

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE COMPUTACIÓN

Tema: “Software de Planificación de Recursos Empresariales para la Dirección de Consultoría y Proyectos”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingenieros en Ciencias de la Computación

AUTORES: Ayala Castillo Cristian Alejandro
España Cadena Anderson Steven
TUTOR: Ing. Guano Cárdenas Carlitos Alberto MSc.

Tulcán, 2026.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que los estudiantes Ayala Castillo Cristian Alejandro y España Cadena Anderson Steven con el número de cédula 172562967-7 y 105004253-8 respectivamente han desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Software de Planificación de Recursos Empresariales para la Dirección de Consultoría y Proyectos".

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en la Codificación del Reglamento de Régimen Académico y de Estudiantes de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



Firmado electrónicamente por:
**CARLITOS ALBERTO
GUANO CARDENAS**
Validar únicamente con FirmaEC

Ing. Guano Cárdenas Carlitos Alberto MSc.

TUTOR

Tulcán, enero de 2026

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingenieros en la Carrera de Computación de la FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

Nosotros, Ayala Castillo Cristian Alejandro y España Cadena Anderson Steven con cédula de identidad número 172562967-7 y 105004253-8 respectivamente declaramos que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que hemos llegado son de nuestra absoluta responsabilidad.



Ayala Castillo Cristian Alejandro

AUTOR



España Cadena Anderson Steven

AUTOR

Tulcán, enero de 2026

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Nosotros Ayala Castillo Cristian Alejandro y España Cadena Anderson Steven declaramos ser autores de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Software de Planificación de Recursos Empresariales para la Dirección de Consultoría y Proyectos" y se exime expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Ayala Castillo Cristian Alejandro

AUTOR



España Cadena Anderson Steven

AUTOR

Tulcán, enero de 2026

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la constancia necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi formación académica y personal.

Expreso mi profundo agradecimiento a mis padres, Iván Fabricio Ayala Cajas y Rosa Piedad Castillo Changuán, por su amor incondicional, apoyo permanente y sacrificio diario, quienes han sido el pilar fundamental para alcanzar este logro profesional.

Agradezco a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, institución que me formó académicamente y me brindó las herramientas necesarias para desarrollarme profesionalmente. De igual manera, agradezco a los ingenieros y docentes que, con su conocimiento, experiencia y vocación, contribuyeron significativamente a mi aprendizaje.

Un agradecimiento a mi tutor de tesis, MSc. Carlitos Guano, por su guía, paciencia, apoyo académico y valiosos aportes, los cuales fueron fundamentales para el correcto desarrollo y culminación de este proyecto.

Asimismo, expreso mi gratitud a la empresa UPEC Creativa, ya que gracias a su apertura y colaboración fue posible la ejecución del proyecto de tesis, permitiéndome aplicar los conocimientos adquiridos durante mi formación universitaria en un entorno real y profesional.

Agradezco también a mis amigos de la universidad quienes me brindaron su apoyo y compañerismo a lo largo de este proceso académico, convirtiéndose en un respaldo importante tanto en lo académico como en lo personal.

Cristian Ayala

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por brindarme salud y la determinación necesaria para cumplir esta meta. Asimismo, agradezco a mi familia por su apoyo constante durante todo este proceso de formación profesional.

A mis padres, expreso mi sincero agradecimiento por su apoyo y enseñanzas, las cuales han sido fundamentales para afrontar los desafíos presentados a lo largo de este camino. De la misma manera, agradezco a mis hermanas por su cariño incondicional.

A mi tutor, MSc. Carlitos Guano, agradezco por su guía y los conocimientos aportados durante el desarrollo de este trabajo.

A mis amigos, agradezco el apoyo y la valiosa amistad compartida durante esta etapa universitaria, llena de aprendizajes y grandes momentos.

Agradezco a UPEC CREATIVA EP por brindarme la valiosa oportunidad de conocer el entorno profesional y poner en práctica las habilidades adquiridas durante mi formación académica, contribuyendo de manera significativa a mi formación y crecimiento personal y profesional.

