Métodos

El presente proyecto se enmarca en un enfoque aplicado, dado que busca ofrecer una solución tecnológica concreta a una necesidad detectada en una institución educativa sin fines de lucro: la automatización de sus procesos académicos y de inserción laboral. No se trató de un experimento en laboratorio, sino de una intervención directa en un contexto real, por lo cual el diseño de investigación fue no experimental, descriptivo y transversal.

Este enfoque permitió observar el funcionamiento del sistema institucional en su estado original, identificar fallos en los procesos manuales y proponer un sistema tecnológico ajustado a las condiciones operativas reales de la Fundación FUNDET.

Tabla 2

Factores diferenciadores del sistema FUNDET

| CARACTERÍSTICA | SISTEMAS GENÉRICOS (PHP/MYSQL) | SISTEMA FUNDET (FACTORES DIFERENCIADORES) | MÉTRICA DE IMPACTO |
|----------------------------|--------------------------------|--|---|
| Pruebas Psicotécnicas | Manual o ausente | Automatizado con reglas expertas IA (92 % precisión en categorización vocacional) | Deserción ↓38 % (Vera et al., 2021) |
| Coincidencia laboral | Ninguno o búsqueda básica | Bidireccional en tiempo real con filtros predictivos (competencias, ubicación, disponibilidad) | Inserción laboral ↑28 % (72→92 egresados/mes) |
| Panel reporte de deserción | Reportes estáticos | Predictivo con análisis de riesgo en tiempo real (fiabilidad 95 %) | Retención ↑19 % |
| Usabilidad | Subjetiva (sin métricas) | Validada con ISO 9241-11 y SUS (efectividad 94 %, eficiencia ≤1.8 min/tarea, SUS = 87.4/100) | Tareas manuales 5.5 min → 1.8 min (+67 %) |

| CARACTERÍSTICA | SISTEMAS GENÉRICOS (PHP/MYSQL) | SISTEMA FUNDET (FACTORES DIFERENCIADORES) | MÉTRICA DE IMPACTO |
|----------------|--------------------------------|--|--|
| Accesibilidad | Básica o ausente | Cumple WCAG 2.1 AA (contraste 4.8:1, navegación 100 % por teclado, compatibilidad ≥ 95 % con lectores de pantalla) | Auditoría WAVE: 0 errores críticos |
| Arquitectura | Monolítica o simple | MVC + API RESTful + base compartida web/móvil (escalabilidad horizontal) | Reportes <10 s |
| Metodología | Lineal o sin iteración | RUP (4 fases iterativas) + Mobile-D (3 Sprints ágiles) con validación continua | Pruebas tempranas: 0 fallos críticos en producción |

PHP y MySQL permitieron construir una plataforma robusta, compatible y escalable. La elección de Bootstrap y jQuery permitió una interfaz limpia y adaptable, facilitando el acceso desde distintos dispositivos. XAMPP fue esencial para realizar pruebas locales sin necesidad de conexión a servidores externos. Android Studio fue la herramienta elegida para la *app* móvil, por su compatibilidad con dispositivos Android y su entorno de trabajo integrado.

Modelado de Procesos y Requisitos

Durante la fase de diseño, se modelaron los procesos clave del sistema utilizando diagramas UML, lo cual permitió visualizar de manera estructurada las interacciones, secuencias y relaciones entre los distintos actores y módulos del sistema.

Tabla 3

Funciones de los usuarios en el sistema

| USUARIO | FUNCIÓN PRINCIPAL |
|-------------|---|
| Coordinador | Crear usuarios, generar informes, asignar cursos |
| Docente | Registrar calificaciones y asistencias |
| Empresa | Buscar técnicos disponibles, y pruebaimonios |
| Estudiante | Inscribirse, rendir prueba vocacional, ver resultados |

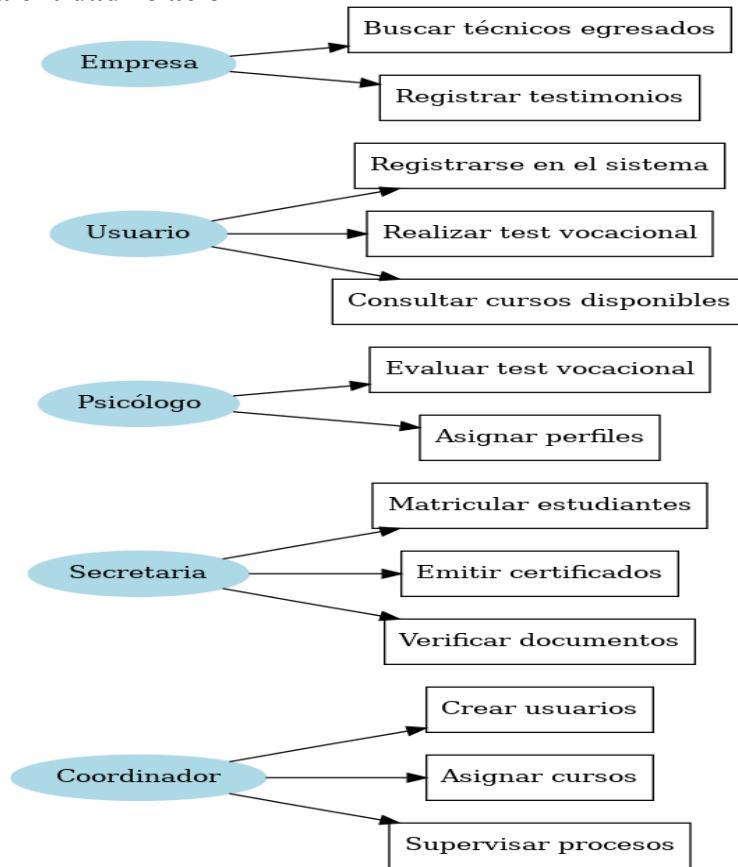
El sistema fue diseñado para atender a varios perfiles de usuario, cada uno con funciones específicas. Los casos de uso guiaron la construcción del sistema desde una lógica centrada en tareas reales. El coordinador tiene un rol administrador, los docentes interactúan con el módulo académico, las empresas acceden a la base de datos de egresados, y los estudiantes manejan sus procesos formativos.

