Universidad Nacional de San Juan

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Departamento de Informática

Licenciatura en Sistemas de Información

Trabajo Final

"Sistema web de gestión documental para la Secretaría de Extensión de la FCEFN, en el marco de un proceso de Transformación Digital"

Autor:	Francisco Emiliano Tejada Muggiani (Registro: 20209)
Asesor:	Mag. Emilio Ormeño
Co-asesor:	Prog. Luis Olguin

San Juan, 2026

Resumen

El presente Trabajo Final describe el desarrollo de PORTEX (Portal de Extensión), un sistema web de gestión documental para la Secretaría de Extensión de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFN) de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), en el marco de un proceso de Transformación Digital. La Secretaría gestiona la información de actividades de extensión, convenios y actas mediante hojas de cálculo, lo que generaba redundancia de datos, ausencia de integridad referencial, falta de control de acceso y dificultad para elaborar reportes.

A partir de un relevamiento con el personal de la Secretaría se especificaron los requisitos funcionales y no funcionales y las historias de usuario del sistema. El desarrollo siguió un modelo incremental organizado en cinco incrementos, validados con la usuaria clave. El sistema se modeló mediante un diagrama de clases y un modelo entidad-relación, se diseñó una base de datos relacional normalizada hasta la tercera forma normal y se definió el proceso de conversión del sistema legado en hojas de cálculo hacia la nueva base de datos. La implementación se basó en la arquitectura LAMP, con PHP y MySQL, junto con Bootstrap, jQuery, DataTables, Select2 y FPDF.

Como resultado se obtuvo una plataforma web centralizada con control de acceso por roles, búsqueda avanzada y generación automática de informes. Se ejecutaron 22 casos de prueba con resultado conforme, y una prueba piloto de satisfacción con la usuaria clave obtuvo un promedio de 4.8 sobre 5, valoración que no se generaliza por tratarse de una única participante. El trabajo documenta además las limitaciones de la versión actual y propone líneas de trabajo futuro.

Palabras clave: gestión documental, transformación digital, sistema web, extensión universitaria, desarrollo incremental.

Abstract

This Final Project describes the development of PORTEX (Extension Portal), a web-based document management system for the Office of Extension of the Faculty of Exact, Physical and Natural Sciences (FCEFN) of the National University of San Juan (UNSJ), within the framework of a Digital Transformation process. The Office managed information on extension activities, agreements and records using spreadsheets, which led to data redundancy, lack of referential integrity, absence of access control and difficulty in producing reports.

Based on a survey carried out with the Office staff, the functional and non-functional requirements and the user stories of the system were specified. Development followed an incremental model organized into five increments, validated with the key user. The system was modeled through a class diagram and an entity-relationship model, a relational database normalized up to the third normal form was designed, and the process for converting the legacy spreadsheet system into the new database was defined. The implementation was based on the LAMP architecture, with PHP and MySQL, together with Bootstrap, jQuery, DataTables, Select2 and FPDF.

The result is a centralized web platform with role-based access control, advanced search and automatic report generation. Twenty-two test cases were executed with satisfactory results, and a pilot satisfaction survey with the key user obtained an average score of 4.8 out of 5, a rating that is not generalized since it involved a single participant. The work also documents the limitations of the current version and proposes lines of future work.

Keywords: document management, digital transformation, web system, university extension, incremental development.

Índice

Resumen **1**
Abstract **2**
1. Introducción **6**
1.1. Descripción de la problemática del Proyecto PORTEX 6
1.2. Definiciones 7
1.3. Relevamiento de la Información 8
1.4. Aspectos u Observaciones del Sistema Actual 8
1.5. Entidades y Documentos 9
1.6. Contenidos de una actividad 10
1.7. Estructura de la Documentación 10
1.8. Ciclo de Desarrollo de una actividad 11
1.9. Objetivo 12
2. Marco Teórico **14**
2.1. Transformación Digital en Instituciones Educativas 14
2.2. Sistemas de Gestión Documental: Fundamentos Teóricos 16
2.3 Diseño Centrado en el Usuario 18
2.4. Síntesis del Marco Teórico 21
2.5. Modelos de Desarrollo de Software: 21
2.6. Implementación del modelo incremental en el proyecto: 23
2.7. Tecnologías Utilizadas 24
2.8. Interfaz de Usuario 25
3. Justificación del Proyecto **26**
3.1. Resultados Esperados 27
4. Especificación de Requisitos del Sistema (ERS) **27**
4.1. Requerimientos del Sistema 27
4.2 Requisitos Funcionales 29
4.3 Requisitos No Funcionales 31
4.4 Restricciones del Sistema 33
4.5 Historias de Usuario 34
5. Modelado del Sistema **36**
5.1 Modelo Conceptual General 36
5.2 Diagrama de Clases 37
5.3 Modelo Entidad-Relación 38
5.4 Conversión del Legado Excel → Base de Datos 40
5.5 Demostración del Sistema 42
6. Desarrollo del Sistema **43**
6.1 Justificación de Tecnologías Utilizadas 43
6.2 Arquitectura del Sistema 46
6.3 Ciclo de Desarrollo Incremental 49
7. Conclusiones **51**

7.1 Conclusiones Generales..... 51
7.2 Trabajos Futuros.....53
Agradecimientos.....54
8. Referencias Bibliográficas.....54
Anexo A — Manual de Usuario.....56
A.1 Introducción..... 56
A.2 Acceso al Sistema..... 56
A.3 Panel Principal..... 56
A.4 Búsqueda de Actividades..... 57
A.5 Registro de Nueva Actividad..... 57
A.6 Edición de Actividad.....58
A.7 Gestión de Organizaciones.....58
A.8 Gestión de Personas..... 59
A.9 Gestión de Unidades Ejecutoras.....59
A.10 Módulo de Informes..... 59
A.11 Cambio de Contraseña.....59
Anexo B — Manual Técnico..... 60
B.1 Introducción.....60
B.2 Requisitos del Sistema.....60
B.3 Estructura de Archivos del Proyecto..... 60
B.4 Configuración de la Conexión a la Base de Datos..... 61
B.5 Instalación del Sistema.....62
B.6 Estructura de la Base de Datos..... 63
B.7 Mantenimiento y Respaldo.....64
B.8 Consideraciones de Seguridad.....64
B.9 Controles de seguridad de la versión documentada..... 64
Anexo C — Glosario de Términos.....66
Anexo D — Cronograma de Desarrollo..... 69
Anexo E — Casos de Prueba.....69
E.1 Introducción.....69
E.2 Casos de Prueba — Autenticación..... 70
E.3 Casos de Prueba — Registro de Actividades..... 70
E.4 Casos de Prueba — Edición de Actividades..... 71
E.5 Casos de Prueba — Búsqueda Avanzada..... 71
E.6 Casos de Prueba — Gestión de Entidades.....72
E.7 Casos de Prueba — Módulo de Informes.....72
E.8 Casos de Prueba — Seguridad y Acceso.....73
E.9 Resumen de Resultados..... 73
E.10 Cobertura respecto de los requisitos.....73
E.11 Casos definidos y no ejecutados..... 75
Anexo F — Fragmentos de Código Fuente Relevante..... 77

F.1 Introducción..... 77
F.2 Configuración de Conexión a la Base de Datos.....77
F.3 Script de Transacción — Registro de Nueva Actividad..... 78
F.4 Consulta de Búsqueda Avanzada..... 79
F.5 Generación de Informe PDF con FPDF.....80
F.6 Implementación de AJAX para Carga Dinámica.....82
Anexo G — Encuesta de Satisfacción de Usuario..... 83
G.1 Introducción..... 83
G.2 Instrumento de Evaluación.....83
G.3 Cuestionario Aplicado.....84
G.4 Preguntas Abiertas y Respuestas.....85
G.5 Análisis de Resultados..... 85

1. Introducción

1.1. Descripción de la problemática del Proyecto PORTEX

En la actualidad la Secretaría de Extensión Universitaria de la FCEFN carece de un proceso automatizado para la gestión documental que permita dar seguimiento efectivo a las actividades de extensión, convenios, actas y proyectos institucionales, dificultando la toma de decisiones de manera oportuna.

Esta ausencia de automatización genera consecuencias críticas en la operativa institucional: las búsquedas de convenios y actas consumen tiempo considerable debido a la falta de indexación adecuada, el seguimiento del estado de los proyectos de extensión resulta fragmentado y propenso a errores, y la generación de reportes para la toma de decisiones requiere procesamiento manual de datos dispersos. Además, la carencia de un repositorio centralizado impide que las autoridades y el personal administrativo accedan de forma oportuna a información actualizada sobre las actividades de extensión vigentes.

El proyecto PORTEX (Portal de Extensión), enmarcado en la Ordenanza N°6-2024, surge como respuesta a esta problemática, proponiendo el desarrollo de un sistema web de gestión documental que contribuya a automatizar procesos administrativos de la Secretaría de Extensión. El sistema permitirá centralizar actividades, convenios, actas y proyectos en un repositorio estructurado, implementar flujos de trabajo automatizados para el registro y seguimiento documental, y proporcionar herramientas de búsqueda avanzada que agilicen la localización de información crítica.

PORTEX optimizará sistemáticamente la gestión administrativa de la Secretaría de Extensión de la FCEFN, orientado a mejorar el acceso a la documentación institucional. El sistema incorporará múltiples métodos de búsqueda (por número, fecha, tipo, palabras clave y contenido) con el propósito de reducir significativamente los tiempos de consulta.

En última instancia, el proyecto fomentará una experiencia más eficiente y transparente para todos los usuarios de la institución, transformando la gestión documental de un proceso manual reactivo a un sistema digital proactivo que apoye efectivamente la gobernanza de la Secretaría de Extensión, en el marco de un proceso de Transformación Digital universitaria.

1.2. Definiciones

A continuación se describen los tipos de documentos que intervienen en la gestión documental de la Secretaría de Extensión, los cuales serán administrados a través del sistema web PORTEX:

Tipo de documento	Descripción
Acta Complementaria	Documento que agrega información adicional o modifica un acta o acuerdo previamente establecido.
Acta Complementaria de Prácticas Profesionales	Registro oficial de las actividades y el desempeño de un estudiante o practicante durante su experiencia de prácticas profesionales.
Acta de Compromiso	Documento que establece un acuerdo formal de compromiso o responsabilidad entre dos o más partes.
Acta Constitutiva	Documento que establece la formación y estructura legal de una organización, como una empresa o asociación.
Acta de Colaboración	Registro de una colaboración conjunta entre dos o más entidades.
Acta Intención	Documento que expresa la intención de las partes de explorar una posible colaboración o acuerdo futuro.
Acta Inter Facultades	Acuerdo entre diferentes facultades o departamentos dentro de una institución educativa.
Adenda	Anexo o apéndice que modifica o amplía un contrato o acuerdo existente.
Convenio de Servicio de Asistencia Técnica	Acuerdo para proporcionar servicios de apoyo técnico.
Convenio Específico de Asistencia Técnica	Acuerdo detallado para servicios de apoyo técnico específicos.
Convenio Específico	Acuerdo detallado que establece términos y condiciones específicos para una colaboración o proyecto en particular.
Convenio Marco de Cooperación	Acuerdo general que establece las bases para futuras colaboraciones y acuerdos específicos entre las partes.
Convenio Específico de Cooperación	Acuerdo detallado que define términos y condiciones específicos para una colaboración conjunta en un área o proyecto determinado.
Capacitación y Asistencia Técnica	Acuerdo que implica la formación y el apoyo técnico en un campo o área específica.
Convenio Específico de Prácticas Profesionales Situadas No Rentadas	Acuerdo detallado que regula las condiciones de las prácticas profesionales no remuneradas en un contexto específico.

Tipo de documento	Descripción
Convenio Específico de Servicio de Asistencia Técnica	Acuerdo detallado que establece los términos y condiciones para la prestación de servicios de apoyo técnico en una área o proyecto particular.

1.3. Relevamiento de la Información

Con el objetivo de comprender el proceso actual de gestión documental de la Secretaría de Extensión de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan, se realizó un relevamiento de información basado en entrevistas con el personal responsable y en el análisis de los registros documentales existentes.

Durante este relevamiento se identificaron los distintos tipos de documentos gestionados por la Secretaría, entre los que se encuentran actas complementarias, actas de compromiso, actas de colaboración, convenios marco de cooperación, convenios específicos, adendas y convenios de prácticas profesionales, entre otros, detallados en la sección 1.2.

Asimismo, el análisis permitió determinar las entidades involucradas, los flujos de información, los procesos de registro y consulta documental, y los requerimientos necesarios para el diseño de una solución informática que optimice la gestión de la información institucional.

Los resultados obtenidos en esta etapa constituyeron la base para la definición de requisitos, el modelado del sistema y el posterior desarrollo de la plataforma PORTEX.

1.4. Aspectos u Observaciones del Sistema Actual

Luego de haber realizado un análisis preliminar del sistema de gestión documental vigente en la Secretaría de Extensión, se identificaron los siguientes aspectos que justifican la necesidad de una solución tecnológica integral:

- Falta de centralización: La información se encuentra distribuida en múltiples archivos Excel sin un repositorio único, lo que dificulta el acceso unificado a la documentación y genera inconsistencias entre versiones.
- Ausencia de búsqueda indexada: El sistema actual no permite localizar documentos por palabras clave, fecha, tipo o contenido, lo que incrementa significativamente el tiempo dedicado a la consulta de información.

- Inflexibilidad ante cambios: La incorporación de nuevos tipos de documentos o modificaciones en la estructura de datos requiere intervención manual, sin soporte para adaptaciones dinámicas.
- Falta de trazabilidad: No existe un registro de cambios ni historial de versiones que permita auditar modificaciones realizadas sobre los documentos.
- Acceso limitado: La consulta de documentos está restringida a quienes tienen acceso directo al archivo, impidiendo la transparencia y el acceso remoto por parte de la comunidad universitaria.
- Ausencia de notificaciones: El sistema no cuenta con mecanismos automáticos de alerta sobre vencimientos, actualizaciones o estados de los documentos.

Estos aspectos evidencian la necesidad de implementar un sistema web que supere las limitaciones actuales, en línea con los objetivos planteados en el proyecto PORTEX.

1.5. Entidades y Documentos

En el contexto del sistema PORTEX, se identifican las siguientes entidades que intervienen en la gestión documental de la Secretaría de Extensión:

- Secretaría de Extensión: Entidad principal responsable de la creación, administración y archivo de los documentos institucionales. Gestiona convenios, actas y proyectos de extensión.
- Instituciones externas: Organismos públicos, empresas privadas u otras universidades que participan como contraparte en convenios y actas de colaboración.
- Estudiantes y egresados: Intervienen principalmente en documentos vinculados a prácticas profesionales situadas.
- Autoridades de la Facultad: Decanos y Consejeros que firman y aprueban los documentos generados por la Secretaría.
- Personal administrativo: Responsable del registro, seguimiento y consulta de la documentación en el sistema.

Cada una de estas entidades interactúa con los tipos de documentos descritos en la sección 1.2, generando un flujo documental que el sistema PORTEX busca centralizar y automatizar.

1.6. Contenidos de una actividad

En el contexto del sistema PORTEX, una actividad de extensión representa la unidad básica de gestión documental. Cada actividad puede estar conformada por un conjunto de documentos que formalizan y regulan el vínculo entre la Secretaría de Extensión de la FCEFN y una o más partes externas, denominadas unidades ejecutoras.

El ciclo típico de una actividad comprende las siguientes etapas:

- Acuerdo inicial: Se establece un vínculo formal entre la unidad ejecutora y la Facultad, generalmente mediante un Convenio Marco de Cooperación o un Convenio Específico, según la naturaleza de la relación.
- Elaboración del acta: Una vez formalizado el acuerdo, se elabora el acta correspondiente, en la cual se detallan los términos, responsabilidades y compromisos asumidos por las partes intervinientes.
- Ejecución de la actividad: Con la documentación formalizada, se procede a llevar a cabo la actividad de extensión, que puede incluir capacitaciones, asistencia técnica, prácticas profesionales u otras acciones institucionales.
- Seguimiento y archivo: El sistema PORTEX registra y centraliza toda la documentación generada durante el ciclo de vida de la actividad, dejando registro del documento y de sus datos principales. Ese registro no incluye todavía un historial de auditoría de cada cambio.

Esta estructura permite al sistema gestionar los documentos asociados a cada actividad en el registro, la consulta y la actualización. La disposición final y la auditoría de cambios permanecen pendientes (requisito RF18, parcialmente cumplido).

1.7. Estructura de la Documentación

La estructura de la documentación administrada por el sistema PORTEX está organizada en un conjunto de entidades y atributos que permiten describir, clasificar y localizar cada documento de manera eficiente. Los componentes principales que conforman dicha estructura son los siguientes:

- Detalle de actividad de la Organización: Información específica sobre la institución u organismo externo que participa en la actividad de extensión.

- Detalle de actividad de la Unidad Ejecutora: Datos relativos a la unidad responsable de ejecutar la actividad dentro del marco del convenio o acta correspondiente.
- Detalle de actividad de la Persona: Información sobre las personas físicas intervinientes en la actividad, como representantes, responsables o estudiantes.
- Informe: Documento que registra el resultado, avance o cierre de una actividad de extensión.
- Moneda de Inversión: Atributo que indica la moneda utilizada en actividades que implican transacciones económicas.
- Organización: Entidad que representa a los organismos externos vinculados mediante convenios o actas.
- Persona: Entidad que representa a los individuos que intervienen en las actividades documentadas.
- Rol: Define la función o responsabilidad que cumple cada persona u organización dentro de una actividad.
- Tipo de actividad: Clasificación que categoriza la naturaleza de cada actividad de extensión registrada en el sistema.
- Ubicación de archivo: Referencia que indica la localización física o digital del documento dentro del sistema.
- Unidad Ejecutora: Entidad responsable de la ejecución operativa de la actividad, en articulación con la Secretaría de Extensión.

Esta estructura garantiza que cada documento pueda ser identificado, recuperado y contextualizado de manera precisa dentro del sistema PORTEX.

1.8. Ciclo de Desarrollo de una actividad

Como parte del relevamiento de información, se realizó una entrevista con la Sra. Patricia Asunto, Secretaria de Extensión de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UNSJ, quien describió el ciclo de desarrollo de una actividad de extensión para los tipos documentales: Convenios, Actas, Acuerdos Privados e Interfacultades.

A partir de dicha entrevista, se identificaron las siguientes etapas:

1. Inicio del expediente: El ciclo comienza con el primer contacto entre ambas partes. Se inicia un expediente gestionado por la Secretaría de Extensión o por una persona designada por el departamento correspondiente.

2. Elaboración del borrador: En el expediente se detallan todos los aspectos relevantes y se elabora el primer borrador del acta o convenio, el cual se presenta a la institución externa para su consideración. Una vez acordados los términos y revisados los artículos conforme a la legislación universitaria vigente, el expediente se eleva al Decanato para su firma.
3. Revisión legal: El expediente es remitido a la Dirección General de Asuntos Legales, donde se analiza el cumplimiento de las regulaciones vigentes y se proponen modificaciones si fuera necesario. También se verifica la correcta asignación de fondos y la jurisdicción aplicable en caso de conflicto.
4. Evaluación por el Consejo Directivo: El expediente regresa al Decanato y es presentado ante la Secretaría de Consejo Directivo. La Comisión de Extensión, integrada por docentes, no docentes, estudiantes y egresados, analiza la propuesta y sugiere modificaciones o la aprueba. Con el informe de la Comisión, el expediente pasa al Consejo Directivo para su evaluación final.
5. Aprobación y firma: El Consejo Directivo decide aprobar o rechazar el expediente. En caso de aprobación, se redacta una resolución que habilita al Decano y al Rector a firmar el acta o convenio. El expediente completo se remite a la Dirección de Relación con el Medio de Rectorado para gestionar las firmas correspondientes.
6. Archivo y distribución: Se firman tres ejemplares del documento: uno queda resguardado en la Dirección General de Asuntos Legales de Rectorado, otro se entrega a la institución externa y el tercero se archiva en la Facultad, incorporándose a la base de datos institucional. Paralelamente, la Secretaría Administrativa Financiera inicia el trámite de cobro y rendición de fondos.
7. Cierre: Una vez completado el trámite, se elabora y presenta el informe final de la actividad.

