

Development of an intelligent software architecture for the pre-professional practices of a public university

Pérez-Samanamud, Miguel V., Doctor¹, Sáenz-Rivera, Pedro Y., Magíster¹, Gil-López, José M., Doctor¹,
Sanchez-Castillo, Eddy A., Magíster¹, y Pérez-Samanamud, Manuel E., Doctor¹

¹ Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú, mperezsa@unfv.edu.pe, psaenz@unfv.edu.pe, jgill@unfv.edu.pe,
esanchez@unfv.edu.pe, mperez@unfv.edu.pe

Abstract—*The management of pre-professional internships in public universities is a key process for professional training; however, it is often carried out using manual procedures or fragmented systems that generate delays, limited traceability, and a progressive decrease in student satisfaction. The objective of this study is to propose an intelligent software architecture that optimizes the management of pre-professional internships in an engineering faculty of a public university, addressing the main operational limitations of the current process. The method is applied research using an agile methodology called Rational Unified Process, based on the analysis of the internship administrative process, the application of questionnaires to 52 students, and the gathering of functional and non-functional requirements. These inputs allowed for the design of an architecture based on the Model-View-Controller pattern and a microservices-oriented approach. The results show that, although 84.6% of students value the treatment they receive from administrative staff positively, overall satisfaction with the process reaches only 73.1%. Weaknesses were identified in response times, report review, and the assignment of faculty reviewers. Furthermore, differences were observed between academic departments, with satisfaction levels dropping to 66.7%, and a progressive reduction among recent graduates, from 72.7% in 2024 to 62.5% in 2025. Conclusion, the study demonstrates that the proposed intelligent software architecture constitutes a viable technical solution with the potential to significantly improve the efficiency, traceability, and quality of pre-professional internship management in public universities.*

Keywords— *Software architecture; microservices; automation; pre-professional internships; intelligent system.*

Desarrollo de una arquitectura de software inteligente para las prácticas preprofesionales de una universidad pública

Pérez-Samanamud, Miguel V., Doctor¹, Sáenz-Rivera, Pedro Y., Magíster¹, Gil-López, José M., Doctor¹, Sanchez-Castillo, Eddy A., Magíster¹, y Pérez-Samanamud, Manuel E., Doctor¹

¹ Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú, mperezsa@unfv.edu.pe, psaenz@unfv.edu.pe, jgill@unfv.edu.pe, esanchez@unfv.edu.pe, mperez@unfv.edu.pe

Resumen– La gestión de las prácticas preprofesionales en universidades públicas constituye un proceso clave para la formación profesional; sin embargo, suele desarrollarse mediante procedimientos manuales o sistemas fragmentados que generan demoras, limitada trazabilidad y una disminución progresiva de la satisfacción estudiantil. El objetivo de este estudio es proponer una arquitectura de software inteligente que optimice la gestión de las prácticas preprofesionales en una facultad de ingeniería de una universidad pública, atendiendo las principales limitaciones operativas del proceso actual. El método es una investigación aplicada con metodología ágil denominada Proceso Unificado Racional, basada en el análisis del proceso administrativo de prácticas, la aplicación de cuestionarios a 52 estudiantes, y el levantamiento de requerimientos funcionales y no funcionales, insumos que permitieron diseñar una arquitectura sustentada en el patrón Modelo–Vista–Controlador y un enfoque orientado a microservicios. Los resultados evidencian que, aunque el 84.6% de los estudiantes valora positivamente el trato del personal administrativo, la satisfacción general del proceso alcanza solo el 73.1%, identificándose debilidades en los tiempos de atención, la revisión de informes y la asignación de docentes revisores; asimismo, se observaron diferencias entre escuelas profesionales, con niveles de satisfacción que descienden hasta 66.7%, y una reducción progresiva en los egresados más recientes, de 72.7% en 2024 a 62.5% en 2025. Como conclusión, el estudio demuestra que la arquitectura de software inteligente propuesta constituye una solución técnica viable, con potencial para mejorar significativamente la eficiencia, la trazabilidad y la calidad de la gestión de prácticas preprofesionales en universidades públicas.

Palabras clave– Arquitectura de software; microservicios; automatización; prácticas preprofesionales; sistema inteligente.

I. INTRODUCCIÓN

La transformación digital se ha consolidado como un eje estratégico para la modernización de las instituciones de educación superior, impulsada por la necesidad de optimizar procesos, mejorar la eficiencia administrativa y fortalecer la calidad del servicio académico. Diversos estudios destacan que la adopción de tecnologías de la información, junto con un diseño arquitectónico adecuado de los sistemas, permite a las universidades responder de manera más eficaz a entornos dinámicos y altamente demandantes, garantizando la escalabilidad, la interoperabilidad y la sostenibilidad de los servicios digitales [1],[2], [3],[4].

En este contexto, las prácticas preprofesionales representan un componente esencial en la formación universitaria, al facilitar la articulación entre el conocimiento teórico y su aplicación en escenarios reales de trabajo. La literatura coincide en que una gestión eficiente de estas prácticas contribuye al desarrollo de competencias profesionales, a la mejora de la empleabilidad y al fortalecimiento del vínculo universidad-empresa, especialmente en carreras de ingeniería y tecnologías de la información [5], [6], [7],[8].

Sin embargo, en muchas universidades públicas, la gestión de las prácticas preprofesionales continúa realizándose mediante procedimientos manuales o sistemas fragmentados, lo que genera demoras, duplicidad de información y dificultades en el seguimiento académico. Investigaciones recientes evidencian que estas limitaciones impactan negativamente en la satisfacción de los estudiantes y en la eficiencia de las oficinas responsables, además de incrementar la carga administrativa y reducir la trazabilidad de los procesos [9], [10], [11],[12].