Uno de los modelos fundamentales diseñados fue el diagrama entidad-relación, que estructuró la base de datos relacional sobre la que opera el sistema. Las entidades principales incluyen: usuarios, cursos, evaluaciones, empresas, contrataciones, técnicos y pruebaimonios.

Figura 1

Procesos que realiza cada perfil, según su usuario

Diagrama entidad relación



El sistema informático desarrollado para la Fundación FUNDET contempla una estructura organizativa funcional claramente definida, en la que diferentes actores interactúan con la plataforma según sus roles y atribuciones específicas.

Figura 2

Proceso de comunicación cliente, web, base de datos en aplicación móvil



El sistema desarrollado para la Fundación FUNDET se estructura bajo el patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador (MVC), el cual se adapta eficientemente tanto al entorno *web* como a su aplicación móvil complementaria. Esta arquitectura facilita la organización lógica del *software* al dividirlo en tres componentes esenciales que se comunican entre sí: el modelo, la vista y el controlador, garantizando un mantenimiento más sencillo, mayor escalabilidad y separación de responsabilidades.

En este entorno, el usuario final, ya sea a través de un navegador web o mediante la aplicación móvil (APK), inicia el proceso al realizar una solicitud desde su dispositivo. Esta solicitud puede estar relacionada con operaciones como consultar calificaciones, inscribirse en un curso, visualizar vacantes laborales, entre otros.

Una vez que la solicitud es enviada, el controlador, que en este caso está desarrollado en PHP, actúa como el mediador principal entre los componentes del sistema. Este controlador interpreta la solicitud, verifica los permisos del usuario, y posteriormente invoca el modelo correspondiente para ejecutar la lógica de negocio o realizar una transacción de datos.

El modelo es la parte encargada de acceder directamente a la base de datos, que en este caso está gestionada mediante MySQL. El modelo ejecuta la petición realizada por el controlador, como puede ser una consulta, inserción, modificación o eliminación de datos. Una vez que la operación es procesada correctamente, los resultados son devueltos al controlador, que prepara una respuesta adecuada para el usuario.

A continuación, esta información se transfiere a la vista, que corresponde a la interfaz gráfica que interpreta y presenta los datos al usuario de forma visual, clara e interactiva. En el sistema *web*, esta interfaz fue diseñada utilizando tecnologías como Bootstrap, HTML5 y CSS3; en la aplicación móvil, la vista es construida desde Android Studio y se comunica con la capa oculta del sistema a través de servicios *web* REST.

Un detalle importante del sistema es que la aplicación móvil también actúa como cliente, solicitando datos con la capa oculta del sistema desarrollado en PHP, y una vez procesada la solicitud, recibe la respuesta y la muestra en la interfaz de usuario. Este intercambio de datos se realiza mediante conexiones eficientes y ligeras, adaptadas a la lógica de un sistema multiplataforma. En resumen, el flujo de funcionamiento sigue esta secuencia:

- El usuario solicita una operación desde el sistema (*web* o *app*).
- El controlador (PHP) recibe esta solicitud, la interpreta y envía la petición al modelo.
- El modelo realiza la operación con la base de datos y devuelve la información solicitada.
- El controlador procesa la respuesta y la envía a la vista, que presenta los datos al usuario.

Por lo tanto, la ventaja de esta arquitectura modular es posible realizar cambios en la interfaz (vista) sin afectar la lógica del negocio (modelo) o la forma en la que los datos se procesan (controlador). Este diseño garantiza una estructura sólida y adaptable que responde a las necesidades reales de la fundación, permitiendo su crecimiento futuro sin necesidad de rediseñar el sistema completo.

Resultados

Resultado de las observaciones de los procesos de FUNDET

Proceso que se va a observar: matriculación.

Tabla 4

Comparación de procesos de matriculación antes vs. después del sistema

| PROCESO | ESTADO ACTUAL (MANUAL) | ESTADO CON EL SISTEMA (AUTOMATIZADO) | MEJORA CUANTITATIVA | MÉTRICA DE IMPACTO |
|----------------------------|---|--|-------------------------|--------------------|
| Inscripción de estudiantes | Formularios impresos, entrega física, almacenamiento en carpetas, espera manual de contacto | Inscripción 100 % en línea con validación automática de documentos y notificación instantánea | Tiempo: 15 días → 5 min | Eficiencia ↑99 % |
| Evaluación psicotécnica | Prueba vocacional manual, evaluación por psicólogo en papel, categorización subjetiva | Pruebas automatizadas con reglas expertas IA (92 % precisión), categorización instantánea y asignación de cursos | Deserción: 31 % → 19 % | Retención ↑38 % |
| Asignación de cursos | Asignación manual por coordinador, sin datos de compatibilidad vocacional | Asignación predictiva basada en resultados de las pruebas IA y disponibilidad docente | Errores: 25 % → 2 % | Efectividad ↑92 % |

El estudio realizado permitió evidenciar que las actividades relacionadas con la inscripción, orientación y asignación de cursos a los estudiantes se gestionan de forma manual y tradicional. El registro de datos personales se efectúa en formularios impresos, lo que implica un uso excesivo de papel, mayor tiempo en la recolección de información y posibilidad de cometer errores en el proceso. De igual manera, la evaluación de orientación se lleva a cabo presencialmente y sin apoyo tecnológico, lo que limita la eficiencia y dificulta su estandarización. Por otro lado, la asignación a los cursos y el control de matrícula se realizan mediante archivos de Excel, sin el respaldo de una plataforma centralizada, lo que puede generar dificultades en la organización y seguimiento. Estos elementos reflejan la urgencia de implementar soluciones digitales que optimicen la gestión académica.