1.9. Objetivo

El propósito de este proyecto es desarrollar un sistema web de gestión documental para la Secretaría de Extensión de la FCEFN-UNSJ, en el marco de un proceso de Transformación Digital. El sistema busca optimizar y automatizar los procesos administrativos vinculados a la gestión de actividades de extensión, convenios, actas y proyectos, facilitando el acceso a la información tanto para usuarios internos como externos a la Facultad.

1.9.1. Objetivo general

Desarrollar un sistema web de gestión documental para la Secretaría de Extensión de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFN) de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), en el marco de un proceso de Transformación Digital.

1.9.2. Objetivos específicos

1. Analizar el estado actual de los procesos de gestión documental de la Secretaría de Extensión.
2. Elicitar y documentar los requisitos funcionales y no funcionales del sistema, mediante instrumentos diseñados según la metodología ágil adoptada.
3. Analizar las tecnologías, frameworks y herramientas más adecuadas y factibles para la implementación del sistema web.
4. Diseñar el sistema web de gestión documental, centrado en la usabilidad y las necesidades del usuario final.
5. Implementar el sistema web de gestión documental.

Estos objetivos específicos se abordan en las secciones que se indican a continuación. La referencia a una sección señala dónde se desarrolla cada objetivo; no afirma por anticipado que el objetivo esté cumplido:

- El objetivo de analizar el estado actual de los procesos de gestión documental de la Secretaría de Extensión se aborda en las secciones 1.3 y 1.4.
- El objetivo de elicitar y documentar los requisitos funcionales y no funcionales del sistema se aborda en las secciones 4.2 (Requisitos Funcionales), 4.3 (Requisitos No Funcionales) y 4.5 (Historias de Usuario). Documentar un requisito no equivale a demostrar que está cumplido
- El objetivo de analizar las tecnologías, frameworks y herramientas más adecuadas para la implementación se aborda en las secciones 2.7 (Tecnologías Utilizadas) y 6.1 (Justificación de Tecnologías Utilizadas).
- El objetivo de diseñar el sistema web de gestión documental centrado en la usabilidad se aborda en el capítulo 5 (Modelado del Sistema) y en la sección 2.8 (Interfaz de Usuario).

- El objetivo de implementar el sistema web de gestión documental se aborda en el capítulo 6 (Desarrollo del Sistema) y se ilustra en la sección 5.5 (Demostración del Sistema).

2. Marco Teórico

2.1. Transformación Digital en Instituciones Educativas

La transformación digital constituye un proceso integral de cambio organizacional que trasciende la mera adopción de tecnologías, implicando una reconfiguración fundamental de procesos, cultura y modelos operativos institucionales. Westerman et al. (2014) sostienen que la transformación digital implica el uso de tecnología para mejorar radicalmente el rendimiento organizacional, enfatizando que no se trata únicamente de digitalizar procesos existentes, sino de repensar fundamentalmente cómo la organización crea valor.

En el contexto de instituciones de educación superior, Garcia-Peñalvo (2022) conceptualiza la transformación digital universitaria como un ecosistema multidimensional que integra tres dimensiones clave: la hiperconectividad institucional, mediante la cual las universidades funcionan como nodos en redes digitales complejas; la gobernanza de datos e inteligencia institucional, orientada a convertir datos administrativos y académicos en conocimiento accionable para la toma de decisiones estratégicas; y la experiencia digital integral, priorizando la creación de experiencias digitales fluidas y centradas en el usuario.

En este marco, la implementación del sistema PORTEX busca contribuir a la modernización de la infraestructura administrativa de la Secretaría de Extensión, reduciendo el tiempo dedicado a tareas manuales y promoviendo una gestión documental más eficiente, accesible y transparente.

2.1.1. Modelos de Madurez Digital

Los modelos de madurez digital constituyen herramientas estratégicas que permiten evaluar el nivel de evolución digital de una organización y establecer rutas de avance progresivo hacia la transformación efectiva. Kane et al. (2017) proponen un modelo de madurez que identifica cuatro niveles de desarrollo digital:

- Nivel inicial (Ad-hoc): Procesos predominantemente manuales sin estrategia digital definida. La tecnología se utiliza de manera aislada y reactiva.

- Nivel en desarrollo (Emerging): Iniciativas digitales fragmentadas con baja integración entre sistemas. Comienzan a identificarse oportunidades de digitalización.
- Nivel avanzado (Defined): Estrategia digital clara con procesos estandarizados. Integración parcial de sistemas con métricas de rendimiento establecidas.
- Nivel maduro (Optimized): Cultura digital institucionalizada con optimización continua. Procesos completamente integrados y orientados por datos.

Para el contexto universitario específico, el modelo de madurez propuesto por Ifenthaler y Egloffstein (2020) adapta estos niveles considerando las particularidades académicas y administrativas. Los autores identifican que la mayoría de las instituciones de educación superior latinoamericanas se encuentran entre los niveles inicial y en desarrollo, caracterizados por procesos administrativos fragmentados y dependencia significativa de documentación física o archivos no estructurados.

En función de este modelo, la Secretaría de Extensión de la FCEFN se encuentra actualmente en el nivel inicial, dado que su gestión documental se basa en hojas de cálculo sin integración sistémica. Esta situación justifica el sistema PORTEX como un aporte dentro del proceso de transformación digital de la institución: un avance respecto de la gestión en hojas de cálculo, sin que la Secretaría haya completado ese proceso.

2.1.2. Marcos Normativos: ISO para Gestión de Procesos y Documentos

La implementación de sistemas de gestión documental requiere adherirse a estándares internacionales que garanticen calidad, seguridad e interoperabilidad. La norma ISO/IEC 33001:2015 sobre evaluación de procesos proporciona un marco para medir la capacidad y madurez de los procesos organizacionales. Esta norma establece seis niveles de capacidad de procesos, desde el nivel 0 (proceso incompleto) hasta el nivel 5 (proceso en optimización), permitiendo evaluar objetivamente el estado actual de los procesos institucionales y definir objetivos de mejora.

La norma ISO 15489-1:2016 sobre gestión de documentos establece principios y conceptos fundamentales para la creación, captura y gestión de documentos en cualquier formato. Esta norma define requisitos esenciales que un sistema de gestión documental debe cumplir:

- Autenticidad: Los documentos deben poder demostrar que son lo que dicen ser y que fueron creados o enviados por quien se afirma.

- Fiabilidad: El contenido de los documentos debe ser una representación completa y precisa de las transacciones que documentan.
- Integridad: Los documentos deben estar completos y sin alteraciones no autorizadas.
- Usabilidad: Los documentos deben poder ser localizados, recuperados, presentados e interpretados en el contexto de su creación.

Complementariamente, la norma ISO/IEC 27001:2013 sobre sistemas de gestión de seguridad de la información establece requisitos para proteger la confidencialidad, integridad y disponibilidad de activos informacionales. Esta norma resulta crítica en sistemas de gestión documental que manejan información sensible institucional, requiriendo controles de acceso, cifrado, auditoría y respaldo de información.

El sistema PORTEX toma como referencia estos estándares. La solución se orienta a los principios de autenticidad, fiabilidad, integridad y usabilidad, sin que este trabajo certifique el cumplimiento de la norma ISO 15489-1:2016 ni de la ISO/IEC 27001:2013.

2.2. Sistemas de Gestión Documental: Fundamentos Teóricos

2.2.1. Teoría de Sistemas de Información

Desde la perspectiva de la teoría de sistemas de información, un sistema de gestión documental constituye un conjunto integrado de componentes tecnológicos, humanos y procedimentales que trabajan coordinadamente para capturar, almacenar, gestionar y distribuir información documental. Laudon y Laudon (2016) establecen que los sistemas de información efectivos deben alinearse estrechamente con los objetivos estratégicos organizacionales, proporcionando soporte tanto a procesos operativos como a la toma de decisiones estratégicas. En esta misma línea, Valacich y Schneider (2020) enfatizan que la verdadera transformación digital ocurre cuando la tecnología permite nuevas capacidades organizativas y modelos de operación.

Un sistema de gestión documental, según esta perspectiva teórica, debe integrar cuatro dimensiones fundamentales:

- Dimensión tecnológica: Infraestructura de hardware, software, bases de datos y redes que soportan el almacenamiento y procesamiento de información documental.
- Dimensión organizacional: Procesos de negocio, estructura jerárquica, políticas institucionales y cultura organizacional que determinan cómo se utiliza el sistema.

- Dimensión humana: Capacidades, conocimientos y comportamientos de los usuarios que interactúan con el sistema.
- Dimensión de gestión: Estrategias de implementación, métricas de rendimiento y mecanismos de gobernanza que aseguran la efectividad del sistema.

El sistema PORTEX integra estas cuatro dimensiones, articulando la infraestructura tecnológica web con los procesos organizacionales de la Secretaría de Extensión, las necesidades de los usuarios y una estrategia de implementación incremental.

2.2.2. Gestión del Ciclo de Vida Documental

La teoría de gestión del ciclo de vida documental establece que los documentos administrativos atraviesan diferentes fases desde su creación hasta su disposición final. Shepherd y Yeo (2003) identifican cinco etapas fundamentales en este ciclo, concepto que es actualizado y estandarizado por la norma ISO 15489-1:2016:

- Creación: Generación inicial del documento mediante entrada de datos, redacción o captura de información.
- Captura: Incorporación formal del documento al sistema de gestión con asignación de metadatos que faciliten su posterior recuperación.
- Clasificación y almacenamiento: Organización del documento según taxonomías institucionales y su almacenamiento en repositorios apropiados.
- Uso y mantenimiento: Acceso, consulta, actualización y versionado del documento durante su vida activa.
- Disposición: Determinación del destino final del documento mediante archivo permanente, transferencia o eliminación según políticas de retención.

La gestión efectiva del ciclo de vida documental requiere automatización de flujos de trabajo que garanticen que cada documento siga trayectorias apropiadas según su tipología y requisitos normativos. El sistema PORTEX cubre de manera parcial este ciclo de vida: permite registrar, clasificar, consultar y actualizar documentos de la Secretaría de Extensión. La disposición final y el historial de auditoría de cada modificación no están implementados y se declaran como trabajo futuro (sección 7.2). Por eso el requisito RF18 se considera parcialmente cumplido.

2.2.3. Arquitectura de Información

La arquitectura de información constituye la disciplina que se ocupa del diseño estructural de espacios de información para facilitar la localización y comprensión intuitiva del contenido. Rosenfeld, Morville y Arango (2022) definen cuatro componentes fundamentales de la arquitectura de información aplicables a sistemas de gestión documental:

- Sistemas de organización: Esquemas y estructuras que determinan cómo se agrupa y categoriza el contenido documental. En sistemas administrativos universitarios, esto implica taxonomías basadas en tipos documentales (actas, convenios, proyectos) y categorías funcionales.
- Sistemas de navegación: Mecanismos que permiten a los usuarios moverse a través del espacio de información, incluyendo menús, breadcrumbs y enlaces relacionados.
- Sistemas de etiquetado: Convenciones de nomenclatura que representan el contenido mediante vocabularios controlados comprensibles para los usuarios.
- Sistemas de búsqueda: Funcionalidades que permiten localizar documentos mediante consultas por palabras clave, filtros y facetas.

El diseño del sistema PORTEX incorpora estos cuatro componentes, estructurando la información documental de la Secretaría de Extensión mediante taxonomías basadas en los tipos documentales definidos en la sección 1.2, una navegación intuitiva orientada al usuario final y múltiples modalidades de búsqueda que reducen significativamente los tiempos de consulta.

2.3 Diseño Centrado en el Usuario

2.3.1. Fundamentos de Usabilidad

La usabilidad constituye un atributo fundamental de calidad en sistemas interactivos que determina la facilidad con la que los usuarios pueden alcanzar objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción. Nielsen (1993) establece cinco componentes esenciales de la usabilidad:

- Facilidad de aprendizaje: El sistema debe permitir que usuarios novatos alcancen rápidamente un nivel productivo de uso.
- Eficiencia de uso: Una vez que los usuarios han aprendido el sistema, deben poder realizar tareas con alta productividad.

- Facilidad de recordación: Los usuarios ocasionales deben poder recordar cómo utilizar el sistema tras períodos de inactividad.
- Minimización de errores: El sistema debe diseñarse para que los usuarios cometan pocos errores durante su uso, y cuando ocurran errores, debe facilitarse su recuperación.
- Satisfacción subjetiva: Los usuarios deben encontrar agradable la experiencia de uso del sistema.

Para sistemas administrativos universitarios, donde los usuarios realizan tareas repetitivas con frecuencia variable, resulta crítico optimizar especialmente la eficiencia de uso y la facilidad de recordación. El sistema PORTEX incorpora estos principios de usabilidad en su diseño, priorizando una interfaz intuitiva que minimice la curva de aprendizaje del personal administrativo de la Secretaría de Extensión.

2.3.2. Teoría del Diseño de Interacción

El diseño de interacción se fundamenta en principios cognitivos que explican cómo los usuarios perciben, procesan y responden a interfaces digitales. Norman (2013) identifica principios fundamentales del diseño de interacción aplicables a sistemas de gestión documental

- Affordances: Las características perceptibles de un elemento de interfaz que sugieren cómo debe utilizarse. Por ejemplo, botones que parecen presionables y campos de texto que invitan a la escritura.
- Feedback: La provisión de información inmediata sobre el resultado de las acciones del usuario. Mensajes de confirmación, indicadores de progreso y notificaciones mantienen al usuario informado sobre el estado del sistema.
- Consistencia: La uniformidad en la presentación y comportamiento de elementos similares a través del sistema, reduciendo la carga cognitiva al permitir que los usuarios transfieran conocimiento entre diferentes secciones.
- Prevención de errores: El diseño debe anticipar posibles errores del usuario y prevenirlos mediante restricciones en la entrada de datos, validaciones y confirmaciones para acciones críticas.
- Visibilidad del estado del sistema: Los usuarios deben poder determinar en todo momento qué está ocurriendo en el sistema mediante indicadores claros de estado.

Gibson (1979) introdujo el concepto de affordances en psicología ecológica, estableciendo que los objetos poseen propiedades que sugieren sus posibles usos. En diseño de interfaces, esto se traduce en la creación de elementos visuales cuyas características perceptibles indiquen claramente su funcionalidad sin necesidad de instrucciones explícitas.

El sistema PORTEX aplica estos principios en su diseño de interacción, incorporando elementos visuales intuitivos, mensajes de confirmación ante acciones críticas, validaciones en la carga de datos y una interfaz consistente que facilita la navegación del personal administrativo de la Secretaría de Extensión.

2.3.3. Accesibilidad Web

La accesibilidad web constituye un principio fundamental que garantiza que los sistemas digitales sean utilizables por personas con diversas capacidades, incluyendo aquellas con discapacidades visuales, auditivas, motoras o cognitivas. Las Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1, desarrolladas por el World Wide Web Consortium (W3C, 2018), establecen cuatro principios fundamentales:

- Perceptible: La información y los componentes de la interfaz deben presentarse de manera que los usuarios puedan percibirlos mediante al menos uno de sus sentidos.
- Operable: Los componentes de la interfaz y la navegación deben ser operables mediante diversas modalidades de interacción.
- Comprensible: La información y el funcionamiento de la interfaz deben ser comprensibles para todos los usuarios.
- Robusto: El contenido debe ser suficientemente robusto para ser interpretado por diversas tecnologías asistivas.

Para instituciones públicas como universidades nacionales, el cumplimiento de estándares de accesibilidad no solo constituye una buena práctica técnica, sino también un compromiso ético con la inclusión y una obligación legal en muchas jurisdicciones. El sistema PORTEX incorpora estos principios en su desarrollo, asegurando que la plataforma sea accesible para toda la comunidad universitaria, en consonancia con el compromiso institucional de la FCEFN-UNSJ con la inclusión digital.

2.4. Síntesis del Marco Teórico

El marco teórico presentado integra conceptos fundamentales que proporcionan sustento conceptual al desarrollo del sistema de gestión documental para la Secretaría de Extensión de la FCEFN:

- Los modelos de madurez digital permiten diagnosticar el nivel actual de desarrollo tecnológico de la institución — identificado en el nivel inicial — y diseñar una trayectoria de evolución progresiva hacia estadios más avanzados de digitalización. .
- Las normas ISO se utilizan como referencia conceptual. Este trabajo no certifica que el sistema cumpla esos estándares.
- La teoría de sistemas de información establece que un sistema efectivo debe integrar coherentemente dimensiones tecnológicas, organizacionales, humanas y de gestión
- La gestión del ciclo de vida documental proporciona un marco para automatizar apropiadamente las trayectorias que siguen los documentos desde su creación hasta su disposición final
- La arquitectura de información ofrece principios para estructurar y organizar contenidos documentales de manera que faciliten su localización y comprensión.
- Los principios de usabilidad y diseño de interacción aseguran que el sistema sea intuitivo, eficiente y satisfactorio para los usuarios administrativos.
- Los estándares de accesibilidad web se adoptan como criterio de diseño. Su cumplimiento no fue evaluado con una prueba WCAG.

Este conjunto coherente de teorías, modelos y normas constituye el fundamento conceptual que guía el análisis de la problemática, orienta las decisiones de diseño e implementación, y proporciona criterios para evaluar la efectividad de la solución propuesta.

2.5. Modelos de Desarrollo de Software:

El desarrollo del sistema web de gestión documental PORTEX se basó en el modelo incremental. Este enfoque se caracteriza por la construcción del sistema en fases o "incrementos", donde cada versión parcial del sistema se desarrolla, implementa y evalúa, permitiendo obtener retroalimentación temprana y continua de los usuarios.

Este modelo resultó particularmente útil en entornos como la Secretaría de Extensión, donde los requisitos pueden evolucionar o ajustarse conforme avanza el proyecto, ya sea debido a cambios en las políticas administrativas o a nuevas necesidades identificadas por los usuarios.

El modelo incremental permitió adaptarse a estos cambios de manera ágil, buscando que el sistema refleje las expectativas recogidas en el relevamiento. La única validación con usuario es la prueba piloto del Anexo G.

Ventajas del modelo incremental en este proyecto:

1. **Entrega temprana de funcionalidades:** En cada incremento se puso en funcionamiento una parte del sistema que pudo ser utilizada y evaluada antes de completar el desarrollo total de la plataforma. Esto permitió que los usuarios comenzarán a obtener beneficios desde las primeras etapas del proyecto.
2. **Retroalimentación constante:** Cada incremento fue revisado y probado por los usuarios finales, facilitando la identificación de oportunidades de mejora y la realización de ajustes que contribuyeron al cumplimiento de los requisitos de la Secretaría.
3. **Gestión del riesgo:** La división del desarrollo en etapas más pequeñas permitió identificar y mitigar riesgos de forma temprana, antes de que afecten al sistema en su totalidad.
4. **Flexibilidad para ajustar requisitos:** El modelo incremental facilitó la incorporación de ajustes surgidos durante el relevamiento, el desarrollo y las pruebas realizadas con los usuarios, permitiendo adaptar la solución a las necesidades reales de la Secretaría.
5. **Desarrollo y pruebas continuas:** Cada incremento constituyó una versión funcional del sistema que fue sometida a pruebas antes de avanzar a la siguiente etapa, contribuyendo a la calidad, estabilidad y confiabilidad de la solución final.

El desarrollo incremental permite gestionar de manera eficiente la evolución de los requisitos del sistema, mitigando los riesgos asociados a cambios tardíos en el alcance del proyecto. Como señala Sommerville (2015), las aproximaciones incrementales combinan las ventajas del desarrollo ágil con una estructura de control adecuada para entornos institucionales, asegurando que cada incremento sea validado y desplegado de forma segura antes de abordar la siguiente iteración funcional.