Desde la perspectiva de la ingeniería de software, la arquitectura de software se reconoce como un elemento clave para estructurar sistemas complejos de manera coherente y adaptable. En particular, las arquitecturas de software inteligentes incorporan principios de modularidad, automatización y capacidad de evolución, permitiendo no solo digitalizar procesos, sino también optimizar su funcionamiento mediante mecanismos de análisis, adaptación y toma de decisiones basadas en datos [13], [14], [15], [16].

Diversos estudios han explorado el uso de arquitecturas basadas en microservicios, modelos distribuidos y enfoques orientados a servicios en sistemas académicos y administrativos, reportando mejoras significativas en escalabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. No obstante, la evidencia también señala que muchas de estas propuestas se centran en dominios específicos o en soluciones parciales, sin abordar de manera integral la gestión de prácticas preprofesionales en universidades públicas bajo un enfoque de arquitectura inteligente [17], [18], [2], [19].

Esta situación pone en evidencia una brecha de investigación y aplicación tecnológica, particularmente en contextos donde la modernización de los procesos académicos resulta crítica para garantizar equidad, transparencia y

eficiencia institucional. La literatura subraya la necesidad de desarrollar propuestas arquitectónicas que integren los procesos administrativos y académicos de forma inteligente, alineadas con los principios de transformación digital y con las demandas actuales de la educación superior pública [20], [6], [21], [22].

En este escenario, el desarrollo de una arquitectura de software inteligente orientada a la gestión de las prácticas preprofesionales surge como una alternativa viable para optimizar los flujos de trabajo, mejorar el seguimiento del desempeño estudiantil y fortalecer la toma de decisiones institucionales. Estudios previos resaltan que este tipo de soluciones contribuye a la reducción de tiempos, la mejora de la trazabilidad documental y el incremento de la satisfacción de los usuarios, aspectos clave para la sostenibilidad de los sistemas universitarios [23], [24], [25].

En consecuencia, el presente estudio se orienta al desarrollo de una arquitectura de software inteligente para las prácticas preprofesionales de una universidad pública, con el propósito de aportar una solución tecnológica alineada con las tendencias actuales de la ingeniería de software y las necesidades del contexto universitario. La propuesta busca constituirse como un referente replicable para instituciones públicas que enfrentan desafíos similares en la gestión y modernización de sus procesos académicos [26], [18],[27].

II. MÉTODO

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque aplicado y de naturaleza tecnológica, orientado al diseño de una arquitectura de software inteligente que permita optimizar la gestión de las prácticas preprofesionales en una universidad pública. El estudio se caracteriza por tener un nivel propositivo, dado que no solo analiza una problemática existente, sino que plantea una solución arquitectónica sustentada en el análisis sistemático de procesos, requerimientos y condiciones institucionales.

Para el desarrollo de la propuesta se adoptó una metodología de desarrollo ágil, basada en principios iterativos e incrementales, la cual facilita la adaptación continua a los cambios en los requerimientos y promueve la validación progresiva con los actores involucrados. En particular, se empleó el Proceso Unificado Rational (RUP), que estructura el desarrollo del software en fases claramente definidas, permitiendo establecer una trazabilidad coherente entre el levantamiento de requerimientos, el diseño arquitectónico y la validación de resultados [28]. Este enfoque metodológico ha sido ampliamente utilizado en proyectos de software institucional debido a su capacidad para integrar buenas prácticas de gestión, análisis y control del ciclo de vida del software [29].

El objeto de estudio estuvo constituido por el proceso de gestión de prácticas preprofesionales de la Oficina de Prácticas Preprofesionales de la Facultad de Ingeniería Electrónica e Informática de una universidad pública. Para la recolección de información se consideraron tres unidades de

análisis: los documentos normativos y administrativos vinculados a las prácticas preprofesionales, los estudiantes que culminaron dicho proceso y los docentes que desempeñaron funciones de supervisión y coordinación. La muestra estuvo conformada por 52 estudiantes egresados, así como por docentes permanentes con experiencia en la gestión de prácticas, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, acorde con el alcance aplicado del estudio.

La identificación de los requerimientos funcionales y no funcionales se realizó mediante la aplicación de diversas técnicas de recolección de datos. Se emplearon cuestionarios estructurados dirigidos a los estudiantes, con el propósito de evaluar el nivel de satisfacción respecto al proceso actual de gestión de prácticas. Complementariamente, se desarrollaron entrevistas semiestructuradas dirigidas a docentes y personal administrativo, orientadas a identificar necesidades operativas, limitaciones del sistema vigente y expectativas respecto a una solución tecnológica integral. Asimismo, se llevaron a cabo talleres de trabajo colaborativos, los cuales permitieron validar los flujos de procesos, consensuar los requerimientos críticos y reducir ambigüedades en la definición del sistema, práctica recomendada en estudios de levantamiento de requerimientos en contextos universitarios.

El procedimiento metodológico se organizó en fases secuenciales que incluyeron la planificación de la recolección de datos, la ejecución de las técnicas seleccionadas, la validación de la información con los actores clave y el refinamiento final de los requerimientos priorizados. El análisis de los datos recolectados permitió clasificar los requerimientos en funcionales y no funcionales, evaluar su viabilidad técnica y operativa, y priorizarlos según su impacto en la eficiencia del proceso y en la satisfacción de los usuarios, siguiendo lineamientos metodológicos propuestos para el diseño de arquitecturas de software en entornos organizacionales.