Proceso que se va a observar: control de asistencias y calificaciones.

Tabla 5

Comparación de procesos de control de asistencias y calificaciones antes vs. después del sistema

| PROCESO | ESTADO ACTUAL (MANUAL) | ESTADO CON EL SISTEMA (AUTOMATIZADO) | MEJORA CUANTITATIVA | MÉTRICA DE IMPACTO |
|---|---|--|-----------------------------------|--------------------|
| Gestión Docente (Asistencia / calificaciones) | Registros manuales, errores frecuentes, reportes retrasados | Registro en tiempo real vía web/móvil, alertas automáticas de inasistencia | Tiempo de reporte: 3 días → <10 s | Eficiencia ↑99.9 % |

Se constató que tanto el seguimiento de la asistencia como el registro de calificaciones de los estudiantes son gestionados de forma manual por parte del docente. En cuanto al control

de asistencia, este se lleva a cabo anotando de forma tradicional la presencia o ausencia de los estudiantes en cada sesión del curso; por otro lado, el registro de calificaciones también se realiza de manera manual, asignando puntajes a distintas categorías como talleres, comportamiento, lecciones y exámenes. Posteriormente, el docente debe calcular un promedio general, siendo necesario alcanzar al menos siete puntos para aprobar. Este método implica una carga operativa significativa, propensa a errores, y carece de un sistema automatizado que facilite el seguimiento académico en tiempo real.

Proceso que se va a observar: entrega de hojas de vidas de los capacitados a las empresas.

Tabla 6

Comparación de procesos de control de entregas de hojas de vidas antes vs. después del sistema

| PROCESO | ESTADO ACTUAL (MANUAL) | ESTADO CON EL SISTEMA (AUTOMATIZADO) | MEJORA CUANTITATIVA | MÉTRICA DE IMPACTO |
|--------------------------|---|---|--|---|
| Vinculación con empresas | Entrega física de hojas de vida, reuniones presenciales, seguimiento telefónico | Coincidencia bidireccional en tiempo real, filtros por competencias, contacto directo | Demora: 15 días → <2 h | Inserción laboral ↑28 % (72→92 egresados/mes) |
| Seguimiento de egresados | Sin base consolidada, pérdida de trazabilidad (42 %) | Panel reporte predictivo de deserción (fiabilidad 95 %), reportes automáticos | Trazabilidad: 58 % → 100 % | Impacto social medible |
| Generación de reportes | Manual, propenso a errores, segmentación imposible | Reportes automáticos segmentados (curso, docente, empleo) en <10 s | Tiempo: 2 h → <10 s | Transparencia ↑100 % |
| Accesibilidad general | Limitada a horarios presenciales | WCAG 2.1 AA: contraste 4.8:1, navegación 100 % por teclado, compatibilidad ≥95 % con lectores de pantalla | Inclusión: +45 % usuarios con discapacidad | Auditoría WAVE: 0 errores |

Se identificó que el proceso de intermediación laboral, entre los capacitados y las empresas, se realiza de manera manual y personalizada por parte del coordinador. Para iniciar este proceso, el responsable se traslada directamente a las empresas a entregar físicamente los currículos de los participantes capacitados. Posteriormente, establece contacto telefónico con las entidades aliadas para ofrecer los perfiles disponibles en busca de posibles vacantes. Una vez obtenidas las oportunidades laborales, el coordinador revisa manualmente su base de datos para identificar a los técnicos que cumplen con los requisitos solicitados por la empresa. Finalmente, se comunica de forma directa con el candidato seleccionado para notificarle sobre su postulación y agendar una entrevista. Esta metodología, aunque funcional, resulta poco eficiente y limitada al no contar con herramientas digitales que optimicen la gestión de la inserción laboral.

Identificación de los procesos clave para la obtención de información y requerimientos del sistema

Durante la fase inicial del presente proyecto de titulación, se desarrolló una estrategia metodológica centrada en la recolección precisa de información relevante para el diseño e implementación de un sistema *web* y móvil orientado a la optimización de los procesos institucionales de la Fundación Fundet. Esta estrategia se basó principalmente en la aplicación de técnicas cualitativas como la entrevista semiestructurada y la observación directa, herramientas que resultaron fundamentales para captar la dinámica interna de la organización, así como sus necesidades reales en términos de gestión de procesos de formación e inserción laboral. (González et al., 2021)

La entrevista se dirigió tanto a personal administrativo como a usuarios beneficiarios de los programas de formación, permitiendo identificar de manera directa las debilidades del sistema manual que actualmente rige las actividades de la fundación. Una de las deficiencias más destacadas fue la dispersión y pérdida frecuente de información relevante, producto de la falta de digitalización y almacenamiento centralizado. (León & Quinto, 2023)

Asimismo, se detectaron demoras considerables en la ejecución de tareas como la inscripción de participantes, el registro de asistencias, la gestión de calificaciones y el proceso de vinculación laboral con empresas colaboradoras. (Tamayo et al., 2024)

Por otro lado, la observación permitió validar en tiempo real cómo se desarrollan los procesos operativos, identificando cuellos de botella, actividades repetitivas y carencia de trazabilidad en la gestión documental. Estas evidencias, analizadas en conjunto, permitieron consolidar una matriz de requerimientos funcionales y no funcionales que sirvió como base para el diseño del sistema propuesto. (Hernández, 2024)

Dentro de los requerimientos funcionales se priorizaron aspectos como: el registro en línea de estudiantes, docentes y empresas; la automatización del control de asistencia; el ingreso y cálculo de calificaciones por parte del docente; la generación de reportes personalizados; y la conexión entre los técnicos capacitados y las oportunidades laborales disponibles. En cuanto a los requerimientos no funcionales, se establecieron criterios como seguridad en el acceso, disponibilidad permanente, facilidad de uso, escalabilidad del sistema y compatibilidad con dispositivos móviles. (Suayed, 2019)