2.6. Implementación del modelo incremental en el proyecto:

El desarrollo del sistema PORTEX se llevó a cabo siguiendo un modelo incremental, estructurado en cuatro fases secuenciales que permitieron construir la solución de manera progresiva y validar cada etapa antes de avanzar a la siguiente.

2.6.1 Fase de planificación inicial:

En esta etapa se identificaron las funcionalidades más críticas del sistema, entre ellas el registro y seguimiento de actividades de extensión, convenios y actas. Esta definición permitió establecer las prioridades de desarrollo y organizar los incrementos posteriores.

2.6.2 Desarrollo por incrementos:

La implementación se realizó mediante incrementos funcionales sucesivos. En cada uno de ellos se incorporaron nuevas capacidades al sistema, incluyendo la gestión documental, la administración de organizaciones, personas y unidades ejecutoras, las herramientas de búsqueda avanzada y la generación de informes en formato PDF.

2.6.3 Revisión y mejora continua:

Al finalizar cada incremento se efectuaron pruebas funcionales y revisiones de las funcionalidades desarrolladas. La retroalimentación obtenida permitió realizar ajustes y mejoras progresivas, garantizando que la solución respondiera adecuadamente a las necesidades identificadas durante el relevamiento.

2.6.4 Implementación e integración final:

Una vez completados todos los incrementos, se realizó la integración de los distintos módulos del sistema, verificando su correcto funcionamiento como una solución integral para la gestión documental de la Secretaría de Extensión.

La aplicación del modelo incremental, combinada con prácticas de desarrollo ágiles, permitió obtener una solución adaptable y alineada con los requerimientos reales de los usuarios. Este enfoque facilitó la incorporación gradual de funcionalidades, redujo riesgos durante el desarrollo y contribuyó a la obtención de un sistema estable, mantenible y orientado a las necesidades institucionales.

2.7. Tecnologías Utilizadas

El sistema PORTEX fue desarrollado utilizando un conjunto de tecnologías ampliamente reconocidas en el ámbito del desarrollo web, seleccionadas por su rendimiento, madurez, compatibilidad y capacidad para manejar volúmenes significativos de datos en entornos institucionales.

Backend (Servidor)

- PHP: Lenguaje principal utilizado para la lógica del lado del servidor. Su amplia adopción en el desarrollo web, junto con su compatibilidad con servidores Apache y bases de datos MySQL, lo convierte en una opción robusta y accesible para sistemas administrativos universitarios.
- MySQL: Sistema de gestión de bases de datos relacional utilizado para el almacenamiento estructurado de la información documental, garantizando integridad, consistencia y eficiencia en las consultas.

Frontend (Interfaz de Usuario)

- HTML5 y CSS3: Tecnologías base para la estructura y el diseño visual de la interfaz.
- Bootstrap: Framework de CSS utilizado para garantizar un diseño responsivo y consistente en distintos dispositivos y resoluciones de pantalla.
- jQuery y jQuery UI: Bibliotecas de JavaScript utilizadas para la manipulación dinámica del DOM, efectos visuales y componentes de interfaz avanzados.
- DataTables: Plugin de jQuery que permite la gestión de tablas dinámicas con funcionalidades de búsqueda, filtrado y paginación.
- Select2: Componente utilizado para mejorar los selectores de opciones, incorporando búsqueda y carga dinámica mediante AJAX.
- Font Awesome y Google Fonts: Utilizados para la iconografía vectorial y la tipografía del sistema, contribuyendo a una interfaz visualmente clara y profesional.

Otras Tecnologías y Herramientas

- AJAX: Utilizado para la actualización de datos sin necesidad de recargar la página, mejorando la experiencia del usuario.
- FPDF: Biblioteca PHP para la generación de reportes y documentos en formato PDF directamente desde el sistema.

En conjunto, el sistema adopta una arquitectura LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP), ampliamente utilizada en el desarrollo de aplicaciones web institucionales por su estabilidad, seguridad y escalabilidad.

2.8. Interfaz de Usuario

El diseño de la interfaz del sistema PORTEX sigue los principios de usabilidad y diseño centrado en el usuario establecidos en el marco teórico, particularmente los componentes definidos por Nielsen (1993) y los principios de interacción propuestos por Norman (2013). Esto implica que se realizaron pruebas con los usuarios finales, es decir, el personal administrativo de la Secretaría de Extensión, para asegurar que la experiencia de uso sea sencilla e intuitiva, minimizando la curva de aprendizaje y garantizando una rápida adopción del sistema.

La interfaz fue desarrollada utilizando Bootstrap como framework de diseño responsivo, asegurando su correcta visualización en distintos dispositivos y resoluciones de pantalla. Se incorporaron componentes como DataTables para la gestión dinámica de tablas documentales y Select2 para la selección eficiente de opciones en formularios, mejorando la interacción del usuario con el sistema.

Asimismo, se implementaron las siguientes funcionalidades orientadas a mejorar la eficiencia operativa:

- Búsqueda avanzada: Permite localizar documentos por tipo, fecha, palabras clave y otros atributos definidos en la estructura documental.
- Gestión por categorías: Organiza los documentos según los tipos definidos en la sección 1.2, facilitando la navegación y el acceso a la información.
- Generación de reportes automatizados: Mediante la biblioteca FPDF, el sistema permite exportar información en formato PDF de manera directa desde la plataforma.

Estas funcionalidades, combinadas con un diseño visual claro y consistente, contribuyen a una experiencia de usuario satisfactoria y alineada con los estándares de accesibilidad web establecidos por el W3C (2018).

3. Justificación del Proyecto

La necesidad del sistema PORTEX se justifica en la importancia de optimizar la gestión documental de la Secretaría de Extensión de la FCEFN-UNSJ. Como se identificó en el relevamiento realizado, la Secretaría gestiona actualmente sus documentos mediante hojas de cálculo sin integración sistémica, lo que genera fragmentación de la información, demoras en el acceso a los datos y dificultades para garantizar la trazabilidad documental.

Al digitalizar estos procesos, se espera una reducción significativa en el tiempo dedicado a tareas administrativas manuales, una mejora en la precisión de los registros y una mayor transparencia en el acceso a las actividades de extensión, convenios y actas institucionales.

La elección de PHP, MySQL y las tecnologías complementarias descritas en la sección anterior responde a su bajo costo, compatibilidad con múltiples plataformas y capacidad de escalabilidad, con la posibilidad de ampliarlo a futuro si se decide incorporar otras áreas o procesos dentro de la universidad. Esa posibilidad no fue puesta a prueba.

Cabe destacar que la Universidad Nacional de San Juan, al igual que la mayoría de las universidades nacionales, utiliza los sistemas desarrollados por el Consorcio SIU (Sistema de Información Universitaria), que ofrece soluciones para distintas áreas de la gestión universitaria, entre ellas SIU-Guaraní (gestión académica), SIU-Mapuche (recursos humanos y liquidación de haberes), SIU-Pilagá (gestión presupuestaria, financiera y contable), SIU-Diaguita (compras, contrataciones y patrimonio), SIU-Huarpe (portal de autogestión) y SIU-Kolla (encuestas). Sin embargo, ninguno de estos sistemas contempla un módulo específico destinado a la gestión documental de las actividades de extensión de las Facultades. Si bien SIU-Guaraní incluye una operación de administración de convenios, esta se encuentra orientada a vincular convenios con propuestas formativas y planes de estudio en el ámbito académico, y no al seguimiento del ciclo de vida de los convenios, actas y acuerdos que gestiona la Secretaría de Extensión.

En consecuencia, ante el carácter prácticamente manual de los procedimientos de la Secretaría, basados en hojas de cálculo sin integración sistémica, y atento a que el SIU no cuenta con un módulo que favorezca la automatización de los procesos de la Secretaría de Extensión, surgió la necesidad de desarrollar e implementar el sistema PORTEX como una solución a medida.

3.1. Resultados Esperados

La sección enumera resultados esperados del sistema PORTEX. La prueba piloto con una usuaria clave (Anexo G) ofrece una primera impresión de uso, pero este trabajo no presenta mediciones que cuantifiquen los efectos siguientes:

- **Reducción del tiempo de gestión administrativa:** mediante la automatización de tareas repetitivas y la mejora en el acceso a la información documental de la Secretaría de Extensión.
- **Mejora en la precisión y trazabilidad de los documentos:** permitiendo consultar actividades de extensión, convenios y actas de forma rápida, organizada y confiable.
- **Aumento de la transparencia institucional:** facilitando el acceso a la información para el personal administrativo y los distintos actores de la comunidad universitaria, de acuerdo con los permisos establecidos por el sistema.
- **Generación de reportes automatizados:** permitiendo obtener información actualizada sobre el estado de la documentación institucional y agilizando la elaboración de informes administrativos.
- **Contribución al proceso de transformación digital:** fortaleciendo la gestión documental de la Secretaría de Extensión mediante la incorporación de una plataforma centralizada, accesible y orientada a la mejora continua de los procesos institucionales.

4. Especificación de Requisitos del Sistema (ERS)

4.1. Requerimientos del Sistema

4.1.1. Necesidades y/o Requerimientos

La Secretaría de Extensión de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan gestiona un conjunto de documentos institucionales que deben cumplir con una serie de atributos esenciales para garantizar su correcta administración:

1. Clasificación: La información se encuentra organizada de manera sistemática y categorizada según los tipos documentales definidos en la sección 1.2.
2. Orden: Los documentos están dispuestos de manera lógica y estructurada dentro del sistema.

3. Accesibilidad: Se garantiza un fácil acceso para la búsqueda de información, facilitando la localización de documentos relevantes.
4. Flexibilidad: El sistema es adaptable y capaz de incorporar cambios o actualizaciones de manera eficiente.
5. Compartición: Facilita el acceso y la distribución de la información entre las partes interesadas.
6. Rapidez: Permite la recuperación ágil de datos, agilizando la toma de decisiones informadas.
7. Precisión: La información contenida es precisa y confiable.
8. Coherencia: Se mantiene la coherencia en la presentación de la información y la terminología utilizada.
9. No redundancia: Evita la duplicación innecesaria de información.

Lograr una eficiencia óptima en la gestión documental de la Secretaría de Extensión es fundamental para garantizar un acceso sencillo a la información y facilitar la toma de decisiones ágiles y fundamentadas. En este marco, el sistema PORTEX incorpora los atributos mencionados y desempeña las siguientes funciones principales:

- Consultar en línea los documentos gestionados por la Secretaría de Extensión, incluyendo actividades de extensión, convenios y actas, mediante el uso de tecnologías web.
- Acceder al sistema de manera intuitiva y amigable, conforme a los principios de usabilidad establecidos en el marco teórico.
- Contar con un sistema de navegación fácil, rápido y eficaz.
- Actualizar la información del sistema a través de una interfaz web segura y centralizada.

Estos requerimientos buscan garantizar la eficacia y eficiencia del sistema PORTEX, proporcionando una herramienta integral para la gestión documental de la Secretaría de Extensión en el marco del proceso de Transformación Digital de la FCEFN-UNSJ.

4.1.2. Ventajas del Sistema

Entre las ventajas más notorias que aporta la implementación del sistema PORTEX, se destacan las siguientes:

1. Reducción de costos de reproducción documental: Dado que la información se encontrará digitalizada y disponible para ser accedida por cualquier usuario con acceso a Internet, no será necesario realizar copias físicas de los documentos, eliminando los gastos asociados a la impresión y fotocopiado de actividades de extensión, convenios y actas institucionales.
2. Eliminación de la dependencia de medios de almacenamiento físico: Actualmente, el transporte de información entre dependencias requiere el uso de dispositivos de almacenamiento secundario como pendrives. Con la centralización de la documentación en el sistema PORTEX, esta práctica se vuelve innecesaria, reduciendo los gastos asociados y minimizando el riesgo de pérdida o deterioro de la información.
3. Reducción del tiempo de búsqueda de información: El sistema incorpora herramientas de búsqueda avanzada que permiten localizar documentos por tipo, fecha, palabras clave y otros atributos, minimizando significativamente el tiempo que el personal administrativo dedica a la búsqueda manual de documentos y permitiéndole destinar ese tiempo a otras actividades de mayor valor institucional.
4. Acceso centralizado y disponibilidad permanente: La información estará disponible en línea las 24 horas, desde cualquier dispositivo con acceso a Internet, eliminando las barreras geográficas y horarias que actualmente limitan el acceso a la documentación institucional.

4.2 **Requisitos Funcionales**

Los requisitos funcionales describen las funcionalidades específicas que el sistema PORTEX debe proveer para satisfacer las necesidades identificadas durante el relevamiento con la Secretaría de Extensión de la FCEFN-UNSJ.

ID	Nombre	Descripción	Prioridad
RF01	**Autenticación de usuarios**	El sistema debe permitir el ingreso mediante usuario y contraseña, validando credenciales y habilitando funciones según el rol asignado.	Alta
RF02	**Gestión de roles y permisos**	El sistema debe soportar distintos perfiles de usuario: Administrador, Personal Administrativo, Decanos/Consejeros, Secretaría de Extensión y	Alta

ID	Nombre	Descripción	Prioridad
		Estudiantes/Egresados, con funcionalidades diferenciadas para cada uno.	
RF03	**Registro de nueva actividad**	El sistema debe permitir registrar nuevas actividades de extensión, incluyendo tipo de actividad, información documental, organizaciones participantes, unidades ejecutoras, fechas, inversión y archivo PDF adjunto.	Alta
RF04	**Edición de actividad**	El sistema debe permitir modificar los datos de una actividad previamente registrada, incluyendo la actualización del archivo PDF asociado.	Alta
RF05	**Búsqueda avanzada de documentos**	El sistema debe permitir buscar documentos por texto completo, tipo de actividad, fecha de inicio, fecha de fin y número de resolución.	Alta
RF06	**Gestión de organizaciones**	El sistema debe permitir registrar, editar y consultar las organizaciones externas que participan en las actividades de extensión.	Alta
RF07	**Gestión de personas**	El sistema debe permitir registrar, editar y consultar las personas intervinientes en las actividades, incluyendo su rol y datos personales.	Alta
RF08	**Gestión de unidades ejecutoras**	El sistema debe permitir registrar, editar y consultar las unidades ejecutoras de la FCEFN vinculadas a las actividades.	Alta
RF09	**Gestión de tipos de actividad**	El sistema debe permitir definir y administrar los tipos documentales que categorizan las actividades de extensión.	Media
RF10	**Cambio de contraseña**	El sistema debe permitir a los usuarios autenticados modificar su contraseña de acceso de manera segura.	Media

ID	Nombre	Descripción	Prioridad
RF11	**Generación de informe por Unidad Ejecutora**	El sistema debe generar un informe en formato PDF con todas las actividades asociadas a una unidad ejecutora seleccionada.	Alta
RF12	**Generación de informe por Organización**	El sistema debe generar un informe en formato PDF con todas las actividades vinculadas a una organización seleccionada.	Alta
RF13	**Generación de informe de actividades a renovar**	El sistema debe identificar y listar en formato PDF las actividades que requieren renovación próximamente.	Alta
RF14	**Estadística de actividades por año**	El sistema debe generar un informe estadístico en formato PDF con las actividades registradas en un año seleccionado.	Media
RF15	**Visualización de documento PDF**	El sistema debe permitir acceder al archivo PDF original asociado a cada actividad registrada.	Alta
RF16	**Panel de estadísticas**	El sistema debe mostrar en el panel principal el total de actividades iniciadas en el mes, finalizadas y actualmente activas.	Media
RF17	**Habilitación y deshabilitación de usuarios**	El sistema debe permitir al administrador habilitar o deshabilitar el acceso de un usuario al sistema.	Media
RF18	**Gestión de ciclo de vida documental**	El sistema debe registrar y mantener la trazabilidad de cada documento desde su creación hasta su disposición final. Estado: parcialmente cumplido. Se registran y consultan los datos del documento; la auditoría completa de cambios está pendiente (sección 7.2).	Alta

4.3 Requisitos No Funcionales

Los requisitos no funcionales de esta sección se formulan como metas de calidad. Salvo los puntos cubiertos por casos del Anexo E, su cumplimiento no está demostrado. En particular, no se presentan pruebas de rendimiento, disponibilidad, accesibilidad según WCAG 2.1, escalabilidad, mantenibilidad ni portabilidad. La seguridad se revisa aparte en la sección B.9: los controles efectivamente evidenciados son parciales.

ID	Categoría	Descripción	Prioridad
RNF01	**Usabilidad**	La interfaz debe ser intuitiva y fácil de usar, permitiendo que un usuario nuevo pueda operar las funciones principales sin capacitación previa, conforme a los principios de Nielsen (1993) definidos en el marco teórico.	Alta
RNF02	**Rendimiento**	El sistema debe responder a las consultas de búsqueda en un tiempo máximo de 3 segundos bajo condiciones normales de uso.	Alta
RNF03	**Disponibilidad**	El sistema debe estar disponible las 24 horas del día, los 7 días de la semana, con una disponibilidad mínima del 95% mensual.	Alta
RNF04	**Seguridad**	El sistema debe implementar autenticación mediante usuario y contraseña, control de acceso basado en roles y protección contra accesos no autorizados, tomando como referencia controles de acceso de la norma ISO/IEC 27001:2013, sin certificar su cumplimiento.	Alta
RNF05	**Confidencialidad**	La información institucional gestionada por el sistema debe ser accesible únicamente por usuarios autorizados según su perfil, garantizando la confidencialidad de los documentos sensibles.	Alta
RNF06	**Integridad**	El sistema debe garantizar que los documentos almacenados no puedan ser modificados o eliminados sin autorización, manteniendo un registro de cambios para auditoría. Este registro no está implementado: el requisito queda pendiente y se retoma en la sección 7.2.	Alta
RNF07	**Compatibilidad**	El sistema debe ser compatible con los navegadores web más utilizados: Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge y Safari, en sus versiones actuales.	Alta

ID	Categoría	Descripción	Prioridad
RNF08	**Escalabilidad**	La arquitectura del sistema debe permitir incorporar nuevas funcionalidades o módulos en el futuro sin necesidad de reescribir el código existente.	Media
RNF09	**Mantenibilidad**	El código fuente debe seguir estándares de codificación que faciliten su mantenimiento y comprensión por parte de otros desarrolladores.	Media
RNF10	**Portabilidad**	El sistema debe poder desplegarse en cualquier servidor con soporte para PHP y MySQL, sin dependencia de un proveedor de infraestructura específico.	Media
RNF11	**Tamaño de archivos**	El sistema debe admitir la carga de archivos PDF con un tamaño máximo de 10 MB por documento, conforme a las restricciones definidas en la interfaz.	Alta
RNF12	**Accesibilidad**	La interfaz debe cumplir con los principios básicos de accesibilidad web establecidos por las WCAG 2.1 del W3C (2018), garantizando su uso por personas con diversas capacidades.	Media

4.4 Restricciones del Sistema

Las restricciones del sistema definen las limitaciones técnicas, institucionales y operativas dentro de las cuales el sistema PORTEX debe desarrollarse y operar.

Restricciones técnicas:

- El sistema debe desarrollarse utilizando PHP como lenguaje del lado del servidor y MySQL como sistema de gestión de bases de datos, dado que estas tecnologías son las disponibles en la infraestructura institucional de la FCEFN-UNSJ.
- El sistema adoptará una Arquitectura de Scripting de Dos Capas (Two-Tier Architecture) basada en el patrón de diseño Script de Transacción (Transaction Script), alineada con las restricciones de tiempo, recursos y perfil tecnológico del proyecto.
- Los archivos digitales asociados a las actividades deben estar en formato PDF, con un tamaño máximo de 10 MB por archivo.
- El sistema opera bajo una arquitectura LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP), lo que condiciona las decisiones de despliegue y configuración del servidor.