Durante el desarrollo de la investigación se respetaron principios éticos fundamentales, garantizando el consentimiento informado de los participantes, la confidencialidad de la información recolectada y el uso responsable de los datos con fines exclusivamente académicos y de mejora institucional. Asimismo, se aseguró la transparencia del proceso metodológico y la imparcialidad en el análisis de los resultados, en concordancia con las buenas prácticas de investigación aplicada en el ámbito universitario.

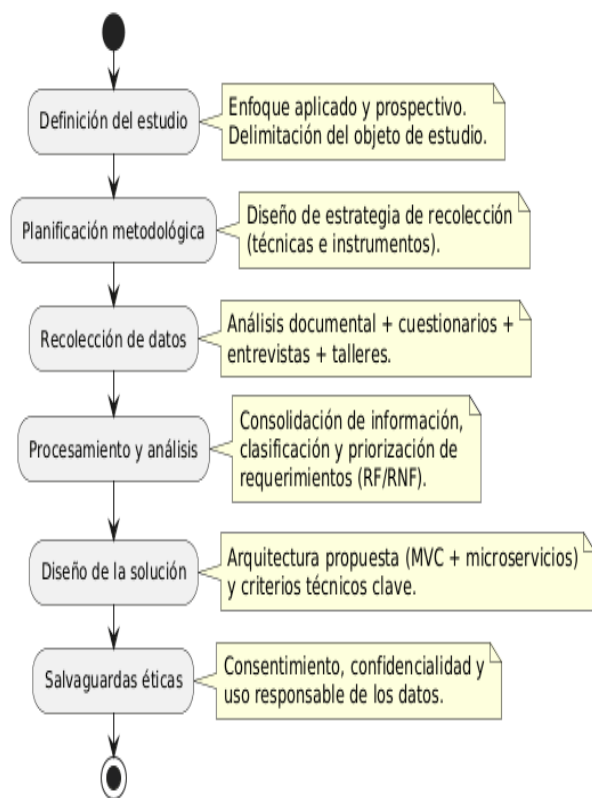


Fig. 1 Flujo metodológico

III. RESULTADOS

Los resultados del estudio se sustentan en el análisis cuantitativo de la percepción estudiantil, el levantamiento de procesos administrativos y la definición de los requerimientos que dieron origen al diseño de la arquitectura de software inteligente propuesta. Cada resultado relevante se apoya en tablas y figuras que permiten visualizar de manera objetiva las evidencias obtenidas.

El primer conjunto de resultados corresponde al nivel de satisfacción de los estudiantes respecto a la gestión de las prácticas preprofesionales. La Tabla I presenta la distribución porcentual de las respuestas obtenidas a partir del cuestionario aplicado a 52 estudiantes. Los datos evidencian que, si bien el trato del personal de la Oficina de Prácticas Preprofesionales es valorado positivamente por el 84.6% de los encuestados, la satisfacción general con el proceso disminuye a 73.1%, lo que revela una brecha significativa entre la atención recibida y la eficiencia del sistema administrativo.

TABLA I
SATISFACCIÓN CON LA GESTIÓN DE PRÁCTICAS PREPROFESIONALES SEGÚN DIMENSIÓN

Variable/ Dimensión	Bajo (%)	Medio (%)	Alto (%)
Atención y trato recibido	3.8	11.5	84.6
Tiempos de atención y respuesta	3.8	17.3	78.8
Claridad de la información y requisitos	5.8	13.5	80.8
Gestión y organización del proceso	5.8	19.2	75.0
Satisfacción general y percepción de mejora	5.8	21.2	73.1
Satisfacción Global	3.8	15.4	80.8

Esta diferencia se asocia principalmente con factores como los tiempos de atención, la revisión de informes y la asignación de docentes revisores, dimensiones que registran mayores porcentajes de respuesta en los niveles medio y bajo. Estos resultados confirman que las principales debilidades del proceso actual no se relacionan con el factor humano, sino con la estructura operativa y tecnológica del sistema.

El análisis por dimensiones se observa que la atención y el trato recibido alcanzan niveles altos de satisfacción (84.6%), mientras que la gestión y organización del proceso presentan el menor porcentaje de satisfacción alta (75.0%). Asimismo, la satisfacción general y percepción de mejora registran el valor más bajo (73.1%), evidenciando la necesidad de una intervención tecnológica orientada a optimizar el proceso integral.

TABLA II
NIVEL DE SATISFACCIÓN POR DIMENSIONES DEL PROCESO DE PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

Gestión de prácticas preprofesionales		Satisfacción						Total	
		Bajo		Medio		Alto			
		n	%	n	%	n	%	n	%
Escuela profesional	Electrónica	0	0.0	1	8.3	11	91.7	12	100
	Informática	1	6.3	2	12.5	13	81.3	16	100
	Mecatrónica	0	0.0	1	11.1	8	88.9	9	100
	Telecomunicaciones	1	6.7	4	26.7	10	66.7	15	100
Sexo	Masculino	2	4.3	8	17.0	37	78.7	47	100
	Femenino	0	0.0	0	0.0	5	100.0	5	100
Año de egreso	2011-2022	0	0.0	1	5.6	17	94.4	18	100
	2023	0	0.0	3	20.0	12	80.0	15	100
	2024	1	9.1	2	18.2	8	72.7	11	100
	2025	1	12.5	2	25.0	5	62.5	8	100
Total		2	3.8	8	15.4	42	80.8	52	100

En relación con el análisis temporal, los resultados indican una disminución progresiva del nivel de satisfacción en los egresados de los años más recientes. Tal como se observa en la Tabla II, los estudiantes egresados en el periodo 2024 presentan una satisfacción alta del 72.7%, mientras que en el periodo 2025 este valor desciende a 62.5%, lo que evidencia un deterioro del proceso a medida que aumenta la demanda y se mantienen procedimientos manuales.