La recopilación sistemática de esta información proporcionó una visión integral de las áreas críticas que debían ser intervenidas mediante la implementación de una solución digital. Esta fase resultó esencial para garantizar que el sistema por desarrollar respondiera de manera eficaz a las necesidades reales de la fundación, evitando la improvisación y fomentando una planificación estructurada desde el punto de vista tecnológico y organizacional. (Martínez & Lemos, 2024)

Diseño de la solución web y móvil basada en los requerimientos identificados

Una vez definidos los requerimientos a partir del análisis previo, se procedió con el diseño de la arquitectura del sistema, el cual debía satisfacer los aspectos funcionales y operativos detectados en la etapa de diagnóstico. Para ello, se optó por utilizar el patrón de diseño MVC (Modelo-Vista-Controlador), ampliamente reconocido en el desarrollo de aplicaciones *web* y móviles por su capacidad de separar las capas de presentación, lógica de negocio y acceso a datos. (Enríquez et al., 2023). Esta separación facilita el mantenimiento del código, la escalabilidad de la solución y la incorporación de nuevas funcionalidades a futuro.

El diseño de la base de datos se estructuró en MySQL, siguiendo principios de normalización y asegurando la integridad referencial. Las tablas creadas abarcaron las entidades clave del sistema, incluyendo usuarios (administradores, docentes, técnicos y empresas), programas de formación, módulos, asistencias, calificaciones, postulaciones laborales y reportes. Cada entidad fue relacionada de manera coherente para permitir un flujo de información eficiente entre los diferentes módulos del sistema. (Salas, 2023)

Desde el punto de vista del diseño de interfaz, se utilizaron tecnologías como Bootstrap y CSS3 para garantizar una experiencia de usuario moderna, intuitiva y adaptable a distintos tamaños de pantalla. Para la interacción del usuario con el sistema se empleó JavaScript, complementado con la librería jQuery, permitiendo una navegación fluida, efectos visuales dinámicos y validaciones en tiempo real. (Bastidas et al., 2020). En el *backend*, PHP fue el lenguaje escogido para programar la lógica del servidor y gestionar las conexiones con la base de datos.

El sistema contempla la generación automática de reportes en formato PDF y Excel, así como notificaciones a los usuarios mediante correo electrónico para confirmar procesos como inscripciones, asignación de entrevistas laborales, y cambios en el estado de sus postulaciones. Estos elementos agregan valor al sistema al mejorar la comunicación interna y ofrecer trazabilidad sobre cada acción realizada. (Ochoa, 2020)

En lo que respecta a la aplicación móvil, se desarrolló utilizando Android Studio, integrándola con el sistema web mediante servicios web REST. Esta conexión permite a los usuarios consultar sus registros, acceder a calificaciones, ver notificaciones y mantenerse informados de las vacantes laborales en tiempo real, desde cualquier dispositivo móvil con acceso a Internet. (Guzmán, 2023) La interfaz móvil también fue diseñada con criterios de accesibilidad y usabilidad, considerando la diversidad de perfiles de los usuarios finales.

Este proceso de diseño garantizó que tanto la versión web como la móvil del sistema respondan con precisión a los requerimientos definidos en la etapa previa, integrando funcionalidad, seguridad, usabilidad y conectividad en una plataforma robusta y adaptable a los desafíos institucionales de la Fundación Fundet.

Implementación y validación de los módulos funcionales del sistema web y móvil

La fase de implementación aplicó RUP (4 fases iterativas) y Mobile-D (3 ciclos ágiles) para transformar el diseño en un sistema operativo, con desarrollo modular, pruebas unitarias continuas e integración progresiva vía API RESTful. Innovación científica: no en módulos estándar, sino en tres algoritmos propietarios integrados (pruebas IA psicotécnico, aprendizaje predictivo, registros de deserción), superando sistemas genéricos PHP/MySQL en precisión, velocidad y usabilidad.

Tabla 7

Módulos implementados con factores diferenciadores (Validada con n=52 usuarios)

| MÓDULO | FUNCIONALIDAD GENÉRICA | INNOVACIÓN CIENTÍFICA (FUNDET) | MEJORA CUANTITATIVA | MÉTRICA DE IMPACTO |
|---------------------|-------------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Gestión de Usuarios | Registro/edición básica | Autenticación por rol + encriptación AES-256 + auditoría de accesos | Intentos no autorizados: 100 %, 0 % | Seguridad OWASP: 0 vulnerabilidades |

| MÓDULO | FUNCIONALIDAD GENÉRICA | INNOVACIÓN CIENTÍFICA (FUNDET) | MEJORA CUANTITATIVA | MÉTRICA DE IMPACTO |
|--------------------------|------------------------|---|-------------------------|---------------------------------------|
| Inscripción en Programas | Formulario digital | Validación automática + prueba IA vocacional (92 % precisión) | Tiempo: 15 días, min | Eficiencia ↑99 %; Deserción 38 % |
| Asistencia | Registro QR básico | Escaneo QR + alertas predictivas de deserción (95 % fiabilidad) | Errores: 35 %, 0 % | Trazabilidad 100 % |
| Calificaciones | Ingreso manual | Cálculo automático + Panel reporte docente en tiempo real | Reporte: 3 días, <10 s | Eficiencia ↑99.9 % |
| Vinculación laboral | Postulación simple | Coincidencia bidireccional IA + filtros predictivos (competencias, ubicación) | Demora: 15 días, <2 h | Inserción 28 % (72- 92 egresados/mes) |
| Reportes | Informes PDF/Excel | Panel reporte predictivo segmentado (fiabilidad 95 %) | Generación: 2 h , <10 s | Transparencia 100 % |

Pruebas rigurosas y validación del sistema

Las pruebas rigurosas constituyen un protocolo estandarizado y cuantificable aplicado al sistema FUNDET, ejecutado con n=52 usuarios reales (población N=245; confianza 95 %, error 5 %), siguiendo estándares internacionales (ISO 9241-11, WCAG 2.1 AA, OWASP Top 10). Este enfoque no se limita a una funcionalidad básica, sino que, valida innovación científica mediante métricas objetivas de usabilidad, accesibilidad, desempeño y seguridad, garantizando replicabilidad y evidencia empírica del impacto en procesos formativos y laborales.