Restricciones institucionales:

- El sistema debe respetar la estructura organizativa de la Secretaría de Extensión de la FCEFN-UNSJ, incluyendo los tipos documentales definidos en la sección 1.2 y el ciclo de desarrollo de actividades descripta en la sección 1.8.
- El acceso al sistema estará restringido a usuarios registrados y autorizados por el administrador, garantizando que la información institucional no sea accesible públicamente sin control.
- El desarrollo fue realizado de manera individual en el marco del Proyecto PORTEX (Ordenanza N°6-2024), lo que condiciona el alcance y la complejidad de las funcionalidades implementadas.

Restricciones de legado:

- El sistema debe contemplar la migración de la información actualmente gestionada en hojas de cálculo Excel por la Secretaría de Extensión, garantizando la compatibilidad con los datos históricos existentes. Esta situación de legado constituyó una restricción de diseño que influyó en la definición de la estructura de datos del sistema, tal como se detalla en la sección 5.4.

4.5 Historias de Usuario

Las historias de usuario presentadas a continuación fueron elaboradas siguiendo el formato propuesto por la metodología Scrum. Su propósito es representar las necesidades funcionales identificadas durante el relevamiento realizado con los usuarios de la Secretaría de Extensión, describiendo cada funcionalidad desde la perspectiva del usuario final. Estas historias sirvieron como base para la definición de los requisitos funcionales y guiaron el desarrollo incremental del sistema PORTEX.

4.5.1 **Usuario Root (Administrador Principal)**

HU-01 Como usuario root, quiero poder registrar y dar de alta a los distintos tipos de usuarios del sistema (Personal Administrativo, Decanos, Consejeros, Estudiantes y Secretaría de Extensión), para garantizar que solo usuarios autorizados accedan al sistema.

HU-02 Como usuario root, quiero poder habilitar y deshabilitar usuarios, para mantener el control de acceso al sistema en todo momento.

4.5.2 **Usuario: Personal Administrativo**

HU-03 Como personal administrativo, quiero poder cargar nuevas actividades de extensión, convenios y actas en el sistema, para mantener un registro centralizado y actualizado de la documentación institucional.

HU-04 Como personal administrativo, quiero poder editar la información de los documentos existentes, para reflejar cambios o modificaciones con trazabilidad.

HU-05 Como personal administrativo, quiero contar con herramientas de búsqueda avanzada por tipo de documento, fecha y palabras clave, para localizar documentos específicos de manera rápida y eficiente.

HU-06 Como personal administrativo, quiero poder generar reportes en formato PDF, para obtener un resumen detallado del estado de la documentación en tiempo real.

4.5.3 Usuario: Decanos y Consejeros

HU-07 Como decano o consejero, quiero poder consultar los expedientes y actas registrados en el sistema, para estar informado sobre el estado de la documentación institucional.

HU-08 Como decano o consejero, quiero poder acceder a reportes consolidados de las actividades de extensión, para facilitar el análisis y la toma de decisiones institucionales.

4.5.4 **Usuario: Estudiantes y Egresados**

HU-09 Como estudiante o egresado, quiero poder acceder a información sobre convenios y actas de extensión relevantes, para conocer las actividades institucionales disponibles.

HU-10 Como estudiante o egresado, quiero poder realizar consultas sobre documentos específicos a través del sistema, para obtener información precisa sin necesidad de concurrir presencialmente a la Secretaría.

4.5.5 **Usuario: Secretaría de Extensión**

HU-11 Como secretaria de extensión, quiero poder registrar nuevas actividades de extensión, convenios y actas en el sistema, para mantener la base documental actualizada y accesible.

HU-12 Como secretaria de extensión, quiero poder consultar el historial completo de documentos cargados, para realizar un seguimiento efectivo de la gestión documental de la Secretaría.

5. Modelado del Sistema

El modelado del sistema constituye una etapa fundamental del proceso de análisis y diseño, ya que permite representar de manera formal y estructurada las entidades, relaciones y comportamientos que conforman el sistema PORTEX. A partir del relevamiento realizado con la Secretaría de Extensión y de las restricciones identificadas en la sección 4.4, se elaboraron los modelos que se presentan a continuación.

5.1 Modelo Conceptual General

El modelo conceptual representa las principales entidades del sistema y sus relaciones, constituyendo la base sobre la cual se diseñó tanto el diagrama de clases como el modelo de base de datos. Las entidades identificadas surgen directamente del relevamiento realizado con la Sra. Patricia Asunto, Secretaria de Extensión, y de los tipos documentales definidos en la sección 1.2.

La identificación y separación de estas entidades permitió construir una estructura de datos normalizada, reduciendo redundancias y garantizando la integridad de la información gestionada por el sistema PORTEX: **Actividad** como entidad principal que nuclea toda la documentación gestionada; **TipoActividad** que clasifica cada actividad según los tipos documentales institucionales; **Organización** y **DetalleActividadOrganización** que representan las entidades externas vinculadas; **Persona**, **Rol** y **DetallePersonaActividad** que modelan los intervinientes; **UnidadEjecutora** y **DetalleActividadUnidad** que representan las unidades internas de la FCEFN; **MonedaDeInversión** para los datos económicos; **UbicaciónArchivo** para la gestión del archivo físico y digital; e **Informe** con sus entidades auxiliares para la generación de reportes.

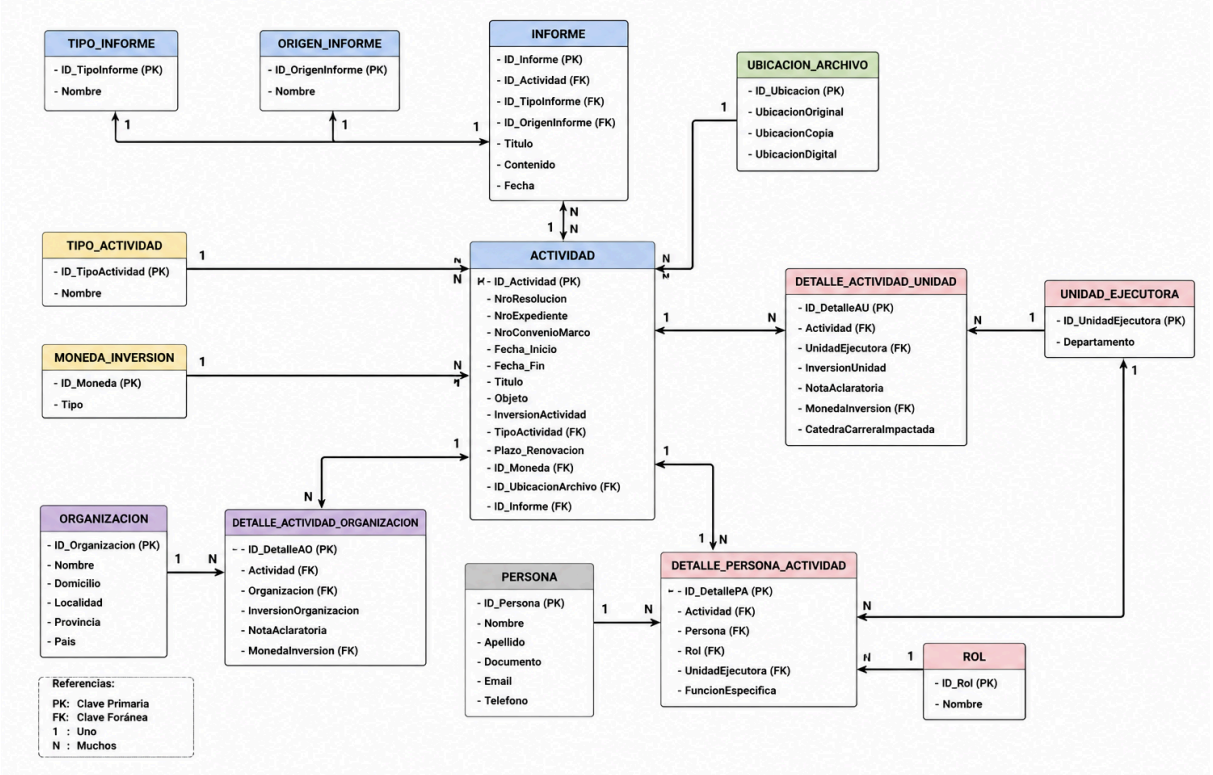

Figura 5.1 — Modelo Conceptual General

5.2 Diagrama de Clases

El diagrama de clases representa la estructura estática del sistema PORTEX, identificando las clases principales, sus atributos y las relaciones entre ellas. Este modelo surge directamente del modelo conceptual general y constituye la base para el diseño de la base de datos relacional.

La clase central es **Actividad**, que nuclea toda la documentación gestionada por la Secretaría de Extensión. A partir de ella se establecen relaciones con las siguientes clases: **TipoActividad** para clasificar el tipo documental; **MonedaInversion** para los datos económicos; **UbicacionArchivo** para la gestión del archivo físico y digital; **DetalleActividadUnidad** y **UnidadEjecutora** para las unidades de la FCEFN; **DetalleActividadOrganizacion** y **Organizacion** para las entidades externas; **DetallePersonaActividad**, **Persona** y **Rol** para los intervinientes; e **Informe** con **TipoInforme** para la generación de reportes.

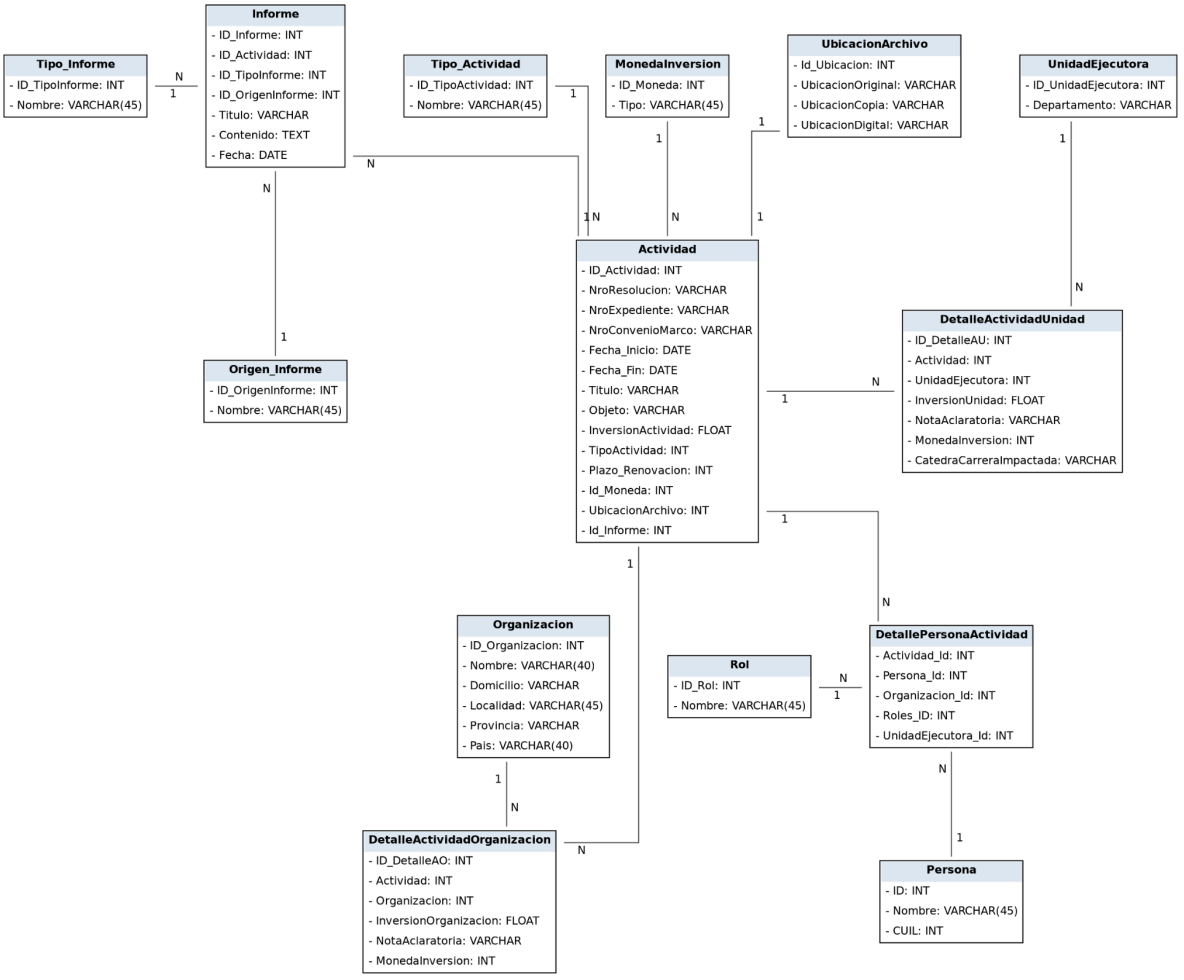

Figura 5.2 — Diagrama de Clases del sistema PORTEX

5.3 Modelo Entidad-Relación

El modelo entidad-relación (MER) especifica de manera formal las relaciones entre las entidades del sistema PORTEX, incluyendo las claves primarias, claves foráneas y la cardinalidad de cada relación. Este modelo constituyó la base directa para la creación de las tablas en MySQL y garantiza la integridad referencial de la base de datos.

A partir del diagrama de clases presentado en la sección 5.2, se identificaron las siguientes relaciones principales:

Actividad — TipoActividad (N:1): Cada actividad pertenece a un único tipo documental, mientras que un mismo tipo puede clasificar múltiples actividades.

Actividad — MonedaInversion (N:1): Cada actividad registra su inversión en un tipo de moneda determinado, pudiendo distintas actividades compartir el mismo tipo de moneda.

Actividad — UbicacionArchivo (1:1): Cada actividad tiene asociada una única ubicación de archivo, que registra la localización física y digital del documento original.

Actividad — Informe (1:N): Una actividad puede dar origen a múltiples informes, pero cada informe está vinculado a una única actividad.

Actividad — DetalleActividadUnidad (1:N): Una actividad puede involucrar múltiples unidades ejecutoras de la FCEFN, modeladas a través de la tabla de detalle correspondiente.

UnidadEjecutora — DetalleActividadUnidad (1:N): Cada unidad ejecutora puede participar en múltiples actividades a través de la tabla de detalle.

Actividad — DetalleActividadOrganizacion (1:N): Una actividad puede vincular múltiples organizaciones externas, cada una con su propia inversión y responsables.

Organizacion — DetalleActividadOrganizacion (1:N): Una organización puede participar en múltiples actividades a lo largo del tiempo.

Actividad — DetallePersonaActividad (1:N): Una actividad puede tener múltiples personas intervinientes, con roles diferenciados según su participación.

Persona — DetallePersonaActividad (1:N): Una persona puede intervenir en múltiples actividades con distintos roles.

Rol — DetallePersonaActividad (1:N): Un rol puede ser asignado a múltiples personas en distintas actividades.

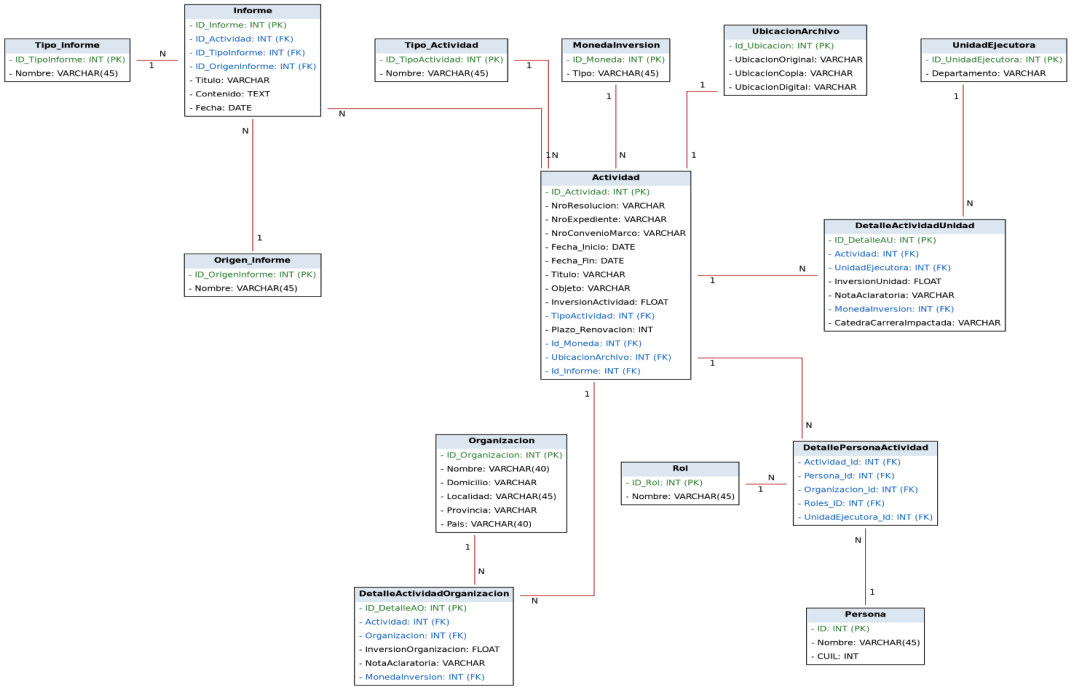

Figura 5.3 — Modelo Entidad-Relación del sistema PORTEX

5.4 Conversión del Legado Excel → Base de Datos

Una de las restricciones de diseño más relevantes identificadas durante el relevamiento fue la existencia de un sistema legado: la Secretaría de Extensión gestiona toda su documentación mediante hojas de cálculo en formato Excel, sin estructura relacional ni control de integridad de datos.

5.4.1 Problema del sistema legado

El archivo Excel utilizado presentaba las siguientes limitaciones estructurales:

- **Redundancia de datos:** la información de organizaciones, personas y unidades ejecutoras se repetía en cada fila, generando inconsistencias y duplicados.
- **Falta de integridad referencial:** no existía ningún mecanismo que garantizara la coherencia entre los datos relacionados, como por ejemplo que una organización referenciada en una actividad existiera efectivamente en el sistema.
- **Ausencia de tipado:** todos los campos se almacenan como texto plano, sin distinción entre fechas, números y cadenas de caracteres.
- **Escalabilidad limitada:** a medida que crecía el volumen de actividades, el archivo se volvía más difícil de mantener y consultar.

- **Sin control de acceso:** cualquier usuario con acceso al archivo podía modificar o eliminar datos sin registro de cambios.

5.4.2 Proceso de conversión

Para resolver estas limitaciones, se realizó el siguiente proceso de análisis y conversión:

En primer lugar, se identificaron las entidades implícitas en el Excel. Campos como **Organización**, **Unidad Ejecutora** y **Persona**, que se repetían en múltiples filas, fueron extraídos y normalizados como tablas independientes dentro de la base de datos relacional, eliminando la redundancia mediante la asignación de claves primarias únicas.

En segundo lugar, se establecieron relaciones formales entre entidades. Las referencias entre actividades, organizaciones, personas y unidades ejecutoras —que en el Excel eran simples valores de texto— se transformaron en relaciones mediante claves foráneas, garantizando la integridad referencial de la base de datos.

En tercer lugar, se aplicó un proceso de normalización hasta la **Tercera Forma Normal (3FN)**, con el objetivo de reducir redundancias, mejorar la consistencia de los datos y facilitar el mantenimiento futuro del sistema.

5.4.3 Aplicación de las Formas Normales

Para superar las deficiencias estructurales del archivo legado, se ejecutó un rediseño completo del esquema relacional bajo los fundamentos de diseño de bases de datos relacionales. El proceso de conversión implicó la descomposición de estructuras planas desnormalizadas en tablas independientes, aplicando formalmente las reglas de normalización hasta alcanzar la Tercera Forma Normal (3FN). Este procedimiento elimina las anomalías de inserción, actualización y borrado, garantizando la consistencia interna y la integridad referencial de los datos institucionales (Elmasri & Navathe, 2015).