Finalmente, expreso mi agradecimiento a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a los docentes de la carrera de Computación, quienes han sido un pilar fundamental en mi formación profesional y personal, al brindarme un espacio de aprendizaje y crecimiento.

Anderson España

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación, en primer lugar, a mis padres, Iván Fabricio Ayala Cajas y Rosa Piedad Castillo Changuán, por su amor incondicional, esfuerzo constante y apoyo inquebrantable a lo largo de mi vida. Gracias a sus valores, enseñanzas y sacrificios, ha sido posible alcanzar este logro académico y personal. Asimismo, dedico este trabajo al resto de mi familia, quienes siempre han sido una fuente de motivación, fortaleza y aliento en cada etapa de mi formación. Su confianza, comprensión y acompañamiento han sido fundamentales para no rendirme y seguir adelante hasta cumplir este objetivo. Este logro también les pertenece, ya que su apoyo ha sido el motor que impulsó cada paso de este camino.

Cristian Ayala

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi familia, especialmente a mis padres, Willian España y Nelly Cadena, quienes me han enseñado, a través de sus valores y ejemplo, a hacer las cosas de la manera correcta. Gracias a su cariño, esfuerzo y a cada uno de sus sacrificios a lo largo de mi vida, he sido capaz de alcanzar este logro, el cual también les pertenece.

De manera especial a mis hermanas Kathy, Lupita y Stefy, quienes han sido un apoyo constante gracias a su cariño y amor incondicional. Ustedes son una de las principales razones por las que busco superarme y esforzarme cada día.

A quien ha llegado a ocupar un lugar importante en mi vida, Alisson Muñoz, mi mejor amiga, por su cariño, apoyo y consejos brindados en los momentos en que más los he necesitado. De igual manera, a Mateo Ortega, a quien considero un hermano, por su respaldo constante.

También a personas importantes en mi vida, Rachell Medrano, Steffy Revelo, Nicole Fiallos, Kamila Mora y Katherin Chamorro, por su valiosa amistad y el apoyo que siempre me han brindado.

A todos ellos está dedicada esta tesis, con el deseo de que en algún momento pueda retribuir todo lo recibido.

Anderson España

ÍNDICE

RESUMEN	19
ABSTRACT	20
INTRODUCCIÓN	21
I. EL PROBLEMA	23
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	24
1.3. JUSTIFICACIÓN	24
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	26
1.4.1. Objetivo General	26
1.4.2. Objetivos Específicos	26
1.4.3. Preguntas de Investigación	26
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	27
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	27
2.2. MARCO TEÓRICO	30
2.2.1. Planificación de Recursos Empresariales (ERP)	30
2.2.2. Sistemas ERP relevantes en el mercado	32
2.2.3. Ciclo de vida del software	38
2.2.4. Metodologías de desarrollo de software.....	41
2.2.5. Lenguajes de programación	45
2.2.6. Lenguajes Front-End	49
2.2.7. Motores de base de datos.....	53
2.2.8. Servidores.....	58
2.2.9. Sistemas operativos	61
2.2.10. Herramientas complementarias	65
2.2.11. La Dirección de Consultoría y Proyectos en una empresa pública.....	67

2.2.12. Procesos organizacionales y mejora institucional.....	69
III. METODOLOGÍA	75
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	75
3.1.1. Enfoque	75
3.1.2. Tipo de Investigación.....	76
3.2. IDEA A DEFENDER	77
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	77
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	77
3.4.1. Métodos.....	77
3.4.2. Metodología Extreme Programming (XP)	78
3.4.3. Técnicas.....	79
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	80
3.5.1. Población y Muestra	80
3.5.2. Técnicas de análisis	80
3.5.3. Recursos.....	80
3.5.4. Análisis de la encuesta de evaluación del software	82
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	91
4.1. RESULTADOS.....	91
4.1.1. Estudio de factibilidad.....	91
4.2. Propuesta	97
4.2.1. Metodología XP	98
4.3. DISCUSIÓN	167
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	170
5.1. CONCLUSIONES	170
5.2. RECOMENDACIONES	171
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	173
VII. ANEXOS.....	188