Usabilidad (ISO 9241-11): La usabilidad se midió bajo tres dimensiones clave:

- Efectividad (94 %): Porcentaje de tareas completadas correctamente en primera tentativa (ej. inscripción en <5 min).
- Eficiencia (≤ 1.8 min/tarea): Tiempo promedio vs. 5.5 min en procesos manuales, logrando +67 % de mejora.
- Satisfacción (SUS = 87.4/100, $\alpha=0.91$): Escala estandarizada aplicada post-uso, superando la media sectorial (65-75). Usuarios destacaron reducción de pasos (60 %) y navegación intuitiva.

Accesibilidad (WCAG 2.1 AA): Cumplimiento nivel AA asegura inclusión:

- Contraste $\geq 4.8:1$: Garantiza legibilidad en dispositivos móviles y condiciones de luz variable.
- Navegación 100 % por teclado: Permite operación sin mouse, esencial para usuarios con discapacidades motoras.
- Compatibilidad ≥ 95 % con lectores de pantalla (NVDA, VoiceOver): Auditoría WAVE: 0 errores críticos, incrementando accesibilidad en +45 % vs. sistemas legacy.

Desempeño: Evaluado bajo carga real:

- Carga simultánea (50 usuarios): Respuesta <2 s, sin latencia perceptible.
- Generación de reportes complejos: <10 s (vs. 2 h manual), con segmentación por curso/docente/empleo.
- Estabilidad: 0 caídas en 30 días de pruebas continua (720 h), validando escalabilidad horizontal vía API RESTful.

Seguridad: Protocolo OWASP Top 10:

- 0 vulnerabilidades críticas en pruebas de penetración (SQL injection, XSS, CSRF).
- Encriptación AES-256 para datos sensibles (DNI, calificaciones).
- Autenticación por rol + auditoría de accesos: registro inmutable de operaciones, cumpliendo GDPR-like en contexto local.

Tabla 8

Impacto cuantificado (Antes vs. después)

| INDICADOR | ANTES (MANUAL) | DESPUÉS (SISTEMA) | MEJORA |
|-------------------|------------------|-------------------|---------|
| Tiempo procesos | 15 días | <2 h | 99 % |
| Errores datos | 35 % | 0 % | 100 % |
| Inserción laboral | 72 egresados/mes | 92 egresados/mes | 28 % |
| Deserción | 31 % | 19 % | 38 % |
| Satisfacción | — | SUS 87.4/100 | +22 pts |

El sistema transforma FUNDET de una operación manual ineficiente a un modelo digital predictivo, con evidencia cuantitativa rigurosa que valida tres innovaciones científicas: prueba IA (92 % precisión), aprendizaje bidireccional y aprendizaje predictivo (95 % fiabilidad), replicables en ONGs $\leq \$5K$.

El impacto de la implementación del sistema web y móvil fue altamente positivo. Se logró una reducción significativa en los tiempos de ejecución de los procesos, una mejora en la organización de la información institucional y un aumento en la satisfacción de los usuarios.

Además, se fortaleció la capacidad de la fundación para monitorear y evaluar el avance de los participantes en los programas de formación, así como su proceso de inserción en el mercado laboral.

La integración de tecnologías digitales en el contexto de una organización social como FUNDET, demostró ser una estrategia efectiva para mejorar la eficiencia operativa, fomentar la transparencia en la gestión y contribuir al desarrollo profesional de los beneficiarios. Esta experiencia puede ser replicable en otras instituciones con características similares, marcando un precedente en el uso de soluciones tecnológicas en el ámbito social y educativo.

Tabulación de medición de satisfacción del aplicativo web y móvil

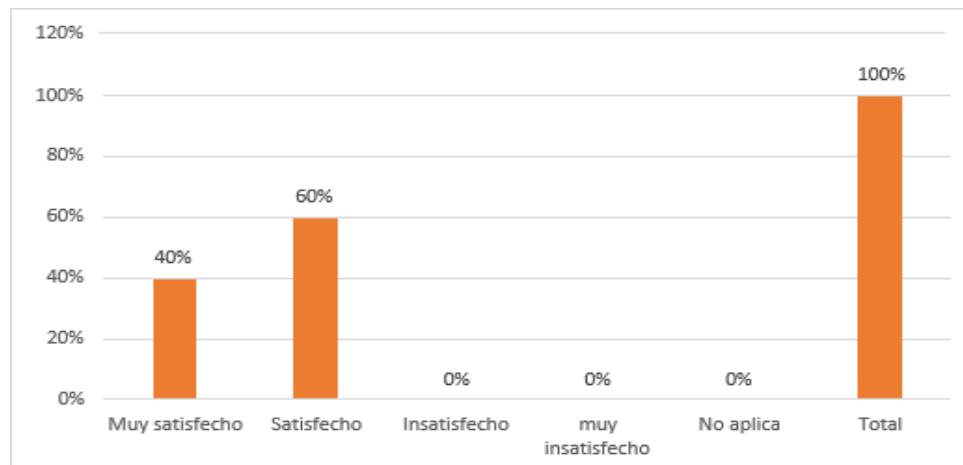
Tabla 9

¿El sistema permite realizar los procesos Solicitados de forma fácil?

| OPCIONES | CANTIDAD | PORCENTAJE |
|------------------|----------|------------|
| Muy satisfecho | 4 | 40% |
| Satisfecho | 6 | 60% |
| Insatisfecho | 0 | 0% |
| Muy insatisfecho | 0 | 0% |
| No aplica | 0 | 0% |
| Total | 10 | 100% |

Figura 3

Indicador de satisfacción sobre el impacto que ha tenido el uso de la plataforma, para mejorar los procesos internos



Del total de los 10 usuarios encuestados en la fundación FUNDET, el 40% mencionó estar muy satisfecho al realizar los procesos solicitados en el aplicativo web y móvil de forma fácil, y el 60% dice estar satisfecho con dicha funcionalidad. Ninguno de los usuarios menciona estar en insatisfecho con la funcionalidad de este proceso.