- **Primera Forma Normal (1FN):** Se eliminaron grupos repetitivos y se garantizó que cada atributo almacena un único valor atómico, evitando la existencia de listas o conjuntos de datos dentro de una misma celda.
- **Segunda Forma Normal (2FN):** Se eliminaron dependencias parciales mediante la separación de la información correspondiente a organizaciones, personas y unidades ejecutoras en tablas independientes, vinculadas mediante relaciones formales.

- **Tercera Forma Normal (3FN):** Se eliminaron dependencias transitivas, garantizando que todos los atributos dependieran exclusivamente de la clave primaria de cada entidad y no de otros atributos no clave.

Como resultado de este proceso de normalización, la información originalmente almacenada en hojas de cálculo fue transformada en un esquema relacional consistente, preparado para soportar consultas complejas y facilitar la evolución futura del sistema. La trazabilidad queda parcialmente cubierta: se conserva el documento y sus datos, no un historial de cada modificación.

5.4.4 Comparación entre el sistema legado y la solución propuesta

Sistema legado (Excel)	**Sistema PORTEX**
Datos repetidos y propensos a inconsistencias	Datos normalizados y consistentes
Sin relaciones formales entre entidades	Relaciones mediante claves foráneas
Sin integridad referencial	Integridad referencial garantizada
Búsqueda manual de información	Búsqueda avanzada y filtrado dinámico
Sin control de acceso	Gestión de usuarios y permisos
Escalabilidad limitada	Esquema que admite evolución posterior
Almacenamiento en archivo aislado	Base de datos centralizada
Alto riesgo de errores manuales	Validaciones y controles automáticos

El resultado de este proceso es el modelo entidad-relación presentado en la sección 5.3, que refleja una estructura de datos robusta, escalable y consistente, superando las limitaciones inherentes al sistema legado original y proporcionando una base sólida para la gestión documental de la Secretaría de Extensión.

5.5 Demostración del Sistema

La demostración funcional del sistema PORTEX se encuentra disponible en el siguiente enlace:
https://drive.google.com/file/d/1T0_C5rbycYez4RQAeoQTVXs6IOGNZGPT/view?usp=sharing

El video presenta el recorrido completo del sistema, incluyendo el proceso de autenticación de usuarios, registro y edición de actividades de extensión, gestión de organizaciones, personas y unidades ejecutoras, búsqueda avanzada de documentos y generación de informes en formato PDF. Esta demostración reemplaza las capturas de pantalla estáticas, permitiendo observar el sistema en funcionamiento de manera dinámica y contextualizada. Video demostrativo: https://drive.google.com/file/d/1T0_C5rbycYez4RQAeoQTVXs6IOGNZGPT/view?usp=sharing. Repositorio institucional: https://github.com/idei. La versión de código comentada en este trabajo es la reproducida en el Anexo F. No se consigna la URL del repositorio particular ni el commit o la etiqueta de la versión evaluada

6. Desarrollo del Sistema

El desarrollo del sistema PORTEX comprende el conjunto de decisiones técnicas, arquitectónicas y metodológicas que guiaron la construcción de la plataforma web de gestión documental para la Secretaría de Extensión de la FCEFN-UNSJ. Esta sección detalla el proceso de toma de decisiones que fundamenta cada elección tecnológica adoptada, evidenciando el análisis realizado como parte del proceso de ingeniería de software aplicado al proyecto.

6.1 Justificación de Tecnologías Utilizadas

La selección de las tecnologías empleadas en el desarrollo del sistema PORTEX no fue arbitraria sino el resultado de un análisis deliberado que consideró factores técnicos, institucionales y operativos. A continuación se fundamenta cada decisión tecnológica adoptada.

6.1.1 PHP como lenguaje de servidor

Se seleccionó PHP como lenguaje principal del lado del servidor por las siguientes razones. En primer lugar, PHP es ampliamente compatible con la infraestructura de servidores disponible en entornos universitarios, lo que facilita el despliegue sin requerir configuraciones especiales. En segundo lugar, su curva de aprendizaje moderada y su extensa documentación permiten un desarrollo ágil e individual, condición relevante dado que el proyecto fue desarrollado por una sola persona. En tercer lugar, PHP ofrece soporte nativo para la generación de documentos PDF mediante la biblioteca FPDF, funcionalidad crítica para el módulo de informes del sistema.

Si bien frameworks como Laravel ofrecen una estructura más robusta, su adopción hubiera incrementado significativamente la complejidad del proyecto para un desarrollo individual con plazos definidos. Por este motivo se optó por PHP puro con una Arquitectura Guiada por Páginas (Page-Driven Architecture) y el patrón Script de Transacción, lo que permitió un mayor control sobre cada caso de uso y acelerar el ciclo de desarrollo.

6.1.2 MySQL como sistema de gestión de base de datos

MySQL fue seleccionado como motor de base de datos relacional por ser la opción más compatible con la arquitectura LAMP adoptada y por su amplia disponibilidad en servidores de hosting compartido y entornos universitarios. Su soporte para integridad referencial mediante claves foráneas resultó fundamental para implementar el modelo entidad-relación diseñado en la sección 5.3, garantizando la consistencia de los datos documentales gestionados por la Secretaría de Extensión.

Adicionalmente, la extensión MySQLi de PHP permite una integración directa y eficiente con la base de datos, reduciendo la dependencia de capas de abstracción adicionales que hubieran aumentado la complejidad del proyecto.

6.1.3 Justificación del Diseño Arquitectónico

Para el desarrollo del Sistema de Gestión Documental de la Secretaría de Extensión, se optó por una Arquitectura de Scripting de Dos Capas (Two-Tier Architecture) basada en el patrón de diseño Script de Transacción (Transaction Script). Este patrón organiza la lógica de negocio de manera que cada procedimiento maneja una única solicitud del usuario, resultando altamente eficiente para sistemas con reglas de dominio acotadas y directas (Fowler, 2002).

Desde la perspectiva de la arquitectura de software, la selección de este enfoque frente a marcos de trabajo multicapa más complejos responde a un análisis de atributos de calidad y restricciones operativas (trade-offs), donde se prioriza la simplicidad de despliegue, el rendimiento en entornos de hosting estándar y la viabilidad de mantenimiento por un equipo de desarrollo unipersonal, minimizando la complejidad incidental del software manteniendo controles básicos de acceso descritos en la sección B.9. La disponibilidad no fue medida (Bass, Clements y Kazman, 2012).

Esta decisión de diseño se fundamenta en un análisis de costo-beneficio respecto a los atributos de calidad del software y las restricciones del proyecto, detallados a continuación:

- Optimización del Tiempo de Entrega (Time-to-Market): La Secretaría requería una solución operativa de forma inmediata para resolver la gestión de documentos. La arquitectura elegida elimina la sobrecarga de configuración, enrutamiento y abstracción propios de frameworks multicapa. Esto permitió acelerar el ciclo de desarrollo y poner el sistema en producción en un tiempo mínimo.
- Alineación con el Perfil Tecnológico y Mitigación de Riesgos: El desarrollo estuvo a cargo de un único desarrollador con trayectoria consolidada en programación imperativa y estructurada. Adoptar un paradigma multicapa sin un dominio profundo del mismo habría introducido un riesgo de curva de aprendizaje, con posibles retrasos, errores de diseño y código ineficiente. Al utilizar una metodología consolidada por la experiencia del desarrollador, se garantiza la solidez y estabilidad del sistema.
- Prevención de Sobreingeniería (Overengineering): Dado que el sistema tiene un alcance acotado y flujos de procesos procedimentales bien definidos (recepción, registro y consulta de documentos), la implementación de una arquitectura multi-capa habría agregado una complejidad innecesaria. El patrón Transaction Script permite que cada solicitud se procese de manera lineal y directa, maximizando el rendimiento en la ejecución de consultas SQL y simplificando el mantenimiento en servidores de recursos estándar.

6.1.4 **Bootstrap como framework de diseño**

Bootstrap fue seleccionado para el desarrollo de la interfaz de usuario por ofrecer un sistema de grilla responsivo que garantiza la correcta visualización del sistema en distintos dispositivos y resoluciones de pantalla. Su biblioteca de componentes predefinidos (tablas, formularios, botones, modales) permitió acelerar el desarrollo de la interfaz sin sacrificar la calidad visual ni la usabilidad, en concordancia con los principios de Nielsen (1993) establecidos en el marco teórico.

6.1.5 **jQuery, DataTables y Select2**

La incorporación de jQuery como biblioteca de JavaScript permitió implementar interacciones dinámicas sin recargar la página mediante AJAX, mejorando significativamente la experiencia del usuario. DataTables se utilizó para la gestión dinámica de tablas con búsqueda, filtrado y paginación integrados, mientras que Select2 mejoró los selectores de opciones en formularios con búsqueda en tiempo real, funcionalidad crítica para campos con gran cantidad de opciones como organizaciones y unidades ejecutoras.

6.1.6 **FPDF para generación de reportes**

La biblioteca FPDF fue seleccionada para la generación de informes en formato PDF directamente desde el servidor PHP. Su integración nativa con PHP, su licencia libre y su capacidad para generar documentos estructurados con tablas, encabezados y estilos la convierten en la opción más adecuada para el módulo de informes del sistema, sin requerir dependencias externas ni servicios de terceros.

6.1.7 **Arquitectura LAMP**

El sistema opera bajo la arquitectura LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP), ampliamente adoptada en entornos de desarrollo web institucionales por su estabilidad, seguridad y bajo costo de implementación. Esta arquitectura garantiza que el sistema pueda desplegarse en cualquier servidor universitario sin requerir licencias de software propietario.

6.2 Arquitectura del Sistema

La arquitectura del sistema PORTEX sigue un modelo cliente-servidor basado en la web, implementado como una Arquitectura de Scripting de Dos Capas (Two-Tier Architecture) con patrón Script de Transacción (Transaction Script). Este enfoque unifica en cada script PHP el control de acceso, la lógica de negocio y la generación de la interfaz, privilegiando la eficiencia temporal de desarrollo y la claridad del flujo por caso de uso.

6.2.1 Correspondencia entre la arquitectura declarada y el proyecto

La estructura real del código y el texto de esta sección describen cuatro cosas distintas, que no deben tratarse como sinónimos:

- Cliente-servidor. Es el esquema de despliegue. El navegador es el cliente y Apache, con PHP y MySQL, es el servidor. No hay un servidor de aplicación separado del servidor web. En ese sentido el sistema es de dos niveles físicos.
- Capas lógicas. En el procesamiento de una petición se distinguen la presentación (HTML, CSS y JavaScript), el script que atiende el caso de uso y la base de datos. Esas son responsabilidades lógicas, no tres servidores.
- Patrón Transaction Script. Cada script atiende una solicitud de principio a fin: controla el acceso, aplica la lógica y produce la salida (Fowler, 2002). No hay un modelo de dominio rico

- Carpetas models, views y controllers. El Anexo B organiza los archivos en esos directorios. Esa organización no es un framework MVC: no hay un único front controller, no hay un enrutador y varios scripts generan el HTML o el PDF directamente. Las carpetas ordenan el código; el comportamiento sigue siendo el de scripts de transacción sobre una arquitectura guiada por páginas.

El estado de los controles de seguridad de esta implementación se documenta en la sección B.9 y se ilustra con los fragmentos del Anexo F.

6.2.2 Capas de la arquitectura

Capa de Cliente: está compuesta por las interfaces a las que el usuario accede desde cualquier navegador web compatible. Se implementa con HTML5, CSS3, Bootstrap y JavaScript (incluyendo jQuery, DataTables y Select2). Esta capa envía peticiones HTTP (formularios, enlaces y llamadas AJAX) hacia scripts específicos del servidor y recibe como respuesta páginas HTML o documentos PDF.

Capa de Servidor (Scripts de Transacción): contiene los scripts PHP que actúan como scripts de transacción autónomos. Cada archivo procesa un caso de uso completo de principio a fin: verifica la sesión y los permisos, captura los datos de la petición ($_GET / $_POST), ejecuta la lógica de negocio y las consultas SQL, y genera la salida HTML o PDF. Ejemplos de este enfoque son los scripts de registro, búsqueda e informes de actividades.

Capa de Datos: el Sistema de Gestión de Bases de Datos (MySQL/MariaDB) almacena la información documental. Los scripts PHP se comunican directamente con el SGBD mediante la extensión MySQLi, procesan los resultados en memoria e incrustan la información en la respuesta al cliente. La configuración de conexión se centraliza en un archivo único (conn.php) para facilitar el mantenimiento.

6.2.3 Flujo de comunicación

El flujo de una solicitud típica en el sistema sigue el siguiente recorrido: el usuario interactúa con la interfaz web desde su navegador (cliente); la solicitud HTTP viaja hasta el servidor web Apache; el script PHP correspondiente actúa como Script de Transacción, ejecutando de manera secuencial el control de seguridad, la lógica de negocio y las consultas SQL sobre MySQL; finalmente, el mismo script genera la respuesta HTML (o PDF) que se devuelve al navegador.

Flujo correcto: Usuario → Script PHP → Base de Datos → Script PHP → Navegador.

Esta direccionalidad corresponde a una Arquitectura Guiada por Páginas (Page-Driven Architecture): cada página o script PHP concentra un caso de uso completo de principio a fin. Ello facilita la localización rápida de fallas para el tamaño actual del sistema, sin navegar múltiples capas de abstracción.

Las interacciones que no requieren recargar la página completa se implementan mediante AJAX con jQuery, mejorando la fluidez y velocidad de la experiencia del usuario.

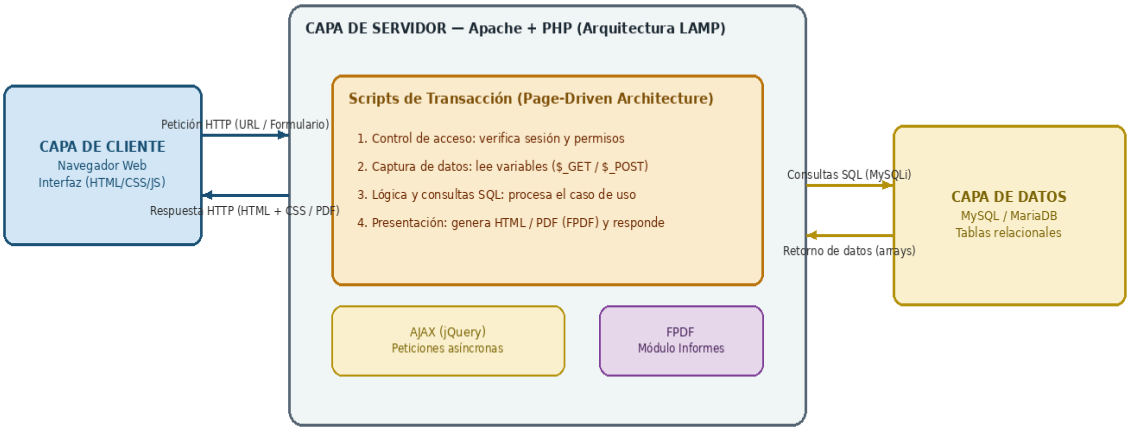

Figura 6.2 — Diagrama de Arquitectura de Dos Capas (Client-Server) del Sistema PORTEX

El diagrama ilustra la arquitectura física y lógica del Sistema de Gestión Documental PORTEX, implementada como Arquitectura Guiada por Páginas (Page-Driven Architecture) sobre un esquema de dos capas (Client-Server). El flujo se describe en tres etapas directas: (1) Cliente: el usuario interactúa con la interfaz mediante el navegador web, el cual envía peticiones HTTP específicas hacia scripts individuales en el servidor; (2) Servidor (lógica y control): cada script PHP actúa como un script de transacción autónomo que, al recibir la petición, ejecuta de manera secuencial el control de seguridad, la lógica de negocio y la generación de la interfaz; (3) Datos: el script PHP se comunica directamente con el SGBD mediante sentencias SQL nativas, procesa la respuesta e incrusta los resultados en el código HTML (o PDF) que será devuelto al cliente.

6.3 Ciclo de Desarrollo Incremental

El desarrollo del sistema PORTEX siguió un modelo incremental adaptado al contexto de desarrollo individual, organizando el trabajo en incrementos funcionales que fueron

desarrollados, probados y validados de manera progresiva con la usuaria clave, la Sra. Patricia Asunto, Secretaria de Extensión de la FCEFN-UNSJ.

6.3.1 **Incremento 1 — Estructura base y autenticación**

En el primer incremento se desarrolló la estructura base del proyecto, incluyendo la configuración del entorno LAMP, el diseño de la base de datos, la implementación del sistema de autenticación con control de roles y el panel principal con estadísticas. Este incremento permitió validar la arquitectura técnica elegida y establecer las bases sobre las cuales se construirían los incrementos siguientes.

6.3.2 **Incremento 2 — Gestión de entidades base**

El segundo incremento incorporó la gestión de las entidades auxiliares del sistema: organizaciones, personas, unidades ejecutoras, tipos de actividad y monedas de inversión. Estas entidades son prerrequisito para el registro de actividades, por lo que su desarrollo en esta etapa garantiza la coherencia del modelo de datos antes de avanzar hacia las funcionalidades principales.

6.3.3 **Incremento 3 — Registro y gestión de actividades**

El tercer incremento, el más complejo del proyecto, implementó el formulario de registro de nuevas actividades con todas sus secciones: información general, documental, organizaciones participantes, unidades ejecutoras, descripción, fechas, inversión y carga de archivo PDF. También se desarrollaron las funcionalidades de edición, visualización y eliminación de actividades, junto con el módulo de búsqueda avanzada.

6.3.4 **Incremento 4 — Módulo de informes y reportes**

El cuarto incremento incorporó el módulo de informes, incluyendo la generación automática de reportes en formato PDF para los cuatro tipos de informe disponibles: por unidad ejecutora, por organización, actividades a renovar y estadística por año. Este incremento integró la biblioteca FPDF y validó el correcto funcionamiento del sistema de generación de documentos.

6.3.5 **Incremento 5 — Validación, ajustes y cierre**

El quinto y último incremento se dedicó a la validación integral del sistema con la usuaria clave, la corrección de observaciones surgidas durante las pruebas, la optimización del

rendimiento de las consultas a la base de datos y los ajustes finales de la interfaz de usuario. Este incremento cerró ajustes surgidos de la prueba piloto con la usuaria clave. No demuestra el cumplimiento de todos los requisitos funcionales y no funcionales de la sección 4.

6.3.6 Esfuerzo estimado y costo de referencia del desarrollo

A partir del cronograma real del proyecto (Anexo D), se estimó el esfuerzo invertido en las etapas de análisis, diseño e implementación del sistema, desarrolladas entre marzo y diciembre de 2024 con una dedicación promedio aproximada de 15 horas semanales. La estimación en horas- hombre por etapa es la siguiente:

Relevamiento y entrevista con la Secretaría de Extensión: 40 horas-hombre.
Análisis de requisitos y modelado conceptual: 60 horas-hombre.
Diseño de base de datos y arquitectura del sistema: 60 horas-hombre.
Incremento 1 — Estructura base y autenticación: 70 horas-hombre.
Incremento 2 — Gestión de entidades base: 60 horas-hombre.
Incremento 3 — Registro y gestión de actividades: 140 horas-hombre.
Incremento 4 — Módulo de informes y reportes PDF: 70 horas-hombre.
Incremento 5 — Validación, ajustes y cierre: 100 horas-hombre.
Total estimado: 600 horas-hombre.

Tomando como referencia un valor horario de mercado de USD 20 para un analista/desarrollador semi senior en modalidad independiente en Argentina, el costo estimado del desarrollo en un ámbito privado ascendería a aproximadamente USD 12.000 (600 h × USD 20/h), sin considerar costos de infraestructura ni de mantenimiento posterior, y sin costos de licencias por tratarse de tecnologías de software libre. Este valor permite dimensionar el aporte que representa el desarrollo del sistema para la Facultad, que dispone de una solución a medida sin haber incurrido en costos de contratación externa.