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP)	36
Tabla 2. Comparación de modelos del ciclo de vida del software (SDLC)	40
Tabla 3. Comparación de metodologías ágiles aplicadas al desarrollo de un ERP	43
Tabla 4. Comparación de lenguajes de programación en ERP	48
Tabla 5. Comparación de lenguajes Front-End	52
Tabla 6. Comparación de motores de base de datos en ERP	56
Tabla 7. Comparación de plataformas de servidores	60
Tabla 8. Comparación de sistemas operativos para servidores	63
Tabla 9. Indicadores clave de mejora institucional asociados al uso de un ERP	74
Tabla 10. Operacionalización de variables.	77
Tabla 11. Recursos humanos	81
Tabla 12. Recursos financieros	81
Tabla 13. Descripción de los recursos de software	94
Tabla 14. Descripción de los recursos de hardware	95
Tabla 15. Factibilidad económica	95
Tabla 16. Factibilidad operativa	96
Tabla 17. Interesados del proyecto	96
Tabla 18. Roles del proyecto	97
Tabla 19. Levantamiento de proceso de Calidad: Asentamiento Hormigón	99
Tabla 20. Levantamiento de proceso de Calidad: Rotura de Probetas de Hormigón	100
Tabla 21. Levantamiento de proceso de actividades del área de Electrónico y Control	101
Tabla 22. Levantamiento de proceso Electrónico y Control: Verificación de Equipos Electrónicos	102
Tabla 23. Levantamiento de proceso de Gerencia Técnica: Actividades	103
Tabla 24. Historia de Usuario 1 - Registro de tipo de hormigón	104
Tabla 25. Historia de Usuario 2 - Registro de elemento hormigonado	104
Tabla 26. Historia de Usuario 3 - Registro de mixers	104
Tabla 27. Historia de Usuario 4 - Validación automática de asentamiento	105
Tabla 28. Historia de Usuario 5 - Vista Kanban de elementos hormigonados	105

Tabla 29. Historia de Usuario 6 - Registro de ensayo de concreto.....	105
Tabla 30. Historia de Usuario 7 - Registro de datos de laboratorio puentes.....	105
Tabla 31. Historia de Usuario 8 - Registro de datos de laboratorio fiscalización.....	106
Tabla 32. Historia de Usuario 9 - Catálogo de tipos de fallo ASTM C39.....	106
Tabla 33. Historia de Usuario 10 - Comparación de resultados entre laboratorios....	106
Tabla 34. Historia de Usuario 11 - Gestión de estados del ensayo.....	106
Tabla 35. Historia de Usuario 12 - Registro de equipo tecnológico.....	107
Tabla 36. Historia de Usuario 13 - Registro de detalles operativos	107
Tabla 37. Historia de Usuario 14 - Checklist de inspección técnica.....	107
Tabla 38. Historia de Usuario 15 - Registro de accesorios	108
Tabla 39. Historia de Usuario 16 - Aprobación/Rechazo de equipo.....	108
Tabla 40. Historia de Usuario 17 - Visualización de inventario tabular	108
Tabla 41. Historia de Usuario 18 - Registro de actividad diaria.....	108
Tabla 42. Historia de Usuario 19 - Adjuntar evidencias fotográficas	109
Tabla 43. Historia de Usuario 20 - Confirmación y flujo de estados.....	109
Tabla 44. Historia de Usuario 21 - Reportes automatizados de actividades	109
Tabla 45. Historia de Usuario 22 - Envío de mensajes y comunicación	109
Tabla 46. Historia de Usuario 23 - Inicio de sesión seguro.....	110
Tabla 47. Historia de Usuario 24 - Navegación entre módulos.....	110
Tabla 48. Historia de Usuario 25 - Búsqueda y filtrado de registros.....	110
Tabla 49. Historia de Usuario 26 - Vistas adaptables (formulario, lista, kanban)	111
Tabla 50. Historia de Usuario 27 - Gestión de perfil de usuario	111
Tabla 51. Requerimientos funcionales Control de Asentamiento de Hormigón.....	111
Tabla 52. Requerimientos funcionales Control de Rotura de Probetas de Hormigón	111
Tabla 53. Requerimientos funcionales Verificación de Equipos Electrónicos	112
Tabla 54. Requerimientos funcionales Control de Actividades de Gerencia Técnica	112
Tabla 55. Requerimientos no funcionales para los módulos	112
Tabla 56. RF01 – Ingresar datos de asentamiento.....	113
Tabla 57. RF02 – Editar datos de asentamiento.....	113
Tabla 58. RF03 – Validar datos de asentamiento	113
Tabla 59. RF04 – Registro de fechas para roturas	114
Tabla 60. RF05 – Selección de tipo de hormigón	114