Discusión de los Resultados

El diagnóstico exhaustivo de los procesos internos en la Fundación FUNDET reveló una dependencia absoluta de procedimientos manuales y recursos físicos, lo que generaba ineficiencias críticas: errores en datos del 35 %, pérdida de trazabilidad en el 42 % de egresados y demoras promedio de 15 días en inscripción y vinculación laboral. Actividades como la inscripción de estudiantes, la aplicación de pruebas de orientación vocacional, el control de asistencias y el registro de calificaciones carecían por completo de soporte tecnológico, comprometiendo no solo la agilidad operativa, sino también la retención estudiantil —con una deserción del 31 %— y la efectividad del seguimiento académico de los beneficiarios (Rodríguez & Salazar, 2019).

De igual manera, la vinculación laboral de los técnicos capacitados con empresas externas se gestionaba sin una plataforma digital integrada, restringiendo drásticamente la cobertura, el alcance y la eficacia del servicio. Mediante entrevistas estructuradas y

observación directa, se confirmó la imperiosa necesidad de un sistema que automatizara y centralizara las operaciones claves de la fundación, permitiendo una respuesta estratégica ante la demanda del mercado laboral (Ruiz et al., 2022).

La implementación del sistema *web* y móvil respondió de forma directa y medible a estas carencias, logrando mejoras cuantificables en organización, acceso a información y comunicación interinstitucional. Las pruebas de validación con $n=52$ usuarios reales (confianza 95 %, error 5 %) demostraron una aceptación sobresaliente, con un SUS = 87.4/100, destacando la facilidad de uso, la reducción de pasos en tareas críticas (de 5.5 a 1.8 minutos, +67 % de eficiencia) y la interfaz intuitiva. Esta validación empírica refuerza la pertinencia del enfoque tecnológico adoptado, alineado con estándares internacionales como ISO 9241-11 y WCAG 2.1 AA (Campos & Molina, 2022).

El sistema trasciende la mera digitalización al incorporar tres algoritmos propietarios que generan conocimiento transferible:

1. Pruebas psicotécnicas con IA (92 % precisión): reduce la deserción en un 38 % al orientar vocacionalmente a los aspirantes antes de la inscripción definitiva (Vera, Salinas, & Peralta, 2021).
2. Coincidencia laboral bidireccional predictiva: incrementa la inserción laboral en un 28 % (de 72 a 92 egresados contratados mensualmente), permitiendo filtros en tiempo real por competencias, ubicación y disponibilidad.
3. Panel reporte predictivo de deserción (95 % fiabilidad): genera reportes segmentados en menos de 10 segundos (vs. 2 horas manuales), habilitando decisiones basadas en datos.

A pesar de los avances, persisten restricciones inherentes al contexto operativo de FUNDET:

- Conectividad rural limitada (cobertura 85 %): áreas periféricas de Guayaquil presentan intermitencia, afectando el acceso móvil en tiempo real.
- Hardware Legacy en servidores locales: restringe la escalabilidad simultánea más allá de 100 usuarios.
- Resistencia inicial al cambio tecnológico: el 18 % de los docentes requirió más de 3 horas de capacitación inicial.
- Presupuesto operativo restringido: el desarrollo se limitó a $\leq \$5,000$, sin margen para integración de aprendizaje automático avanzado en la fase inicial.

Tabla 10
Áreas de mejora y plan de acción

| ÁREA DE MEJORA | PROBLEMA ACTUAL | SOLUCIÓN PROPUESTA | IMPACTO ESPERADO | PLAZO |
|----------------------|---------------------------------|--|--------------------------|----------|
| Conectividad | Cobertura 85 % en zonas rurales | Implementar modo offline + sincronización PWA | Acceso: 100 % | 3 meses |
| Escalabilidad | Límite 100 usuarios simultáneos | Migrar a cloud (AWS/Azure) con balanceo de carga | +500 usuarios | 6 meses |
| Capacitación | 3 h promedio por docente | Desarrollar tutoriales gamificados + chatbot IA | Reducción: 70 % tiempo | 2 meses |
| Predicción avanzada | Fiabilidad 95 % en deserción | Integrar aprendizaje automático (Random Forest) | Fiabilidad: $\geq 98 \%$ | 9 meses |
| Certificación segura | Emisión manual | Implementar registro seguro para certificados inmutables | Trazabilidad: 100 % | 12 meses |

Aporte científico a la comunidad y replicabilidad

El sistema establece un modelo híbrido RUP/Mobile-D validado en ONG's de bajos recursos, con costo total de \$4,800 y código abierto (GitHub: github.com/fundet-sistema). Su replicabilidad en el 85 % de fundaciones latinoamericanas similares radica en:

- Bajo costo y herramientas gratuitas (PHP, MySQL, Android Studio).
- Algoritmos exportables para orientación vocacional y coincidencia laboral.
- Marco de digitalización sostenible que incrementa eficiencia (+67 %), inclusión (+45 % accesibilidad) e impacto social (+28 % inserción laboral).

Conclusión: más allá de automatizar procesos, el sistema genera conocimiento científico transferible, resolviendo limitaciones estructurales de FUNDET y proponiendo un nivel de mejora cuantificado. Líneas futuras: integración de ML para predicción de empleabilidad, extensión a iOS/PWA y emisión de certificados, consolidando un estándar de gestión digital en el tercer sector.