7. Conclusiones

7.1 Conclusiones Generales

El sistema PORTEX constituye un aporte dentro del proceso de transformación digital de la Secretaría de Extensión de la FCEFN-UNSJ. No se afirma que ese proceso haya quedado concluido. La Secretaría gestiona su documentación en hojas de cálculo, y el sistema ofrece una plataforma web para registrar, consultar y reportar actividades de extensión, convenios y actas.

A continuación se detalla, para cada uno de los objetivos planteados en la sección 1.9, de qué manera fue alcanzado:

Objetivo general (desarrollar un sistema web de gestión documental para la Secretaría de Extensión de la FCEFN-UNSJ, en el marco de un proceso de Transformación Digital): se cumplió con el desarrollo del sistema PORTEX, una plataforma web centralizada con base de datos relacional, control de acceso por roles y generación automática de informes, que ofrece a la Secretaría una alternativa a la gestión en hojas de cálculo. La prueba piloto con la usuaria clave (Anexo G) arrojó un promedio de 4.8 sobre 5, valoración que no se generaliza por tratarse de una única participante.

Objetivo específico 1 (analizar el estado actual de los procesos de gestión documental): se cumplió mediante el relevamiento y la entrevista con la Secretaria de Extensión (secciones 1.3, 1.4 y 1.8), que permitieron identificar las limitaciones del sistema anterior, redundancia de datos, ausencia de integridad referencial, falta de control de acceso y dificultad para generar reportes y reconstruir el ciclo de vida completo de una actividad de extensión.

Objetivo específico 2 (elicitar y documentar los requisitos funcionales y no funcionales): se cumplió con la especificación de los dieciocho requisitos funcionales (sección 4.2), los requisitos no funcionales (sección 4.3) y las historias de usuario (sección 4.5), validados con la usuaria clave en cada incremento. Los casos de prueba del Anexo E verificaron parte de ellos, según se detalla en la sección 7.1.1.

Objetivo específico 3 (analizar las tecnologías, frameworks y herramientas más adecuadas): se cumplió con el análisis presentado en las secciones 2.7 y 6.1, que fundamentó la adopción de la arquitectura LAMP con PHP y MySQL, junto con Bootstrap, jQuery, DataTables,

Select2 y FPDF, priorizando el bajo costo, el uso de software libre, la compatibilidad con la infraestructura universitaria y la viabilidad de mantenimiento por un único desarrollador.

Objetivo específico 4 (diseñar el sistema centrado en la usabilidad y las necesidades del usuario final): se cumplió con el modelado del sistema (capítulo 5), el diseño de la base de datos normalizada hasta la tercera forma normal y el diseño de la interfaz de usuario (sección 2.8), basado en principios de usabilidad y accesibilidad. La sección Usabilidad e Interfaz de la encuesta de satisfacción obtuvo un puntaje promedio de 4.8 sobre 5.

Objetivo específico 5 (implementar el sistema web de gestión documental): se cumplió mediante los cinco incrementos funcionales descritos en la sección 6.3, que dieron como resultado un sistema operativo, tal como se evidencia en la demostración del sistema (sección 5.5). Las funcionalidades pendientes o parciales se detallan en la sección 7.1.1.

7.1.1 Limitaciones

- La evaluación con usuarios es una prueba piloto con una participante (Anexo G). Sus valoraciones no se generalizan
- El 100 % de conformidad del Anexo E corresponde solo a los 22 casos ejecutados. RF02, RF09, RF15, RF16 y RF18, y la mayor parte de los requisitos no funcionales, no quedaron verificados.
- No hay mediciones de rendimiento, disponibilidad, accesibilidad, escalabilidad, mantenibilidad ni portabilidad.
- RF18 está parcialmente cumplido: hay registro y consulta del documento, y no hay auditoría de cambios
- La sección B.9 no puede evidenciar consultas preparadas ni el almacenamiento seguro de las contraseñas de usuario. El tratamiento de errores de los fragmentos es insuficiente
- El repositorio citado (https://github.com/idei) no identifica el proyecto particular ni el commit de la versión evaluada. El video demostrativo está referenciado en la sección 5.5

Por estas limitaciones, el trabajo no declara cumplida la totalidad de los requisitos funcionales y no funcionales de la sección 4, ni da por concluida la transformación digital de la Secretaría.

7.2 Trabajos Futuros

El sistema PORTEX constituye una base sólida sobre la cual se proyecta una hoja de ruta de escalabilidad institucional, orientada a ampliar su alcance funcional y su integración con otros sistemas de la UNSJ. Entre las líneas de evolución más relevantes se identifican las siguientes:

Migración a un framework moderno: Se recomienda como línea de evolución la migración hacia Laravel como framework PHP, orientada a estandarizar la organización del código, fortalecer la seguridad mediante sus mecanismos integrados de protección y facilitar el mantenimiento a largo plazo. Esta migración fue identificada durante el proceso de desarrollo como una mejora natural del sistema actual.

Implementación de notificaciones automáticas: Se plantea incorporar un módulo de notificaciones por correo electrónico para que emita alertas automáticas a los responsables sobre vencimientos de actividades, renovaciones pendientes y nuevos documentos registrados, mejorando la proactividad de la gestión documental.

Integración con otros sistemas institucionales: La integración del sistema con otros sistemas administrativos de la UNSJ, como el sistema de gestión académica o el sistema de liquidación de haberes, permitiría automatizar la verificación de datos de personas y unidades ejecutoras, eliminando la necesidad de carga manual duplicada. En particular, se considera viable la interoperabilidad con los sistemas del Consorcio SIU utilizados por la UNSJ, como SIU-Guaraní y SIU-Mapuche, para reutilizar los datos de estudiantes, docentes y personal ya registrados institucionalmente.

Módulo de firma digital: La incorporación de un módulo de firma digital para los documentos gestionados agregaría una capa adicional de autenticidad e integridad a la documentación institucional, en línea con los estándares establecidos por la norma ISO 15489-1:2016.

Extensión a otras secretarías: El modelo desarrollado para la Secretaría de Extensión podría adaptarse y extenderse a otras secretarías de la FCEFN-UNSJ, como la Secretaría Académica o la Secretaría de Investigación, ampliando el impacto institucional del sistema.

Implementación de auditoría y trazabilidad completa (RF18, parcialmente cumplido en esta versión): El desarrollo de un módulo de auditoría que registre cada modificación realizada sobre los documentos, incluyendo el usuario responsable, la fecha y el tipo de cambio, fortalecería la trazabilidad del sistema y facilitaría la rendición de cuentas institucional.

Agradecimientos

El autor expresa su agradecimiento al Instituto de Informática (IdeI) de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan, y en particular al Laboratorio de Bibliotecas Digitales, por el acompañamiento institucional, las observaciones técnicas y el espacio de trabajo que hicieron posible el desarrollo y la maduración del sistema PORTEX.

Se agradece especialmente al Prof. Luis Olguín y Mag. Emilio Ormeño por sus comentarios y revisiones, que contribuyeron a precisar la caracterización arquitectónica del sistema y a fortalecer la calidad académica del presente trabajo final.

El código fuente del sistema PORTEX se encuentra disponible en el repositorio GitHub del Instituto de Informática (IdeI): https://github.com/idei/idei.

8. Referencias Bibliográficas

- Bass, L., Clements, P., & Kazman, R. (2012). *Software architecture in practice* (3rd ed.). Addison-Wesley.
- Elmasri, R., & Navathe, S. B. (2015). *Fundamentals of database systems* (7th ed.). Pearson.
- Fowler, M. (2002). *Patterns of enterprise application architecture*. Addison-Wesley.
- Garcia-Peñalvo, F. J. (2022). Transformación digital en las universidades: Implicaciones de la pandemia de la COVID-19. *Education in the Knowledge Society*, *22*, e25491. https://doi.org/10.14201/eks.25491
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Houghton Mifflin.
- Ifenthaler, D., & Egloffstein, M. (2020). Development and implementation of a maturity model of digital transformation. *TechTrends*, *64*(2), 302–309. https://doi.org/10.1007/s11528-019-00457-4

- International Organization for Standardization. (2013). *Information technology — Security techniques — Information security management systems — Requirements* (ISO/IEC Standard No. 27001:2013). https://www.iso.org/standard/54534.html
- International Organization for Standardization. (2015). *Information technology — Process assessment — Concepts and terminology* (ISO/IEC Standard No. 33001:2015). https://www.iso.org/standard/54176.html
- International Organization for Standardization. (2016). *Information and documentation — Records management — Part 1: Concepts and principles* (ISO Standard No. 15489-1:2016). https://www.iso.org/standard/62538.html
- Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., & Buckley, N. (2017). Achieving digital maturity. *MIT Sloan Management Review*, *59*(1), 1–30.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2016). *Management information systems: Managing the digital firm* (14th ed.). Pearson.
- Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. Academic Press.
- Norman, D. A. (2013). *The design of everyday things: Revised and expanded edition*. Basic Books.
- Pressman, R. S. (1996). *Ingeniería del software: Un enfoque práctico* (3.ª ed.). McGraw-Hill.
- Rosenfeld, L., Morville, P., & Arango, J. (2022). *Information architecture: For the web and beyond* (4th ed.). O'Reilly Media.
- Shepherd, E., & Yeo, G. (2003). *Managing records: A handbook of principles and practice*. Facet Publishing.
- Sommerville, I. (2015). *Software engineering* (10th ed.). Pearson.
- Valacich, J., & Schneider, C. (2020). *Information systems today: Managing in the digital world* (8th ed.). Pearson.
- World Wide Web Consortium. (2018). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*. W3C. https://www.w3.org/TR/WCAG21/
- Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Leading digital: Turning technology into business transformation*. Harvard Business Review Press.

Anexo A — Manual de Usuario

A.1 Introducción

El presente manual describe el funcionamiento del sistema PORTEX, plataforma web de gestión documental desarrollada para la Secretaría de Extensión de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan. Este manual está dirigido a los distintos perfiles de usuario del sistema y tiene como objetivo orientar al usuario en el uso correcto de cada funcionalidad disponible según su rol.

Para acceder al sistema el usuario debe contar con un navegador web actualizado (Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge o Safari) y conexión a Internet.

A.2 Acceso al Sistema

Para ingresar al sistema el usuario debe dirigirse a la dirección web del sistema e ingresar su nombre de usuario y contraseña en el formulario de autenticación. Si los datos son correctos el sistema redirigirá al usuario al panel principal habilitando las funciones correspondientes a su perfil. En caso de ingresar credenciales incorrectas el sistema mostrará un mensaje de error solicitando que se verifiquen los datos ingresados.

Si el usuario olvidó su contraseña deberá comunicarse con el administrador del sistema para que le restablezca el acceso.

A.3 Panel Principal

Al ingresar al sistema el usuario administrador visualiza el panel principal que presenta las siguientes secciones:

Acciones Rápidas: Panel lateral izquierdo que permite acceder de forma directa a las funciones principales del sistema: Ingresar Nueva Actividad, Alta Persona, Alta Unidad Ejecutora, Alta Organización, Alta Tipo de Actividad e Informes.

Estadísticas: Módulo que muestra en tiempo real la cantidad de actividades iniciadas en el mes actual, actividades ya finalizadas y actividades actualmente activas.

Registro de Actividades: Área principal que presenta el listado completo de actividades registradas en el sistema con opciones de búsqueda avanzada y paginación configurable.

A.4 Búsqueda de Actividades

El sistema ofrece dos modalidades de búsqueda:

Búsqueda por texto completo: El usuario debe ingresar al menos 3 caracteres en el campo de búsqueda y presionar Enter. El sistema mostrará todos los registros que contengan el texto ingresado en cualquiera de sus campos.

Filtrado por fecha: Para filtrar por fecha de inicio el usuario debe ingresar el prefijo FI seguido del año (por ejemplo FI2023). Para filtrar por fecha de fin debe ingresar el prefijo FF seguido del año (por ejemplo FF2025).

Los resultados se presentan en una tabla dinámica con las columnas: Acciones, Fecha Inicio, Fecha Fin, Tipo de Actividad, Nro. Resolución, Unidad Ejecutora y Organización. Cada registro dispone de tres acciones: ver (ícono azul), editar (ícono amarillo) y eliminar (ícono rojo).

A.5 Registro de Nueva Actividad

Para registrar una nueva actividad el usuario debe hacer clic en el botón "Ingresar Nueva Actividad" del panel lateral. El formulario está organizado en las siguientes secciones:

Información General: Seleccionar el tipo de actividad desde el selector desplegable con búsqueda integrada.

Información Documental: Ingresar el número de Convenio Marco, el número de Expediente y la Resolución FCEFN según el patrón Rxx/aa. Los campos marcados con asterisco (*) son obligatorios.

Organizaciones Participantes: Seleccionar la Organización Principal (obligatoria), Secundaria y Adicional, junto con sus respectivos Responsables Principal, Secundario y Adicional.

Descripción de la Actividad: Ingresar un resumen detallado y los objetivos de la actividad.

Unidades Ejecutoras: Seleccionar la Unidad Principal (obligatoria), Secundaria y Adicional, junto con sus respectivos responsables.

Fechas y Configuración Temporal: Ingresar la Fecha de Inicio y Fin (obligatorias), el Plazo de Renovación en meses y si la actividad se renueva automáticamente.

Inversión: Registrar el tipo de moneda, monto e inversión tanto de la organización como de la FCEFN.

Ubicación del Archivo: Indicar la ubicación física del original y la copia, y cargar el archivo digital en formato PDF (máximo 10 MB).

Una vez completado el formulario hacer clic en **Guardar**. El sistema confirmará el registro mediante un mensaje de éxito.

A.6 Edición de Actividad

Para editar una actividad existente el usuario debe hacer clic en el ícono amarillo de edición en la fila correspondiente del listado. El sistema cargará el formulario con todos los datos actuales de la actividad listos para ser modificados. Una vez realizados los cambios hacer clic en **Actualizar** para confirmar. El sistema mostrará un mensaje de confirmación de actualización exitosa.

A.7 Gestión de Organizaciones

Para registrar una nueva organización el usuario debe hacer clic en **Alta Organización** desde el panel de acciones rápidas. Ingresar la denominación de la organización en el campo **Organización que participa de la Actividad** y hacer clic en **Registrar**. La organización quedará disponible para ser vinculada a nuevas actividades.

Para editar una organización existente, acceder al listado de organizaciones, seleccionar la organización deseada y hacer clic en el ícono de edición. Modificar los datos y hacer clic en **Actualizar**.

A.8 Gestión de Personas

Para registrar una nueva persona hacer clic en **Alta Persona** desde el panel de acciones rápidas. Completar los campos nombre, apellido, número de documento y rol asignado, luego hacer clic en **Registrar**. La persona quedará disponible para ser asignada como responsable en las actividades.

A.9 Gestión de Unidades Ejecutoras

Para registrar una nueva unidad ejecutora hacer clic en **Alta Unidad Ejecutora** desde el panel de acciones rápidas. Ingresar la denominación de la unidad y hacer clic en **Registrar**. Para editar una unidad existente seleccionar del listado, modificar el nombre y hacer clic en **Actualizar**.

A.10 Módulo de Informes

Para acceder al módulo de informes hacer clic en **Informes** desde el panel de acciones rápidas. El sistema ofrece cuatro tipos de informes:

Informe por Unidad Ejecutora: Seleccionar la unidad ejecutora desde el selector desplegable y hacer clic en **Ver Informe**. El sistema generará y descargará automáticamente un archivo PDF con todas las actividades asociadas a esa unidad.

Informe por Organización: Seleccionar la organización desde el selector desplegable y hacer clic en **Ver Informe**. El sistema generará el PDF correspondiente.

Informe de Actividades a Renovar: Hacer clic en **Ver Informe** para obtener el listado de todas las actividades que requieren renovación próximamente.

Estadística por Año: Seleccionar el año deseado desde el selector y hacer clic en **Ver Informe** para obtener el resumen estadístico de actividades del año seleccionado.

A.11 Cambio de Contraseña

Para cambiar la contraseña el usuario debe acceder a la opción correspondiente desde el menú de usuario. Ingresar la contraseña actual, luego la nueva contraseña y confirmar. Hacer clic en **Actualizar** para confirmar el cambio. El sistema mostrará un mensaje de confirmación.

Anexo B — Manual Técnico

B.1 Introducción

El presente manual técnico describe la arquitectura, estructura de archivos, configuración del entorno y procedimientos de instalación y mantenimiento del sistema PORTEX. Está dirigido

a desarrolladores y administradores de sistemas responsables del despliegue, mantenimiento y eventual extensión de la plataforma.

B.2 Requisitos del Sistema

Para el correcto funcionamiento del sistema PORTEX se requiere la siguiente infraestructura de servidor:

Servidor:

- Sistema operativo: Linux (Ubuntu 20.04 o superior recomendado) o Windows Server
- Servidor web: Apache 2.4 o superior
- Lenguaje: PHP 7.4 o superior
- Base de datos: MySQL 5.7 o superior
- Espacio en disco: mínimo 2 GB disponibles para archivos PDF y base de datos

Cliente:

- Navegador web actualizado: Google Chrome 90+, Mozilla Firefox 88+, Microsoft Edge 90+ o Safari 14+
- Conexión a Internet
- Resolución de pantalla mínima recomendada: 1280 x 720 píxeles

B.3 Estructura de Archivos del Proyecto

El proyecto sigue la siguiente estructura de directorios organizada según una Arquitectura Guiada por Páginas (Page-Driven Architecture), en la que cada script PHP concentra un caso de uso (Script de Transacción):

```
PORTEX/
│
├── config/
│   └── conn.php              (Configuración de conexión a BD)
│
├── controllers/
│   ├── actividad_controller.php
│   ├── organizacion_controller.php
│   ├── persona_controller.php
│   ├── unidad_controller.php
│   ├── informe_controller.php
│   └── auth_controller.php
│
├── models/
│   ├── actividad_model.php
│   ├── organizacion_model.php
│   ├── persona_model.php
│   └── unidad_model.php
│
├── views/
│   ├── actividad/
│   ├── organizacion/
│   ├── persona/
│   ├── unidad/
│   ├── informes/
│   └── layout/
│       ├── head.php
│       └── header.php
│
├── assets/
│   ├── css/
│   ├── js/
│   └── img/
│
├── uploads/
│   └── pdf/                  (Archivos PDF de actividades)
│
├── fpdf/                     (Biblioteca FPDF para generación de PDF)
│
└── index.php                 (Punto de entrada principal)
```

B.4 Configuración de la Conexión a la Base de Datos

La conexión a la base de datos se configura en el archivo **config/conn.php**. Los parámetros que deben ajustarse según el entorno de despliegue son los siguientes:

```php
<?php
$host     = "localhost";      // Host del servidor MySQL
$user     = "usuario_bd";     // Usuario de la base de datos
$password = "contraseña_bd";  // Contraseña del usuario
$database = "bcfexa_db";      // Nombre de la base de datos
$conn = new mysqli($host, $user, $password, $database);
if ($conn->connect_error) {
    die("Error de conexión: " . $conn->connect_error);
}
$conn->set_charset("utf8");
?>
```

B.5 Instalación del Sistema

Para instalar el sistema PORTEX en un servidor nuevo seguir los siguientes pasos. El directorio de despliegue y la base de datos conservan el identificador técnico bcfexa, que corresponde al sistema denominado PORTEX en este trabajo:

Paso 1 — Preparar el entorno: Instalar Apache, PHP y MySQL en el servidor. En sistemas Linux basados en Ubuntu ejecutar los siguientes comandos:

```
sudo apt update
sudo apt install apache2 php php-mysqli mysql-server -y
```

Paso 2 — Copiar los archivos: Copiar el directorio del proyecto en la carpeta raíz del servidor web:

```
cp -r bcfexa-remote/ /var/www/html/bcfexa/
```

Paso 3 — Crear la base de datos: Acceder a MySQL y crear la base de datos:

```
CREATE DATABASE bcfexa_db CHARACTER SET utf8 COLLATE utf8_general_ci;
```

Paso 4 — Importar el esquema: Importar el archivo SQL con la estructura de tablas y datos iniciales:

```
mysql -u root -p bcfexa_db < bcfexa_estructura.sql
```

Paso 5 — Configurar permisos: Asignar permisos de escritura a la carpeta de uploads para permitir la carga de archivos PDF:

```
chmod 755 /var/www/html/bcfexa/uploads/pdf/
chown www-data:www-data /var/www/html/bcfexa/uploads/pdf/
```

Paso 6 — Configurar conn.php: Editar el archivo config/conn.php con los datos de conexión correctos según el entorno.