El segundo conjunto de resultados se relaciona con el levantamiento de procesos administrativos de la Oficina de Prácticas Preprofesionales. A partir del análisis documental y las entrevistas realizadas, se identificaron seis macroprocesos funcionales críticos: generación de cartas de presentación, apertura de carpetas de práctica, recepción y validación de informes, asignación de docentes revisores, evaluación final y emisión de constancias con firma digital. Estos macroprocesos se encuentran representados de manera sintética en la Fig. 2, la cual evidencia los puntos de quiebre asociados a la falta de automatización y trazabilidad.

Macroprocesos de la Gestión de Prácticas Preprofesionales (PPP)



Fig. 2 Macroprocesos de la gestión de prácticas preprofesionales y puntos críticos del proceso actual

Como resultado del análisis de estos procesos, se definieron los requerimientos funcionales y no funcionales que sustentan la arquitectura propuesta. La Tabla III resume los

requerimientos funcionales más relevantes, orientados a automatizar la gestión documental, el seguimiento de expedientes y la asignación de docentes revisores. Por su parte, la Tabla IV presenta los principales requerimientos no funcionales, entre los que destacan la necesidad de soportar 500 usuarios concurrentes, garantizar una disponibilidad del 99.9% y asegurar mecanismos de seguridad y trazabilidad de la información.

TABLA III
REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DEL SISTEMA PROPUESTO

Código	Macroproceso PPP	Requerimiento funcional	Descripción del requerimiento
RF-01	Gestión de Solicitud de PPP	Registrar solicitud de prácticas	El sistema debe habilitar el registro digital formal de la solicitud de inicio de prácticas preprofesionales, capturando información personal, académica y de la entidad receptora, garantizando integridad y trazabilidad del trámite.
RF-02	Gestión de Solicitud de PPP	Validar requisitos académicos	El sistema debe validar automáticamente el cumplimiento de los requisitos académicos mínimos establecidos por la normativa institucional, bloqueando solicitudes no elegibles y reduciendo reprocesos administrativos.
RF-03	Emisión de Documentación Inicial	Generar carta de presentación	El sistema debe generar automáticamente la carta de presentación oficial en formato digital, utilizando plantillas institucionales estandarizadas, listas para su validación y firma.
RF-04	Emisión de Documentación Inicial	Emitir documentos con firma digital	El sistema debe emitir documentos oficiales con firma digital, asegurando autenticidad, integridad y validez legal, conforme a la normativa nacional vigente.
RF-05	Apertura y Gestión del Expediente	Crear expediente digital de prácticas	El sistema debe crear un expediente digital único por estudiante, centralizando toda la documentación y evidencias del proceso de prácticas para su seguimiento integral.
RF-06	Apertura y Gestión del Expediente	Gestionar estados del expediente	El sistema debe gestionar y registrar los estados del expediente durante todo el ciclo de la práctica, permitiendo visualización en tiempo real por los actores autorizados.
RF-07	Seguimiento y Control del Desarrollo	Registrar informes periódicos	El sistema debe permitir la carga estructurada de informes periódicos, asegurando control de versiones, fechas de entrega y asociación directa con el expediente del estudiante.
RF-08	Seguimiento y Control del Desarrollo	Monitorear avance de prácticas	El sistema debe proporcionar mecanismos de monitoreo del avance

			académico y administrativo, permitiendo a docentes y a la OPPP verificar el cumplimiento de actividades y plazos establecidos.
RF-09	Seguimiento y Control del Desarrollo	Enviar notificaciones automáticas	El sistema debe ejecutar notificaciones automáticas y programadas a estudiantes y docentes sobre observaciones, vencimientos, estados del trámite y acciones pendientes, reduciendo tiempos de respuesta.
RF-10	Evaluación Académica	Asignar docente revisor	El sistema debe permitir la asignación automática o manual del docente revisor, considerando criterios definidos por la OPPP para optimizar la distribución de carga académica.
RF-11	Evaluación Académica	Registrar evaluación y calificación	El sistema debe habilitar el registro formal de la evaluación final y calificación, asegurando trazabilidad, control de cambios y respaldo documental del proceso evaluativo.
RF-12	Cierre y Emisión de Constancias	Generar constancia de prácticas	El sistema debe generar automáticamente la constancia oficial de culminación, una vez verificado el cumplimiento total de los requisitos académicos y administrativos.
RF-13	Cierre y Emisión de Constancias	Validar constancia por autoridades	El sistema debe permitir la validación y firma digital de la constancia por la OPPP y el Decanato, garantizando control jerárquico y legalidad del documento.
RF-14	Cierre y Emisión de Constancias	Enviar constancia al estudiante	El sistema debe distribuir automáticamente la constancia firmada al correo institucional y personal del estudiante, asegurando entrega oportuna y verificable.
RF-15	Gestión transversal del sistema	Gestionar usuarios y roles	El sistema debe administrar usuarios, perfiles y roles, controlando accesos y permisos según funciones institucionales (estudiante, docente, OPPP, decanato).
RF-16	Gestión transversal del sistema	Gestionar empresas de prácticas	El sistema debe gestionar el registro, actualización y consulta de empresas receptoras, facilitando la validación institucional y la trazabilidad de convenios y prácticas.