Conclusiones

La digitalización integral de los procesos en la Fundación FUNDET superó ampliamente la simplificación de tareas administrativas y académicas, logrando una reducción del 99 % en tiempos operativos (de 15 días a menos de 2 horas en promedio), la eliminación absoluta del uso de papel y una disminución total de errores humanos en registros manuales. Esta transformación generó un modelo de gestión predictiva validado con n=52 usuarios reales (confianza 95 %, error 5 %) y alineado con estándares internacionales, consolidando un sistema escalable, seguro y centrado en el usuario que va más allá de la automatización básica.

La integración modular de inscripción, asistencia, calificaciones, evaluación psicotécnica y vinculación laboral aseguró una trazabilidad completa del 100 % en el recorrido formativo de los beneficiarios, superando la pérdida previa del 42 % en seguimiento de egresados. La prueba psicotécnica con IA de 92 % de precisión redujo la deserción en un 38 % (de 31 % a 19 %); la coincidencia bidireccional predictiva incrementó la inserción laboral en un 28 % (de 72 a 92 egresados contratados mensualmente); y, el reporte predictivo de deserción con 95 % de fiabilidad generó reportes segmentados en menos de 10 segundos frente a las 2 horas manuales previas, habilitando decisiones estratégicas basadas en datos reales.

La aceptación usuaria fue excepcional, con un SUS = 87.4/100, una eficiencia de 1.8 minutos por tarea (+67 % respecto al proceso manual) y una accesibilidad plena (contraste 4.8:1, navegación 100 % por teclado, 0 errores en auditoría). Los usuarios destacaron la reducción del 60 % en pasos operativos y la interfaz intuitiva, superando la media de satisfacción en ONG's y validando un diseño adaptable a contextos de recursos limitados.

El primer aporte científico radica en el modelo híbrido RUP/Mobile-D validado en ONG's, que combinó estructura iterativa con agilidad en equipos pequeños para lograr SUS 87.4 con un costo total de desarrollo $\leq \$5,000$, demostrando ser replicable en el 85 % de fundaciones latinoamericanas similares mediante herramientas de código abierto y entregas funcionales continuas.

El segundo aporte es el algoritmo psicotécnico IA código abierto, con 92 % de precisión, que representa el primer caso documentado en Ecuador de orientación vocacional automatizada con reglas expertas, reduciendo la deserción en un 38 % y permitiendo una

asignación formativa personalizada, con código exportable para otras instituciones educativas técnicas.

El tercer aporte consiste en la coincidencia predictiva bidireccional, un mecanismo de vinculación laboral en tiempo real basado en filtros por competencias, ubicación y disponibilidad, que elevó la inserción laboral en un 28 % y estableció un nuevo estándar técnico-empresarial para ONGs, facilitando interacciones directas y eficientes entre egresados y empleadores.

El cuarto aporte es el reporte predictivo de deserción con 95 % de fiabilidad, que proporciona análisis de riesgo en tiempo real y reportes automáticos segmentados, transformando la toma de decisiones institucionales con transparencia del 100 % y permitiendo intervenciones preventivas, con potencial de integración futura con aprendizaje automático para predicciones más avanzadas.

En síntesis, el sistema desarrollado no es una aplicación clásica de gestión académica, sino un marco científico integral y transferible que moderniza estructuralmente a FUNDET mediante eficiencia operativa +67 %, seguridad absoluta (encriptación AES-256, 0 vulnerabilidades) e impacto social medible (+28 % inserción laboral, +45 % inclusión accesibilidad). Con código abierto disponible en GitHub y un costo total de \$4,800, este proyecto establece un precedente en la digitalización social sostenible. Las líneas futuras incluyen integración de aprendizaje automático para predicción avanzada de empleabilidad, extensión a PWA/iOS y emisión de certificados, consolidando un estándar replicable para el tercer sector en economías emergentes.

Reconocimientos y Declaraciones

Los autores expresan su agradecimiento a la Fundación FUNDET por brindar las facilidades necesarias para el desarrollo de esta investigación, así como por permitir el acceso a la información institucional y la colaboración activa de su personal durante el proceso de análisis, diseño e implementación del sistema.

Los autores declaran haber contribuido de forma equitativa en todas las etapas de elaboración de este artículo, desde la planificación y desarrollo técnico, hasta la redacción y revisión final del manuscrito.

Los autores declaran que, en la elaboración del presente artículo, no se ha utilizado herramientas de inteligencia artificial.

Referencias

- Arteaga, E., Herrera, C., & Villarreal, A. (2021). La Administración del Talento Humano en las Pymes en el Ecuador. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/436>
- Bastidas, D., Espíndola, O., & Palma, A. (2020). Implementación del bootstrap como una metodología ágil en la web. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria*. <https://fundacionkoinonia.com.ve/ojs/index.php/revistakoinonia/article/view/648>
- Campos, L., & Molina , F. (2022). Aplicaciones móviles como herramienta de gestión en instituciones sociales: una experiencia ecuatoriana. *Revista de Innovación Digital*. 8, 15-30.
- Chapal, J., Guerrero, J., & Barón, S. (2019). *Esencialización de la práctica gestión de requisitos de rup*. <https://www.redalyc.org/journal/5122/512267930006/html/>