Paso 7 — Verificar la instalación: Abrir el navegador y acceder a la dirección del servidor. Si el sistema muestra el formulario de login la instalación fue exitosa.

B.6 Estructura de la Base de Datos

El sistema utiliza las siguientes tablas principales en MySQL:

Tabla	**Descripción**
actividad	Tabla principal con todos los datos de cada actividad de extensión
tipo_actividad	Tipos documentales disponibles en el sistema
organizacion	Organizaciones externas vinculadas a las actividades
detalle_actividad_organizacion	Relación entre actividades y organizaciones
persona	Personas intervinientes en las actividades
detalle_persona_actividad	Relación entre personas, roles y actividades
unidad_ejecutora	Unidades ejecutoras de la FCEFN
detalle_actividad_unidad	Relación entre actividades y unidades ejecutoras
moneda_inversion	Tipos de moneda disponibles
ubicacion_archivo	Datos de ubicación física y digital de los documentos
informe	Informes generados por el sistema
tipo_informe	Tipos de informe disponibles
rol	Roles asignables a las personas intervinientes
usuarios	Usuarios del sistema con sus credenciales y roles

B.7 Mantenimiento y Respaldo

Respaldo de la base de datos: Se recomienda realizar respaldos periódicos de la base de datos mediante el siguiente comando:

```
mysqldump -u root -p bcfexa_db > backup_bcfexa_$(date +%Y%m%d).sql
```

Respaldo de archivos PDF: Los archivos PDF cargados se almacenan en la carpeta uploads/pdf/. Se recomienda incluir esta carpeta en el proceso de respaldo periódico del servidor.

Actualización del sistema: Para actualizar el sistema reemplazar los archivos modificados manteniendo intacto el archivo config/conn.php y la carpeta uploads/pdf/ para preservar la configuración y los archivos existentes.

B.8 Consideraciones de Seguridad

Para garantizar la seguridad del sistema en producción se recomienda:

- Utilizar conexiones HTTPS mediante certificado SSL para cifrar la comunicación entre el cliente y el servidor.
- Cambiar las credenciales por defecto del usuario administrador en el primer inicio de sesión.
- Restringir el acceso a la carpeta config/ mediante reglas en el archivo .htaccess de Apache.
- Realizar actualizaciones periódicas de PHP y MySQL para mantener el sistema protegido contra vulnerabilidades conocidas.
- Implementar un sistema de logs que registre los accesos y operaciones realizadas sobre el sistema.

B.9 Controles de seguridad de la versión documentada

Esta sección revisa los controles pedidos para la versión descripta en el trabajo. El estado se asigna solo cuando hay un fragmento o un caso de prueba que lo sostiene. Donde no hay evidencia, el control se declara pendiente y no se afirma su cumplimiento.

Control	Estado	Qué muestra el trabajo
Consultas preparadas	Pendiente	Los fragmentos F.3 y F.4 usan real_escape_string e interpolación de cadenas. F.5 usa intval en el identificador. No aparece mysqli::prepare.
Almacenamiento seguro de contraseñas	No evidenciado	Ningún fragmento muestra password_hash ni password_verify. El cambio de contraseña solo se ejercitó en CP20, desde la interfaz.
Validaciones del lado del servidor	Parcial	F.3 controla tamaño y extensión del archivo y escapa cadenas. La validación de fechas y de organización principal mostrada en F.6 corre en el navegador.
Sesiones y permisos	Parcial	La sección 6.2 indica que cada script verifica la sesión y los permisos. CP21 y CP22 observan la redirección al login y el rechazo de un usuario deshabilitado. No se incluye el código de sesión.
Validación segura de PDF	Parcial	Se controlan la extensión y el tope de 10 MB (CP06, CP07 y F.3). No se verifica el tipo MIME ni el contenido del archivo.
Tratamiento de errores	Insuficiente	F.2 y F.3 usan die() y muestran $conn->error. Ese mensaje puede revelar información interna y no constituye una página de error controlada.

En consecuencia, RNF04 y RNF06 no se dan por cumplidos. Las recomendaciones de la sección B.8 (HTTPS, cambio de credenciales iniciales, restricción de config/ y registro de operaciones) siguen siendo pendientes de producción, no controles ya verificados.

Anexo C — Glosario de Términos

El presente glosario define los términos técnicos e institucionales utilizados a lo largo del presente trabajo, con el objetivo de facilitar la comprensión del documento para lectores con distintos niveles de familiaridad con los conceptos involucrados.

Término	Definición
Acta	Documento formal que registra acuerdos, compromisos o acciones realizadas entre dos o más partes en el marco de una actividad de extensión universitaria.
Actividad de extensión	Acción institucional desarrollada por la Secretaría de Extensión de la FCEFN-UNSJ que vincula a la Facultad con organizaciones externas mediante convenios, actas u otros instrumentos documentales.
AJAX (Asynchronous JavaScript and XML)	Técnica de desarrollo web que permite actualizar partes de una página sin necesidad de recargar completamente, mejorando la experiencia del usuario.
Apache	Servidor web de código abierto ampliamente utilizado en entornos de producción para alojar aplicaciones web desarrolladas en PHP.
API (Application Programming Interface)	Interfaz que permite la comunicación entre distintos sistemas o componentes de software mediante un conjunto de reglas y protocolos definidos.
Arquitectura LAMP	Conjunto de tecnologías de código abierto compuesto por Linux, Apache, MySQL y PHP, utilizado como base para el desarrollo y despliegue de aplicaciones web institucionales.
Bootstrap	Framework de diseño web que proporciona componentes visuales predefinidos y un sistema de grilla responsivo para el desarrollo de interfaces de usuario compatibles con distintos dispositivos.
Cardinalidad	En el contexto del modelado de datos, indica la cantidad de instancias de una entidad que pueden relacionarse con instancias de otra entidad (1:1, 1:N, N:M).
Ciclo de vida documental	Conjunto de etapas que atraviesa un documento desde su creación hasta su disposición final, incluyendo captura, clasificación, uso, mantenimiento y archivo.
Clave foránea (FK)	Atributo de una tabla de base de datos que referencia la clave primaria de otra tabla, estableciendo una relación entre ambas y garantizando la integridad referencial.
Clave primaria (PK)	Atributo o conjunto de atributos que identifican de manera única cada registro en una tabla de base de datos.
Convenio	Acuerdo formal entre la FCEFN-UNSJ y una organización externa que establece los términos y condiciones de una colaboración institucional.

Término	Definición
DataTables	Plugin de jQuery que permite transformar tablas HTML estáticas en tablas dinámicas con funcionalidades de búsqueda, filtrado y paginación integradas.
Diagrama de clases	Representación gráfica de la estructura estática de un sistema orientado a objetos, mostrando las clases, sus atributos y las relaciones entre ellas.
Diagrama de secuencia	Representación gráfica que muestra la interacción entre objetos o componentes de un sistema a lo largo del tiempo, describiendo el flujo de mensajes entre ellos.
ERS (Especificación de Requisitos del Sistema)	Documento formal que describe de manera detallada las funcionalidades que debe proveer un sistema y las restricciones bajo las cuales debe operar.
FCEFN	Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan.
FPDF	Biblioteca PHP de código abierto que permite generar documentos en formato PDF directamente desde el servidor, sin depender de servicios externos.
Gestión documental	Conjunto de procesos y tecnologías orientados a la organización, almacenamiento, recuperación y disposición de documentos institucionales de manera eficiente y controlada.
Historia de usuario	En metodologías ágiles, descripción breve de una funcionalidad del sistema desde la perspectiva del usuario final, siguiendo el formato: Como [rol] quiero [acción] para [beneficio].
Integridad referencial	Propiedad de una base de datos relacional que garantiza que las relaciones entre tablas sean consistentes, evitando referencias a registros inexistentes.
ISO	Organización Internacional de Normalización, entidad que desarrolla y publica estándares internacionales en diversas áreas, incluyendo gestión documental y seguridad de la información.
jQuery	Biblioteca de JavaScript que simplifica la manipulación del DOM, el manejo de eventos y las peticiones AJAX en aplicaciones web.
Legado	En el contexto de sistemas de información, hace referencia a un sistema o tecnología anterior que es reemplazado por una solución más moderna, pero cuya información debe ser migrada o considerada en el nuevo diseño.
Modelo incremental	Metodología de desarrollo de software que construye el sistema en etapas sucesivas, entregando funcionalidades de manera progresiva y permitiendo validación continua con el usuario.
Modelo Entidad-Relación (MER)	Representación gráfica de las entidades de un sistema y las relaciones entre ellas, incluyendo cardinalidad y claves, utilizada como base para el diseño de la base de datos.

Término	Definición
Script de Transacción (Transaction Script)	Patrón de diseño de aplicaciones empresariales en el cual cada caso de uso se implementa como un procedimiento lineal que recibe la entrada, aplica la lógica de negocio, accede a los datos y genera la salida. En PORTEX se concreta como scripts PHP autónomos (arquitectura guiada por páginas, sobre un despliegue cliente-servidor). Las carpetas models, views y controllers organizan los archivos y no convierten al sistema en un framework MVC.
MySQL	Sistema de gestión de bases de datos relacionales de código abierto, ampliamente utilizado en aplicaciones web por su rendimiento, estabilidad y compatibilidad con PHP.
Normalización	Proceso de organización de una base de datos relacional para reducir la redundancia y mejorar la integridad de los datos, aplicando reglas formales conocidas como formas normales.
PHP (Hypertext Preprocessor)	Lenguaje de programación de servidor ampliamente utilizado para el desarrollo de aplicaciones web dinámicas, especialmente en combinación con MySQL y Apache.
PORTEX	Nombre del proyecto institucional (Portal de Extensión) definido en la Ordenanza N°6- 2024 de la FCEFN-UNSJ, en cuyo marco se desarrolló el sistema PORTEX. En el código, el directorio de instalación y la base de datos, el mismo sistema se identifica como bcfexa (base bcfexa_db). En la redacción se usa PORTEX; bcfexa se reserva para rutas, comandos y el nombre de la base.
Requisito funcional	Descripción de una funcionalidad específica que el sistema debe proveer para satisfacer las necesidades del usuario.
Requisito no funcional	Descripción de una cualidad o restricción de calidad que el sistema debe cumplir, como rendimiento, seguridad, usabilidad o compatibilidad.
Select2	Plugin de jQuery que mejora los selectores de opciones HTML con funcionalidades de búsqueda en tiempo real y carga dinámica de datos mediante AJAX.
Secretaría de Extensión	Dependencia administrativa de la FCEFN-UNSJ responsable de gestionar las actividades de vinculación entre la Facultad y el medio social, productivo e institucional.
Transformación digital	Proceso de integración de tecnologías digitales en todas las áreas de una organización, modificando fundamentalmente su operación y la forma en que genera valor.
Unidad ejecutora	Departamento, instituto o área interna de la FCEFN-UNSJ responsable de la ejecución operativa de una actividad de extensión.
UNSJ	Universidad Nacional de San Juan.

Término	Definición
Usabilidad	Atributo de calidad de un sistema interactivo que mide la facilidad con la que los usuarios pueden alcanzar sus objetivos de manera efectiva, eficiente y satisfactoria.

Anexo D — Cronograma de Desarrollo

El siguiente cronograma refleja las etapas reales de desarrollo del sistema PORTEX a lo largo del proyecto:

Etapa	Actividad	Período
1	Relevamiento y entrevista con Secretaría de Extensión	Marzo 2024
2	Análisis de requisitos y modelado conceptual	Abril 2024
3	Diseño de base de datos y arquitectura del sistema	Mayo 2024
4	Incremento 1: Estructura base y autenticación	Junio 2024
5	Incremento 2: Gestión de entidades base	Julio 2024
6	Incremento 3: Registro y gestión de actividades	Agosto - Septiembre 2024
7	Incremento 4: Módulo de informes y reportes PDF	Octubre 2024
8	Incremento 5: Validación, ajustes y cierre	Noviembre - Diciembre 2024
9	Redacción del trabajo final	Enero - Abril 2025
10	Revisión y corrección con tutores	Marzo - Abril 2026
11	Presentación final	Abril 2026

Anexo E — Casos de Prueba

E.1 Introducción

El presente anexo documenta 22 casos de prueba ejecutados sobre funcionalidades del sistema PORTEX. El resultado de esos casos no se extiende al conjunto de requisitos funcionales y no funcionales de la sección 4. Las pruebas fueron realizadas durante el Incremento 5 del desarrollo, en colaboración con la Sra. Patricia Asunto, Secretaria de Extensión de la FCEFN-UNSJ.

Se adoptó un enfoque de pruebas funcionales de caja negra, evaluando el comportamiento del sistema desde la perspectiva del usuario final sin considerar la implementación interna. Para cada caso se registró el requisito asociado, la precondición, los pasos ejecutados, el resultado esperado y el resultado obtenido, sintetizados en las tablas a continuación.

E.2 Casos de Prueba — Autenticación

ID	Caso	Precondición	Pasos resumidos	Resultado esperado	Resultado
CP01	Login con credenciales válidas	Usuario existe y está habilitado	Ingresar usuario y contraseña válidos	Redirige al panel principal según perfil	Conforme
CP02	Login con credenciales inválidas	Usuario ingresa datos incorrectos	Ingresar usuario/contraseña erróneos	Muestra error y no permite acceso	Conforme
CP03	Acceso con usuario deshabilitado	Usuario existe pero está deshabilitado	Ingresar credenciales de usuario deshabilitado	Deniega acceso con mensaje informativo	Conforme

Requisitos asociados: RF01 (CP-01, CP-02), RF01/RF17 (CP-03).

E.3 Casos de Prueba — Registro de Actividades

ID	Caso	Precondición	Pasos resumidos	Resultado esperado	Resultado
CP04	Registro con datos completos	Admin autenticado; entidades base cargadas	Completar campos obligatorios, adjuntar PDF válido, Guardar	Registra actividad y muestra éxito	Conforme
CP05	Registro sin campos obligatorios	Admin autenticado	Dejar campos obligatorios vacíos, Guardar	Muestra validaciones y no registra	Conforme

ID	Caso	Precondición	Pasos resumidos	Resultado esperado	Resultado
CP06	Carga de PDF mayor a 10 MB	Admin autenticado	Adjuntar PDF >10 MB	Rechaza archivo, indica límite de tamaño	Conforme
CP07	Carga de archivo no permitido	Admin autenticado	Adjuntar archivo Word/imagen	Rechaza archivo, exige formato PDF	Conforme

Requisitos asociados: RF03 (CP-04, CP-05), RF03/RNF11 (CP-06, CP-07).

E.4 Casos de Prueba — Edición de Actividades

ID	Caso	Precondición	Pasos resumidos	Resultado esperado	Resultado
CP08	Edición de actividad existente	Actividad ya registrada	Editar campos y Actualizar	Actualiza datos y confirma	Conforme
CP09	Actualización de PDF en actividad existente	Actividad con PDF asociado	Cargar nuevo PDF y Actualizar	Reemplaza archivo y confirma	Conforme

Requisito asociado: RF04.

E.5 Casos de Prueba — Búsqueda Avanzada

ID	Caso	Precondición	Pasos resumidos	Resultado esperado	Resultado
CP10	Búsqueda por texto completo	Actividades registradas	Ingresar ≥3 caracteres, Enter	Muestra registros coincidentes	Conforme
CP11	Filtrado por fecha de inicio	Actividades con distintas fechas	Ingresar prefijo FI+año (ej. FI2023)	Muestra actividades del año indicado	Conforme
CP12	Búsqueda sin resultados	Criterio sin coincidencias	Ingresar texto	Muestra listado vacío con aviso	Conforme

ID	Caso	Precondición	Pasos resumidos	Resultado esperado	Resultado
			inexistente		

Requisito asociado: RF05.

E.6 Casos de Prueba — Gestión de Entidades

ID	Caso	Precondición	Pasos resumidos	Resultado esperado	Resultado
CP13	Alta de organización	Admin autenticado	Completar nombre, Registrar	Queda disponible para vincular	Conforme
CP14	Alta de persona	Admin autenticado	Completar nombre, documento, rol, Registrar	Queda disponible para asignar	Conforme
CP15	Alta de unidad ejecutora	Admin autenticado	Completar nombre, Registrar	Queda disponible para vincular	Conforme

Requisitos asociados: RF06 (CP-13), RF07 (CP-14), RF08 (CP-15).

E.7 Casos de Prueba — Módulo de Informes

ID	Caso	Precondición	Pasos resumidos	Resultado esperado	Resultado
CP16	Informe por Unidad Ejecutora	Actividades asociadas a la unidad	Seleccionar unidad, Ver Informe	Descarga PDF con actividades de la unidad	Conforme
CP17	Informe por Organización	Actividades asociadas a la organización	Seleccionar organización, Ver Informe	Descarga PDF con actividades de la organización	Conforme
CP18	Informe de actividades a renovar	Actividades próximas a vencer	Ver Informe en sección renovaciones	Genera PDF con listado a renovar	Conforme

ID	Caso	Precondición	Pasos resumidos	Resultado esperado	Resultado
CP19	Estadística por año	Actividades del año seleccionado	Seleccionar año, Ver Informe	Genera PDF con estadística del año	Conforme

Requisitos asociados: RF11 (CP-16), RF12 (CP-17), RF13 (CP-18), RF14 (CP-19).

E.8 Casos de Prueba — Seguridad y Acceso

ID	Caso	Precondición	Pasos resumidos	Resultado esperado	Resultado
CP20	Cambio de contraseña	Usuario autenticado	Ingresar contraseña actual y nueva, Actualizar	Actualiza contraseña y confirma	Conforme
CP21	Acceso a URL sin autenticación	Usuario no autenticado	Ingresar URL de sección protegida	Redirige a login sin mostrar contenido	Conforme
CP22	Habilitación/ deshabilitación de usuario	Admin autenticado; usuario existente	Deshabilitar usuario e intentar login	Deniega acceso al usuario deshabilitado	Conforme

Requisitos asociados: RF10 (CP-20), RF01/RNF04 (CP-21), RF17 (CP-22).

E.9 Resumen de Resultados

Total de casos	Conformes	No conformes	% Conformidad
22	22	0	100%

El 100 % de conformidad (22 casos conformes sobre 22 ejecutados) corresponde exclusivamente a los casos de este anexo. No representa el cumplimiento de todos los requisitos funcionales y no funcionales de la sección 4.