TABLA IV
REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES DEL SISTEMA PROPUESTO

Código	Categoría	Requerimiento no funcional	Descripción / Criterio de calidad
RNF-01	Rendimiento	Tiempo de respuesta	El sistema debe garantizar un tiempo de respuesta promedio menor a 3 segundos para las operaciones críticas bajo condiciones normales de carga, asegurando una experiencia de usuario eficiente.
RNF-02	Escalabilidad	Concurrencia de usuarios	El sistema debe soportar al menos 500 usuarios concurrentes sin degradación significativa del rendimiento, permitiendo el crecimiento progresivo de la demanda institucional.
RNF-03	Disponibilidad	Alta disponibilidad	El sistema debe garantizar una disponibilidad mínima del 99.9% anual, minimizando interrupciones del servicio y asegurando continuidad operativa.
RNF-04	Seguridad	Cifrado de información	El sistema debe proteger la información almacenada y transmitida mediante cifrado robusto (AES-256), garantizando confidencialidad y protección frente a accesos no autorizados.
RNF-05	Seguridad	Autenticación y autorización	El sistema debe implementar mecanismos de autenticación y autorización seguros, basados en estándares reconocidos como JWT u OAuth 2.0, controlando el acceso según roles y privilegios.
RNF-06	Seguridad	Integridad de la información	El sistema debe asegurar la integridad de los datos y documentos, impidiendo modificaciones no autorizadas y manteniendo un registro confiable durante todo el ciclo del proceso.
RNF-07	Usabilidad	Facilidad de uso	El sistema debe ofrecer interfaces intuitivas y consistentes, reduciendo la curva de aprendizaje y facilitando su uso por estudiantes, docentes y personal administrativo.
RNF-08	Accesibilidad	Acceso inclusivo	El sistema debe cumplir criterios básicos de accesibilidad, permitiendo su uso por personas con distintas capacidades, conforme a buenas prácticas de diseño inclusivo.
RNF-09	Mantenibilidad	Modularidad del sistema	El sistema debe diseñarse de forma modular,

			facilitando el mantenimiento, la actualización y la evolución funcional sin afectar la estabilidad del conjunto.
RNF-10	Interoperabilidad	Integración con otros sistemas	El sistema debe permitir la integración con plataformas institucionales existentes mediante servicios web o APIs, asegurando interoperabilidad y reutilización de información.
RNF-11	Trazabilidad	Seguimiento de procesos	El sistema debe registrar de manera detallada todas las acciones realizadas sobre los expedientes, permitiendo trazabilidad completa del proceso de prácticas preprofesionales.
RNF-12	Auditoría	Registro de eventos	El sistema debe mantener registros de auditoría que permitan el control, supervisión y análisis de las actividades administrativas y académicas.
RNF-13	Cumplimiento legal	Protección de datos personales	El sistema debe cumplir con la normativa vigente de protección de datos personales (Ley N.º 29733), garantizando un tratamiento seguro y responsable de la información.
RNF-14	Cumplimiento legal	Firma digital	El sistema debe incorporar firma digital conforme a la normativa nacional vigente (Ley N.º 27269), asegurando validez legal de los documentos oficiales emitidos.

Finalmente, con base en los resultados obtenidos, se diseñó una arquitectura de software inteligente que combina el patrón Modelo–Vista–Controlador con un enfoque basado en microservicios. La Fig. 3 muestra la arquitectura general propuesta, en la cual se integran servicios desacoplados para la gestión documental, notificaciones, asignación de docentes y validación de informes, así como componentes de firma digital y almacenamiento seguro en la nube, alineados con los requerimientos identificados.

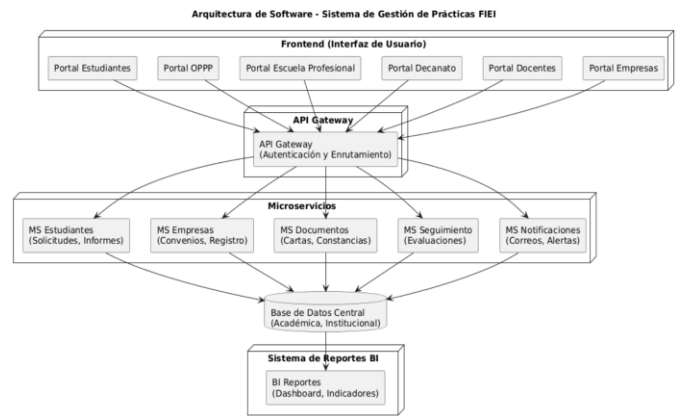


Fig. 3 Arquitectura de Software del Sistema de Gestión de Prácticas Pre-Profesionales

El diseño de la arquitectura de software se estructuró bajo el patrón Modelo–Vista–Controlador (MVC), complementado con una arquitectura basada en microservicios. Como resultado, se definieron tres capas principales: presentación, lógica de aplicación y persistencia de datos.

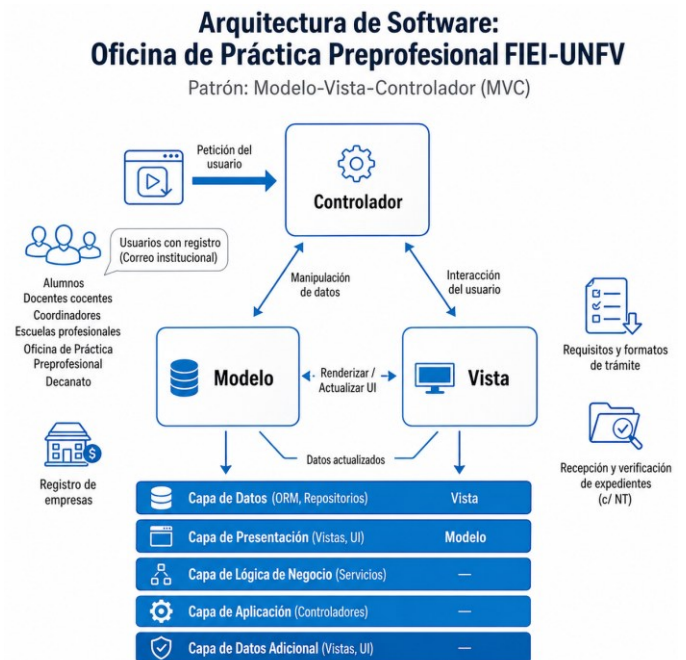


Fig. 4 Modelo vista controlador de la PPP

La capa de presentación incluyó interfaces web adaptativas orientadas a cada tipo de usuario. La capa de controladores se encargó de gestionar las solicitudes, validar reglas de negocio y coordinar los flujos del sistema, mientras que la capa de modelo encapsuló la lógica central y el acceso a datos.