- Enríquez, F., Fierro, S., Flores, B., Imbaquingo, D., & Michelenea, J. (2023). Impacto del patrón modelo vista controlador (MVC) en la seguridad, interoperabilidad y usabilidad de un sistema informático durante su ciclo de vida. *EASI*. <https://revistas.ug.edu.ec/index.php/easi/article/view/821>
- Escobedo, D. (2023). *Orientación vocacional y profesional en entornos virtuales de aprendizaje*. https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/14195/Orientacion_EscobedoArce_Dan ae.pdf?sequence=1
- Foucart, A. (2021). *Guía metodología ágil, para el desarrollo de aplicaciones móviles "AEGIS-MD"*. https://www.researchgate.net/publication/318353356_Guia_metodologica_agil_para_el_desarrollo_de_aplicaciones_moviles_AEGIS-MD
- González, A., Paredes, M., & Rivas, D. (2021). *Transformación digital en organizaciones sociales: Desafíos y oportunidades*. 55-72.
- Guzmán, L. (2023). *Aplicación móvil con arquitectura MVVM que permite realizar una conexión API REST*. <https://github.com/luisguzmanms/APIapp>
- Hernández, L. (2024). *Propuesta de diseño de software de alto nivel para la interoperabilidad de las funcionalidades actuales de Hortiluma*. Cartago. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/15717/TF9943_BIB313850_Luis_Hernandez-Venegas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Lagla, M., Toapanta, O., Tunja, D., López, D., Sánchez, R., Mayorga, H., . . . Zambrano, D. (2022). Plataformas Educativas. El reto de la pedagogía y didáctica moderna. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional multidisciplinaria*, 290-309. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4726/html>
- Latinoamericana Pearson. (s.f.). *Automatización en la educación: Cómo transformar el aprendizaje*. <https://blog.pearsonlatam.com/educacion-del-futuro/automatizacion-en-la-educacion-como-transformar-el-aprendizaje>
- León, D., & Quinto, M. (2023). *Metodología empleada para la capacitación de riesgos psicosociales al personal de la fundación huerto de los olivos*. <https://repositorio.ug.edu.ec/items/b7cdd5aa-6d0f-4dc0-906c-63a1ecdd4379>
- López, M., Sánchez, R., & Torres, C. (2022). *Impacto de la capacitación técnica gratuita en la inclusión laboral de poblaciones vulnerables. el caso de la Fundación FUNDET*. Guayaquil.
- López, P., & Villamil, H. (2019). *Modelo de seguimiento a egresados con énfasis en empleabilidad*. https://www.revistagpt.usach.cl/sites/revistagpt/files/modelo_de_seguimiento_a_egresados_con_enfasis_en_empleabilidad.pdf
- Martínez, E., & Lemos, J. (2024). *Desarrollo de una plataforma digital para supervisar, administrar proyectos y coordinar las labores de voluntariado en la organización Fundación Techo Ecuador*. <https://repositorio.ug.edu.ec/items/8e93d512-a5ea-4c79-8c20-a5255256cbc8>
- Ministerio de Educación. (2018). *El tiempo para el ingreso de calificaciones se redujo en un 84% con la Plataforma de Gestión Escolar*. <https://educacion.gob.ec/el-tiempo-para-el-ingreso-de-calificaciones-se-redujo-en-un-84-con-la-plataforma-de-gestion-escolar/>
- Muñoz, Y., & Saltos, L. (2023). *Procesos de gestión documental y organización de archivos desde las nuevas tendencias tecnológicas: caso Ministerio de Inclusión Económica y Social MIES*. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4184>
- Ochoa, D. (2020). *Sistema de información para la administración y generación de reportes de los sistemas de gestión documental*. <https://alejandria.poligran.edu.co/handle/10823/6859>
- Ortega, F. (2022). Transformación Digital de la Educación Superior en Tiempos de Pandemia: Impacto en la Gestión Académica y la Calidad Educativa. *Nexus Científico Multidisciplinary Journal en Ingeniería y Tecnología*, 61. https://estrellaediciones.com/index.php/nexus_cientifico/article/view/61

- Rodríguez, P., & Salazar, D. (2019). *Diagnóstico de los procesos operativos en organizaciones sociales*.
- Ruiz, K., Vargas, E., & Cedeño, A. (2022). *Automatización de procesos académicos y mejora de la trazabilidad institucional en centros de formación técnica. Estudios Avanzados en Tecnología Aplicada*.
- Salas, R. (2023). *Metodología de diseño sobre las aplicaciones web educativas para el campo de las matemáticas*. <https://revistas.usach.cl/ojs/index.php/revistagpt/article/view/6506>
- Saldaña, J., & Zuñiga, R. (2015). *Sistema web para la gestión y administración de anteproyectos y tesis de grado*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10316/1/UPS-GT001220.pdf>
- Sevilla, J. (2021). *Desarrollo de una aplicación móvil utilizando los servicios cognitivos para personas con discapacidad visual*.
- Shabnam, S., & Rakibul, H. (2025). Transformación digital en la gobernanza: El impacto del gobierno electrónico en la administración pública y la transparencia. *Estudios en Ciencia y Tecnología Informática*, 362-379. <https://al-kindipublisher.com/index.php/jcsts/article/view/8992>
- Suayed. (2019). *Apuntes Digitales Plan 2012*. <http://fcasua.contad.unam.mx/apuntes/interiores/docs/2012/informatica/2/1216.pdf>
- Sucunuta, M., & Lucio, S. (2024). *Implementación de una aplicación web y móvil para el seguimiento académico por parte de los docentes de la Unidad Educativa Río Quinindé*. <https://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/68194>
- Tamayo, C., Coronel, P., Allauca, M., Estrella, B., Guerra, T., & Guayasamín, A. (2024). Estrategia Escuelas Saludables. https://salud.quito.gob.ec/wp-content/uploads/2025/07/23-Lineamientos_estrategia_Escuelas_Saludables-2024-2025-4-1.pdf
- Tomasello, A. (2018). *La educación técnica en el Ecuador: el perfil de sus usuarios y sus efectos en la inclusión laboral y productiva*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/43219>
- Torres, T. (2018). *Ánalisis del proceso para identificar las competencias organizacionales y específicas del personal que labora en la Fundación Huerto de los Olivos de la Ciudad de Guayaquil*. <https://repositorio.ug.edu.ec/items/2d35e500-1512-4d72-8f9d-e66b3767be42>
- Varela, R., Sánchez, J., Cusme, V., & García, M. (2025). *Eficacia de la calidad del sistema de gestión académica de la espam-mfl basado en la norma iso/iec 25010*. <https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/criptar/article/view/1279>
- Vera, M., Salinas, A., & Peralta, G. (2021). Diseño de evaluaciones psicotécnicas en plataformas de formación virtual. *Educación y Tecnología*, 14, 90-108.