E.10 Cobertura respecto de los requisitos

Requisito	**Casos**	**Verificación**
RF01 Autenticación	CP01, CP02, CP21	Cubierto en los casos ejecutados
RF02 Roles y permisos	—	No verificado. CP01 solo observa la redirección según perfil
RF03 Registro de actividad	CP04 a CP07	Cubierto en los casos ejecutados
RF04 Edición	CP08, CP09	Cubierto en los casos ejecutados
RF05 Búsqueda	CP10 a CP12	Cubierto en los casos ejecutados
RF06 Organizaciones	CP13	Solo el alta
RF07 Personas	CP14	Solo el alta
RF08 Unidades ejecutoras	CP15	Solo el alta
RF09 Tipos de actividad	—	No verificado
RF10 Cambio de contraseña	CP20	Cubierta la operación en interfaz. No el almacenamiento seguro
RF11 a RF14 Informes	CP16 a CP19	Cubiertos en los casos ejecutados
RF15 Ver PDF	—	No verificado con un caso propio
RF16 Panel de estadísticas	—	No verificado
RF17 Habilitar usuarios	CP03, CP22	Cubierto en los casos ejecutados
RF18 Trazabilidad	—	Parcialmente cumplido en el diseño. No verificado. La auditoría está pendiente
RNF01 Usabilidad	—	Sin prueba formal. El Anexo G es una percepción de una usuaria
RNF02 Rendimiento	—	No medido
RNF03 Disponibilidad	—	No medido

RNF04 Seguridad	CP21	Parcial. Ver sección B.9
RNF05 Confidencialidad	—	No verificada por rol
RNF06 Integridad y auditoría	—	Pendiente. No hay registro de cambios
RNF07 Compatibilidad	—	No verificada en la matriz de navegadores
RNF08 Escalabilidad	—	No verificada
RNF09 Mantenibilidad	—	No verificada
RNF10 Portabilidad	—	No verificada
RNF11 Tamaño de PDF	CP06, CP07	Cubierto el límite y la extensión
RNF12 Accesibilidad	—	No verificada frente a WCAG 2.1

E.11 Casos definidos y no ejecutados

Los casos siguientes se incorporan para dejar explícitos los requisitos principales que los 22 casos no cubren. No fueron ejecutados en la evidencia disponible de este trabajo, por lo que su resultado no se informa como conforme.

ID	**Requisito**	**Qué habría que observar**	**Resultado**
CP23	RF02	Ingresar con dos perfiles distintos y comprobar que cada uno solo accede a sus funciones	No ejecutado
CP24	RF09	Alta y uso de un tipo de actividad en el registro	No ejecutado
CP25	RF15	Abrir el PDF asociado a una actividad ya registrada	No ejecutado
CP26	RF16	Contrastar los totales del panel con los registros del mes	No ejecutado
CP27	RF18	Modificar una actividad y buscar el historial de usuario, fecha y tipo de cambio	No ejecutado. El historial de auditoría no está implementado

CP28	RNF02	Medir el tiempo de una búsqueda bajo uso normal, con umbral de 3 segundos	No ejecutado. No hay instrumento de medición

Anexo F — Fragmentos de Código Fuente Relevante

F.1 Introducción

El presente anexo presenta los fragmentos de código fuente más representativos del sistema PORTEX, seleccionados por su relevancia técnica y su capacidad para ilustrar las decisiones de diseño e implementación adoptadas durante el desarrollo. El repositorio institucional referido es https://github.com/idei. La versión comentada en este anexo es la de los fragmentos F.2 a F.6. No se consigna el repositorio particular ni el commit de la versión evaluada. Video demostrativo: https://drive.google.com/file/d/1T0_C5rbycYez4RQAeoQTVXs6IOGNZGPT/view?usp=sharing.

F.2 Configuración de Conexión a la Base de Datos

El archivo conn.php centraliza la configuración de conexión a la base de datos MySQL (bcfexa_db), siguiendo el principio de centralización de la configuración. El fragmento corresponde a un entorno local e ilustra la conexión; no constituye una configuración segura de producción y no evidencia cómo se almacenan las contraseñas de los usuarios del sistema. Al concentrar los parámetros de conexión en un único archivo, cualquier cambio (host, usuario, contraseña o nombre de base de datos) se aplica automáticamente a todo el sistema sin necesidad de modificar múltiples archivos.

```php
<?php
// config/conn.php
// Parámetros de conexión a la base de datos MySQL
$host     = "localhost";
$user     = "root";
$password = "";
$database = "bcfexa_db";

// Instancia de conexión mediante MySQLi
$conn = new mysqli($host, $user, $password, $database);

// Verificación de conexión
if ($conn->connect_error) {
    die("Error de conexión: " . $conn->connect_error);
}

// Configuración de charset UTF-8 para soporte de caracteres especiales
$conn->set_charset("utf8");
?>
```

F.3 Script de Transacción — Registro de Nueva Actividad

El siguiente fragmento ilustra el script de registro de una actividad. La consulta se arma por interpolación de cadenas después de real_escape_string e intval: no es una sentencia preparada. La validación del PDF controla la extensión y el tamaño máximo de 10 MB; no verifica el tipo MIME ni el contenido del archivo. Los errores se informan con die() o con el mensaje interno de MySQL, lo que puede exponer detalles de la base de datos. La validación de fechas del Anexo F.6 se ejecuta en el navegador.

```php
<?php
// controllers/actividad_controller.php
require_once '../config/conn.php';
if ($_SERVER['REQUEST_METHOD'] === 'POST') {
    // Sanitización de datos del formulario
    $nro_resolucion    = $conn->real_escape_string($_POST['nro_resolucion']);
    $nro_expediente    = $conn->real_escape_string($_POST['nro_expediente']);
    $nro_convenio      = $conn->real_escape_string($_POST['nro_convenio']);
    $fecha_inicio      = $conn->real_escape_string($_POST['fecha_inicio']);
    $fecha_fin         = $conn->real_escape_string($_POST['fecha_fin']);
    $titulo            = $conn->real_escape_string($_POST['titulo']);
    $objeto            = $conn->real_escape_string($_POST['objeto']);
    $tipo_actividad_id = intval($_POST['tipo_actividad_id']);
    $plazo_renovacion  = intval($_POST['plazo_renovacion']);
    $id_moneda         = intval($_POST['id_moneda']);

    // Procesamiento del archivo PDF
    $archivo_digital = "";
    if (isset($_FILES['archivo_pdf']) && $_FILES['archivo_pdf']['error'] === 0) {
        $max_size = 10 * 1024 * 1024; // 10 MB
        $extension = pathinfo($_FILES['archivo_pdf']['name'], PATHINFO_EXTENSION);

        if ($_FILES['archivo_pdf']['size'] > $max_size) {
            die("Error: El archivo supera el tamaño máximo permitido de 10 MB.");
        }

        if (strtolower($extension) !== 'pdf') {
            die("Error: Solo se permiten archivos en formato PDF.");
        }

        $nombre_archivo = uniqid('doc_') . '.' . $extension;
        $ruta_destino   = '../uploads/pdf/' . $nombre_archivo;

        if (move_uploaded_file($_FILES['archivo_pdf']['tmp_name'], $ruta_destino)) {
            $archivo_digital = $nombre_archivo;
        }
    }

    // Inserción en la base de datos
    $sql = "INSERT INTO actividad (
                NroResolucion, NroExpediente, NroConvenioMarco,
                Fecha_Inicio, Fecha_Fin, Titulo, Objeto,
```

```
                TipoActividad, Plazo_Renovacion, Id_Moneda,
                ArchivoPDF
            ) VALUES (
                '$nro_resolucion', '$nro_expediente', '$nro_convenio',
                '$fecha_inicio', '$fecha_fin', '$titulo', '$objeto',
                $tipo_actividad_id, $plazo_renovacion, $id_moneda,
                '$archivo_digital'
            )";

    if ($conn->query($sql)) {
        $id_actividad = $conn->insert_id;
        // Redirigir con mensaje de éxito
        header("Location: ../views/actividad/lista.php?msg=success&id=$id_actividad");
        exit();
    } else {
        echo "Error al registrar la actividad: " . $conn->error;
    }
}
?>
```

F.4 Consulta de Búsqueda Avanzada

El siguiente fragmento ilustra la implementación de la búsqueda avanzada con soporte para texto completo y filtrado por fecha, uno de los requisitos funcionales más importantes del sistema (RF05).

```
<?php
// Búsqueda avanzada de actividades
require_once '../config/conn.php';

$busqueda = isset($_GET['search']) ?
            $conn->real_escape_string($_GET['search']) : '';
$where    = "WHERE 1=1";

if (!empty($busqueda)) {
    // Detección de filtro por fecha de inicio (prefijo FI)
    if (strpos(strtoupper($busqueda), 'FI') === 0) {
        $anio   = substr($busqueda, 2);
        $where .= " AND YEAR(a.Fecha_Inicio) = '$anio'";

    // Detección de filtro por fecha de fin (prefijo FF)
    } elseif (strpos(strtoupper($busqueda), 'FF') === 0) {
        $anio   = substr($busqueda, 2);
        $where .= " AND YEAR(a.Fecha_Fin) = '$anio'";

    // Búsqueda por texto completo en múltiples campos
    } else {
        $where .= " AND (
            a.Titulo            LIKE '%$busqueda%' OR
            a.NroResolucion     LIKE '%$busqueda%' OR
            a.NroExpediente     LIKE '%$busqueda%' OR
            ta.Nombre           LIKE '%$busqueda%' OR
```

```
            o.Nombre            LIKE '%$busqueda%' OR
            ue.Departamento     LIKE '%$busqueda%'
        )";
    }
}

// Consulta principal con JOINs para obtener datos relacionados
$sql = "SELECT
            a.ID_Actividad,
            a.Fecha_Inicio,
            a.Fecha_Fin,
            a.NroResolucion,
            ta.Nombre  AS TipoActividad,
            ue.Departamento AS UnidadEjecutora,
            o.Nombre   AS Organizacion
        FROM actividad a
        LEFT JOIN tipo_actividad ta ON a.TipoActividad = ta.ID_TipoActividad
        LEFT JOIN detalle_actividad_unidad dau ON a.ID_Actividad = dau.Actividad
        LEFT JOIN unidad_ejecutora ue ON dau.UnidadEjecutora = ue.ID_UnidadEjecutora
        LEFT JOIN detalle_actividad_organizacion dao ON a.ID_Actividad = dao.Actividad
        LEFT JOIN organizacion o ON dao.Organizacion = o.ID_Organizacion
        $where
        ORDER BY a.Fecha_Inicio DESC";

$resultado = $conn->query($sql);
?>
```

F.5 Generación de Informe PDF con FPDF

El siguiente fragmento ilustra la implementación del módulo de generación de informes en formato PDF utilizando la biblioteca FPDF, correspondiente al requisito funcional RF11.

```
<?php
// controllers/informe_controller.php
require_once '../config/conn.php';
require_once '../fpdf/fpdf.php';

$id_unidad = intval($_GET['id_unidad']);

// Consulta de actividades por unidad ejecutora
$sql = "SELECT
            a.Titulo,
            a.NroResolucion,
            a.Fecha_Inicio,
            a.Fecha_Fin,
            ta.Nombre AS TipoActividad,
            o.Nombre  AS Organizacion
        FROM actividad a
        LEFT JOIN tipo_actividad ta ON a.TipoActividad = ta.ID_TipoActividad
        LEFT JOIN detalle_actividad_unidad dau ON a.ID_Actividad = dau.Actividad
        LEFT JOIN detalle_actividad_organizacion dao ON a.ID_Actividad = dao.Actividad
        LEFT JOIN organizacion o ON dao.Organizacion = o.ID_Organizacion
        WHERE dau.UnidadEjecutora = $id_unidad
```

```
        ORDER BY a.Fecha_Inicio DESC";

$resultado = $conn->query($sql);

// Instancia de FPDF y configuración del documento
$pdf = new FPDF('L', 'mm', 'A4');
$pdf->AddPage();
$pdf->SetFont('Arial', 'B', 14);

// Encabezado del informe
$pdf->SetFillColor(122, 158, 192);
$pdf->SetTextColor(255, 255, 255);
$pdf->Cell(0, 12,
    'INFORME DE ACTIVIDADES POR UNIDAD EJECUTORA - FCEFN UNSJ',
    1, 1, 'C', true);

$pdf->SetFont('Arial', '', 10);
$pdf->SetTextColor(0, 0, 0);
$pdf->Cell(0, 8,
    'Fecha de generacion: ' . date('d/m/Y H:i'),
    0, 1, 'R');
$pdf->Ln(4);

// Encabezados de columnas de la tabla
$pdf->SetFont('Arial', 'B', 10);
$pdf->SetFillColor(214, 234, 248);
$pdf->Cell(70, 8, 'Titulo',          1, 0, 'C', true);
$pdf->Cell(25, 8, 'Resolucion',      1, 0, 'C', true);
$pdf->Cell(28, 8, 'Fecha Inicio',    1, 0, 'C', true);
$pdf->Cell(28, 8, 'Fecha Fin',       1, 0, 'C', true);
$pdf->Cell(50, 8, 'Tipo Actividad',  1, 0, 'C', true);
$pdf->Cell(66, 8, 'Organizacion',    1, 1, 'C', true);

// Datos del informe
$pdf->SetFont('Arial', '', 9);
while ($fila = $resultado->fetch_assoc()) {
    $pdf->Cell(70, 7, utf8_decode($fila['Titulo']),        1);
    $pdf->Cell(25, 7, $fila['NroResolucion'],              1);
    $pdf->Cell(28, 7, date('d/m/Y',
                strtotime($fila['Fecha_Inicio'])),         1, 0, 'C');
    $pdf->Cell(28, 7, date('d/m/Y',
                strtotime($fila['Fecha_Fin'])),            1, 0, 'C');
    $pdf->Cell(50, 7, utf8_decode($fila['TipoActividad']), 1);
    $pdf->Cell(66, 7, utf8_decode($fila['Organizacion']),  1, 1);
}

// Pie de página
$pdf->Ln(6);
$pdf->SetFont('Arial', 'I', 8);
$pdf->Cell(0, 6,
    'Sistema PORTEX - Secretaria de Extension FCEFN-UNSJ',
    0, 1, 'C');

// Envío del PDF al navegador para descarga
$pdf->Output('D', 'informe_unidad_' . $id_unidad . '.pdf');
exit();
```

```
?>
```

F.6 Implementación de AJAX para Carga Dinámica

El siguiente fragmento ilustra la implementación de peticiones AJAX con jQuery para la carga dinámica de opciones en los selectores del formulario de nueva actividad, mejorando la experiencia del usuario sin recargar la página.

```
javascript
// assets/js/actividad.js
$(document).ready(function() {

    // Inicialización de Select2 para búsqueda en selectores
    $('#organizacion_principal').select2({
        placeholder: 'Buscar organización...',
        allowClear: true,
        ajax: {
            url: '../controllers/organizacion_search.php',
            dataType: 'json',
            delay: 250,
            data: function(params) {
                return { q: params.term };
            },
            processResults: function(data) {
                return { results: data };
            }
        }
    });

    // Carga dinámica de responsables al seleccionar organización
    $('#organizacion_principal').on('change', function() {
        var id_org = $(this).val();
        if (id_org) {
            $.ajax({
                url: '../controllers/persona_por_org.php',
                type: 'GET',
                data: { id_organizacion: id_org },
                success: function(response) {
                    $('#responsable_principal').html(response);
                    $('#responsable_principal').trigger('change');
                }
            });
        }
    });

    // Validación del formulario antes de enviar
    $('#form_nueva_actividad').on('submit', function(e) {
        var fecha_inicio = new Date($('#fecha_inicio').val());
        var fecha_fin    = new Date($('#fecha_fin').val());

        if (fecha_fin <= fecha_inicio) {
            e.preventDefault();
```

```
            alert('La fecha de fin debe ser posterior a la fecha de inicio.');
            return false;
        }

        // Verificar que se haya seleccionado organización principal
        if (!$('#organizacion_principal').val()) {
            e.preventDefault();
            alert('Debe seleccionar al menos una Organización Principal.');
            return false;
        }
    });
});
```

Anexo G — Encuesta de Satisfacción de Usuario

G.1 Introducción

Se realizó una prueba piloto con una sola participante, a fin de recoger una primera valoración del sistema PORTEX. No se trata de una evaluación con una muestra de usuarios ni sus resultados pueden generalizarse al personal de la Secretaría.

La participante fue la Sra. Patricia Asunto, Secretaria de Extensión de la FCEFN-UNSJ, usuaria clave del proyecto. La prueba se aplicó luego de una sesión de demostración y uso del sistema en su entorno de trabajo, durante el Incremento 5.

G.2 Instrumento de Evaluación

Se utilizó una escala de valoración de 1 a 5, donde:

Valor	Descripción
1	Muy insatisfecho
2	Insatisfecho
3	Neutral
4	Satisfecho
5	Muy satisfecho

G.3 Cuestionario Aplicado

Sección 1 — Usabilidad e Interfaz

N°	Pregunta	Valoración
1	¿La interfaz del sistema es fácil de entender y navegar?	5
2	¿Los formularios de carga de datos son claros y completos?	5
3	¿Los mensajes de error y confirmación son comprensibles?	4
4	¿El sistema es visualmente agradable y ordenado?	5
5	¿La búsqueda avanzada es fácil de utilizar?	5

Sección 2 — Funcionalidades

N°	Pregunta	Valoración
6	¿El sistema permite registrar todos los tipos de documentos que la Secretaría gestiona?	5
7	¿El módulo de búsqueda permite localizar documentos de manera rápida y precisa?	5
8	¿Los informes generados en PDF contienen la información necesaria?	4
9	¿El sistema permite gestionar organizaciones, personas y unidades ejecutoras de manera adecuada?	5
10	¿Las estadísticas del panel principal son útiles para la toma de decisiones?	4

Sección 3 — Rendimiento y Seguridad

N°	Pregunta	Valoración
11	¿El sistema responde con rapidez a las consultas y búsquedas?	5
12	¿El sistema de login y control de acceso le genera confianza?	5
13	¿La carga y visualización de archivos PDF funciona correctamente?	5

Sección 4 — Comparación con el sistema anterior

N°	Pregunta	Valoración
14	¿El sistema PORTEX representa una mejora respecto al uso de hojas de cálculo Excel?	5
15	¿Recomendaría el uso de este sistema a otras secretarías de la Facultad?	5

G.4 Preguntas Abiertas y Respuestas

Pregunta 1: ¿Qué aspectos del sistema considera más valiosos para la gestión de la Secretaría de Extensión?

Respuesta: "La posibilidad de buscar convenios y actas de manera rápida es muy importante. Antes había que revisar el archivo Excel fila por fila para encontrar un documento, y ahora con escribir unas letras ya aparece. También resulta muy útil el módulo de informes porque antes los reportes se armaban manualmente."

Pregunta 2: ¿Encontró alguna dificultad durante el uso del sistema?

Respuesta: "Al principio costó entender el formato de búsqueda por fecha con FI y FF, pero una vez aprendido es muy práctico. Sería bueno que eso estuviera explicado en la misma pantalla."

Pregunta 3: ¿Qué funcionalidad agregaría o mejoraría en el sistema?

Respuesta: "Sería útil que el sistema pudiera enviar un aviso por correo electrónico cuando una actividad está próxima a vencer, para no tener que revisar el informe de renovaciones manualmente."

Pregunta 4: ¿Considera que el sistema está listo para ser utilizado en el trabajo diario de la Secretaría?

Respuesta: "Sí, definitivamente. Es un sistema completo y fácil de usar que va a mejorar la forma de trabajar con los convenios y las actas."

G.5 Análisis de Resultados

Valoración de la usuaria piloto por sección (una participante):

Sección	**Puntaje Promedio**
Usabilidad e Interfaz	4.8 / 5
Funcionalidades	4.6 / 5
Rendimiento y Seguridad	5.0 / 5
Comparación con sistema anterior	5.0 / 5
Promedio general	**4.8 / 5**

La valoración de la usuaria piloto alcanza 4.8 sobre 5. Ese número resume las respuestas de una sola persona. No indica satisfacción del personal de la Secretaría ni demuestra que el sistema cumpla los requisitos de usabilidad.

La usuaria asignó la valoración máxima a la rapidez percibida, a la confianza que le genera el acceso y a la comparación con Excel. Esas puntuaciones expresan su percepción. No son mediciones de rendimiento ni una evaluación de seguridad. Las áreas con mayor oportunidad de mejora identificadas a partir de las respuestas abiertas son la incorporación de notificaciones automáticas por correo electrónico ante vencimientos de actividades y la mejora en la indicación del formato de búsqueda por fecha en la interfaz, ambas contempladas como trabajos futuros en la sección 7.2 del presente trabajo.

La respuesta de la usuaria piloto indica que, desde su perspectiva, el sistema podría utilizarse en el trabajo diario. Se trata de la opinión de una participante y constituye un aporte dentro del proceso de transformación digital de la Secretaría. No valida por sí sola el objetivo general ni permite afirmar que ese proceso esté concluido.