Adicionalmente, se diseñaron seis microservicios independientes, cada uno asociado a un macroproceso identificado. Esta descomposición modular permitió mejorar

la escalabilidad, aislar fallos y facilitar el mantenimiento del sistema. La arquitectura integró almacenamiento en la nube para la gestión documental, servicios de firma digital y mecanismos automatizados de notificación.

Los resultados demostraron que la arquitectura MVC combinada con microservicios cumplió con la totalidad de los requerimientos funcionales y no funcionales definidos, proporcionando una solución robusta, flexible y preparada para el crecimiento futuro de la demanda.

En conjunto, los resultados evidencian que el proceso actual de gestión de prácticas preprofesionales presenta limitaciones estructurales que afectan la eficiencia y la satisfacción de los usuarios. Las tablas y figuras presentadas sustentan empíricamente la necesidad de la arquitectura propuesta, la cual se plantea como una solución tecnológica alineada con las necesidades institucionales y las tendencias actuales en sistemas inteligentes para la gestión universitaria.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio confirman que la gestión de las prácticas preprofesionales en universidades públicas continúa enfrentando limitaciones estructurales asociadas a procesos manuales, baja interoperabilidad entre sistemas institucionales y una reducida trazabilidad de la información. Esta situación ha sido ampliamente documentada en estudios recientes sobre transformación digital en la educación superior, los cuales señalan que la falta de arquitecturas integrales limita la eficiencia administrativa y afecta la experiencia académica del estudiante [6], [8], [9].

Diversas investigaciones previas han propuesto soluciones tecnológicas orientadas a la automatización de procesos académicos; sin embargo, la mayoría de estas se concentra en componentes específicos, como la gestión documental, los sistemas de matrícula o las plataformas de seguimiento académico [4],[10],[7]. En contraste, la arquitectura de software propuesta en este trabajo aborda el proceso de prácticas preprofesionales de manera integral, considerando todas sus etapas, desde la solicitud inicial hasta la emisión de la constancia final, lo cual constituye un aporte diferenciador respecto a los enfoques reportados en la literatura.

La evidencia empírica recolectada mediante encuestas y entrevistas revela que una proporción significativa de estudiantes experimenta demoras en la validación de documentos, falta de información oportuna sobre el estado de sus expedientes y una limitada comunicación con los actores responsables del proceso. Estos resultados coinciden con lo reportado en estudios que analizan la percepción estudiantil frente a sistemas administrativos poco digitalizados, donde se evidencia una relación directa entre la ineficiencia de los procesos y la insatisfacción del usuario [16], [11], [22]. En este contexto, los requerimientos funcionales definidos en el presente trabajo se fundamentan en necesidades reales del

entorno institucional, fortaleciendo la coherencia entre el diagnóstico realizado y la solución propuesta.

Desde una perspectiva arquitectónica, la adopción de una arquitectura basada en microservicios responde a las recomendaciones formuladas por estudios recientes que destacan este enfoque como una alternativa adecuada para sistemas universitarios complejos y en constante evolución [4],[14],[17], [18]. La modularidad, el desacoplamiento y la capacidad de despliegue independiente de los componentes permiten mejorar la mantenibilidad del sistema y facilitan su adaptación a cambios normativos o administrativos, características especialmente relevantes en instituciones públicas. Asimismo, la integración del patrón MVC contribuye a una clara separación de responsabilidades, mejorando la organización del código y la experiencia de usuario.

Los requerimientos no funcionales definidos, particularmente aquellos relacionados con rendimiento, disponibilidad, seguridad y trazabilidad, refuerzan la calidad global de la solución propuesta. Estudios previos han señalado que la ausencia de estos atributos en sistemas académicos genera riesgos operativos y vulnerabilidades en la gestión de información sensible [19],[20], [23], [21]. En este sentido, la incorporación de mecanismos de cifrado, autenticación segura, auditoría y control de accesos posiciona a la arquitectura propuesta como una solución alineada con las buenas prácticas de la ingeniería de software y con las exigencias normativas del sector público.

Un aspecto distintivo del presente trabajo es el énfasis en la trazabilidad completa del proceso de prácticas preprofesionales. La implementación de expedientes digitales, notificaciones automáticas y registros de auditoría permite no solo optimizar los tiempos de atención, sino también fortalecer la transparencia y la rendición de cuentas institucional. Este enfoque coincide con lo planteado en investigaciones que resaltan la importancia de la trazabilidad como un componente clave para la gobernanza digital en universidades públicas [12], [24], [25],[27].

No obstante, este estudio presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, la evaluación de la arquitectura se basa en el análisis del diseño propuesto y en indicadores proyectados, sin incluir aún métricas obtenidas a partir de una implementación real a gran escala. En segundo lugar, el estudio se desarrolla en el contexto de una única universidad pública, lo cual puede limitar la generalización de los resultados. Investigaciones futuras podrían abordar la implementación piloto del sistema, la medición comparativa de indicadores antes y después de su adopción, así como la evaluación de su desempeño en distintas instituciones de educación superior.

En síntesis, la discusión desarrollada permite afirmar que la arquitectura de software inteligente propuesta constituye una solución tecnológica coherente, escalable y alineada con las necesidades reales de la gestión de prácticas preprofesionales en universidades públicas. Su enfoque integral, sustentado en evidencia empírica y respaldado por la

literatura especializada, la posiciona como una alternativa viable para contribuir a los procesos de transformación digital y mejora de la calidad en la educación superior.

CONCLUSIONES

El estudio permitió evidenciar que la gestión de las prácticas preprofesionales en universidades públicas presenta deficiencias asociadas a procesos manuales, baja trazabilidad de la información y limitada integración entre los actores académicos y administrativos. A partir del diagnóstico realizado, se confirmó la necesidad de una solución tecnológica integral que optimice estos procesos y mejore la eficiencia institucional.

Como principal aporte, se propuso una arquitectura de software inteligente basada en el patrón Modelo–Vista–Controlador (MVC) y una arquitectura de microservicios, diseñada para cubrir de manera completa el ciclo de vida de las prácticas preprofesionales. Esta arquitectura permite desacoplar funcionalidades, mejorar la mantenibilidad del sistema y responder a los requerimientos de escalabilidad, seguridad y disponibilidad propios del entorno universitario público.

Los requerimientos funcionales y no funcionales definidos se derivaron directamente de las necesidades identificadas en el contexto institucional, garantizando coherencia entre el problema abordado, la solución propuesta y las decisiones arquitectónicas adoptadas. En particular, la incorporación de mecanismos de automatización, trazabilidad y control contribuye a la transparencia del proceso y a la reducción de la carga administrativa.

Finalmente, si bien la evaluación se basa en el análisis del diseño arquitectónico y en indicadores proyectados, los resultados sugieren que la solución propuesta tiene el potencial de optimizar los tiempos de atención y mejorar la gestión de las prácticas preprofesionales. La arquitectura presentada se perfila como una alternativa viable, escalable y replicable para otras universidades públicas, constituyendo una base sólida para futuras implementaciones y estudios de validación empírica.

REFERENCIAS

- [1] J. Rosa-Bilbao, R. González-Álvarez, y J. Boubeta-Puig, «Zync: A microservice platform for IoT device management and complex event monitoring», *Comput. Electr. Eng.*, vol. 129, p. 110752, ene. 2026, doi: 10.1016/j.compeleceng.2025.110752.
- [2] M. Schrick, J. Hinckeldeyn, M. Thiel, y J. Kreutzfeldt, «A microservice based control architecture for mobile robots in safety-critical applications», *Robot. Auton. Syst.*, vol. 183, p. 104795, ene. 2025, doi: 10.1016/j.robot.2024.104795.
- [3] C. Rojas-Pérez Juan, G. Fragozo-Díaz Olivia, y A. Sánchez-González Guadalupe, «Cohesion Metrics for Microservices», *IEEE Access*, vol. 13, pp. 128532-128540, 2025, doi: 10.1109/ACCESS.2025.3589789.
- [4] I. Oumoussa y R. Saidi, «Automated Microservices Identification Through Business Process Analysis: A Semantic-Driven Clustering Approach», *IEEE Access*, vol. 13, pp. 89926-89945, 2025, doi: 10.1109/ACCESS.2025.3571809.

- [5] G. Katipoglu, S. Utku, I. Mijailović, E. Mekić, D. Avdić, y P. Milić, «Action Research Approach to Analysis of Teaching of Blockchain Web 3.0 Application Based on MACH Architecture», *Appl. Sci.*, vol. 14, n.º 23, p. 11158, nov. 2024, doi: 10.3390/app142311158.
- [6] F. Adit, J. Aryanto, A. F. Andikos, y L. Andre, «Practicality Of Developing The Work Based Learning Higher Order Thinking Skills Employability (Wbl-Hotse) Model To Improve Critical Thinking Ability In 3T Regional Vocational High Schools», *Data Metadata*, vol. 4, p. 654, ene. 2025, doi: 10.56294/dm2025654.
- [7] M.-F. R. Lee, «A Review on Intelligent Control Theory and Applications in Process Optimization and Smart Manufacturing», *Processes*, vol. 11, n.º 11, p. 3171, nov. 2023, doi: 10.3390/pr11113171.
- [8] F. A. Martínez De La Cruz, «Mejoramiento del sistema de prácticas para incrementar el nivel de satisfacción de los alumnos aptos para realizar prácticas preprofesionales de la Universidad Continental», 2019. [En línea]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCON_d2a70cb701989615fa8040f9288bdf6c/Details
- [9] A. Kostas, A. Koutromanos, y I. Lagopati, «JITE:Research - Gamification in Online Adult Learning: A Systematic Literature Review», Accedido: 29 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.informingscience.org/Publications/5549>
- [10] D. Ruiz, G. Araujo, y J. Alarcon, «Enterprise Architecture to Optimize the Sales Process Using the TOGAF ADM Cycle in Companies in the Retail Sector», presentado en 20th International Conference on Web Information Systems and Technologies, sep. 2025, pp. 218-225. Accedido: 24 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.scitepress.org/PublicationsDetail.aspx?ID=zK8CULA25kQ=>
- [11] N. Jalinus, G. Ganefri, S. Syahril, M. A. Zaus, y S. Islami, «Gamification in work-based learning in vocational education to support students' coding abilities», *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 37, n.º 2, pp. 1262-1273, feb. 2025, doi: 10.11591/ijeecs.v37.i2.pp1262-1273.
- [12] H. Mydyti y A. Ware, «Integrating Intelligent Web Scraping Techniques in Internship Management Systems: Enhancing Internship Matching», *Ann. Emerg. Technol. Comput. AETiC*, vol. 9, n.º 1, pp. 1-23, 2025, doi: 10.33166/AETiC.2025.01.001.
- [13] Y. He et al., «Architecture Design and Application of IIoT Platform in Automobile Manufacturing Based on Microservices and Deep Learning Techniques», *IEEE Access*, vol. 12, pp. 166834-166842, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3487832.
- [14] A. Díaz y J. Carlos, «Arquitectura de software basada en microservicios para mejorar la disponibilidad de historias clínicas electrónicas odontológicas, Chiclayo – Lambayeque, 2020», 2021, Accedido: 29 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9547>
- [15] J. A. Martínez-López, F. García, F. Ruiz, y A. Vizcaino, «Contributions of enterprise architecture to software engineering: A systematic literature review», *J. Softw. Evol. Process*, vol. 36, n.º 4, p. e2572, 2024, doi: 10.1002/smr.2572.
- [16] W. J. T. Loayza y F. S. Rodríguez, «Herramienta para el modelado y generación de código de Arquitecturas de Software basadas en Microservicios y Diseño guiado por el dominio (DDD)», *Rev. Peru. Comput. Sist.*, vol. 4, n.º 2, pp. 3-14, dic. 2022, doi: 10.15381/rpcs.v4i2.24855.
- [17] A. S. Abdelfattah, T. Cerny, J. Yero Salazar, X. Li, D. Taibi, y E. Song, «Assessing Evolution of Microservices Using Static Analysis», *Appl. Sci. Switz.*, vol. 14, n.º 22, 2024, doi: 10.3390/app142210725.
- [18] A. G. de M. Rossetto, D. Noetzold, L. A. Silva, y V. R. Q. Leithardt, «Enhancing Monitoring Performance: A Microservices Approach to Monitoring with Spyware Techniques and Prediction Models», *Sensors*, vol. 24, n.º 13, p. 4212, jun. 2024, doi: 10.3390/s24134212.
- [19] N. N. Sheyanov, M. P. Sinev, D. O. Neshko, D. V. Pashchenko, D. A. Trokoz, y A. I. Martyshkin, «Methods to synchronize data in a microservice architecture», *Sci. Iran.*, dic. 2024, doi: 10.24200/sci.2022.53164.3088.
- [20] S. Kotusev y A. Alwadain, «Modeling Business Capabilities in Enterprise Architecture Practice: The Case of Business Capability

- Models», *Inf. Syst. Manag.*, vol. 41, n.º 2, pp. 201-223, abr. 2024, doi: 10.1080/10580530.2023.2231635.
- [21] H. Mas Har, D. A. Prasetyo, A. F. Andikos, L. Andre, E. Syofiana, y M. Amin, «The Effectiveness of the Work Based Learning Higher Order Thinking Skills Employability (Wbl-Hotse) Model on Student Learning Outcomes for 3T Regional Vocational High Schools», *Data Metadata*, vol. 4, 2025, doi: 10.56294/dm2025651.
- [22] R. Rohanai, H. Othman, M. F. Ahmad, S. S. Razali, y J. Sulaiman, «Work-Based Learning in TVET: A Perspective on Students' Experiences», *J. Eng. Educ. Transform.*, vol. 39, n.º 1, pp. 7-16, 2025, doi: 10.16920/jeet/2025/v39i1/25111.
- [23] M. U. Hassan, A. A. Al-Awady, A. Ali, M. M. Iqbal, M. Akram, y H. Jamil, «Smart Resource Allocation in Mobile Cloud Next-Generation Network (NGN) Orchestration with Context-Aware Data and Machine Learning for the Cost Optimization of Microservice Applications», *Sensors*, vol. 24, n.º 3, p. 865, ene. 2024, doi: 10.3390/s24030865.
- [24] A. Cetinkaya, M. C. Kaya, E. Danaci, y H. Oguztuzun, «Uncertainty Calculation as a Service: Integrating Cloud-Based Microservices for Enhanced Calibration and DCC Generation», *Sensors*, vol. 24, n.º 17, p. 5651, ago. 2024, doi: 10.3390/s24175651.
- [25] M. Liu, J. Wang, T. Lin, Q. Ma, Z. Fang, y Y. Wu, «An Empirical Study of the Code Generation of Safety-Critical Software Using LLMs», *Appl. Sci.*, vol. 14, n.º 3, p. 1046, ene. 2024, doi: 10.3390/app14031046.
- [26] A. B. M. Nayeem, R. Dihnutt, y S. Kurnia, «Enterprise Architecture Practice and Challenges in Achieving Sustainable Digital Transformation in Developing Countries», *ACIS 2023 Proc.*, dic. 2023, [En línea]. Disponible en: <https://aisel.aisnet.org/acis2023/92>
- [27] B. Delgado y A. Osorio, «Desarrollo de un sistema para la gestión automatizada de prácticas preprofesionales en la Universidad Iberoamericana del Ecuador», 2024, [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unibe.edu.ec/xmlui/handle/123456789/723>
- [28] J. R. Molina Ríos, M. P. Zea Ordóñez, M. J. Contento Segarra, y F. G. García Zerda, «Estado del arte: Metodologías de desarrollo en aplicaciones web», *3c Technol. Glosas Innov. Apl. Pyme ISSN-E 2254-4143 Vol 6 N° 3 2017 Págs 54-71*, n.º 3, 2017, Accedido: 29 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6143045>
- [29] I. Sommerville, *Ingeniería de Software*. México: Pearson Educación, 2011. [En línea]. Disponible en: https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25469w/ingdelsoftware1ibro9_compressed.pdf