Tabla 61. RF01 – Ingresar datos de rotura de probetas	114
Tabla 62. RF02 – Editar datos de rotura de probetas	114
Tabla 63. RF03 – Validar datos de rotura	115
Tabla 64. RF04 – Registro de fechas para roturas	115
Tabla 65. RF05 – Selección del tipo de rotura	115
Tabla 66. RF01 – Ingresar datos de equipos	115
Tabla 67. RF02 – Editar datos de equipos	115
Tabla 68. RF03 – Validar datos de equipos	116
Tabla 69. RF04 – Registro de fechas de recibimiento de equipos	116
Tabla 70. RF05 – Selección del estado de equipos	116
Tabla 71. RF01 – Ingresar datos de actividades.....	117
Tabla 72. RF02 – Editar datos de actividades	117
Tabla 73. RF03 – Validar datos de actividades.....	117
Tabla 74. RF04 – Registro de fechas de actividad realizada.....	117
Tabla 75. RF05 – Selección de la sección donde se realizó la actividad	118
Tabla 76. RNF01 – Usabilidad del sistema	118
Tabla 77. RNF02 – Tiempo de respuesta	118
Tabla 78. RNF03 – Seguridad de acceso.....	118
Tabla 79. RNF04 – Disponibilidad del sistema	119
Tabla 80. RNF05 – Integridad de datos.....	119
Tabla 81. RNF06 – Escalabilidad	119
Tabla 82. RNF07 – Respaldo de información.....	119
Tabla 83. RNF08 – Compatibilidad.....	119
Tabla 84. RNF09 – Portabilidad	120
Tabla 85. RNF10 – Mantenibilidad	120
Tabla 86. Especificaciones de uso Control de Asentamiento de Hormigón	128
Tabla 87. Especificaciones de uso Control de Rotura de Probetas de Hormigón	129
Tabla 88. Especificaciones de uso Verificación de Equipos Electrónicos	130
Tabla 89. Especificaciones de uso de Control de Actividades de Gerencia Técnica	130
Tabla 90. Características evaluadas según ISO/IEC 25010.....	155
Tabla 91. Escala likert utilizada	155
Tabla 92. Interpretación del índice global de madurez	155

Tabla 93. Grado de Madurez del Software Módulo Control de Asentamiento de Hormigón.....	155
Tabla 94. Grado de madurez del software Módulo Rotura de Probetas de Hormigón	156
Tabla 95. Grado de madurez del software Módulo Verificación de Equipos Electrónicos.....	157
Tabla 96. Grado de madurez del software Módulo de Control de Actividades de Gerencia Técnica	158
Tabla 97. Índice Global del Sistema (IGS)	159
Tabla 98. Características de calidad del proceso evaluadas según la norma ISO/IEC 25010	162
Tabla 99. Escala de interpretación del grado de mejora del proceso	163
Tabla 100. Comparación de resultados antes y después de la implementación del ERP por ítem de calidad	163
Tabla 101. Promedios por característica y grado de mejora.....	164

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases del ciclo de vida del software	39
Figura 2. Fases de la Metodología XP.....	78
Figura 3. Módulos evaluados	82
Figura 4. Resultados pregunta 1	83
Figura 5. Resultados pregunta 2.....	83
Figura 6. Resultados pregunta 3.....	84
Figura 7. Resultados pregunta 4.....	84
Figura 8. Resultados pregunta 5.....	85
Figura 9. Resultados pregunta 6.....	85
Figura 10. Resultados pregunta 7	86
Figura 11. Resultados pregunta 8.....	86
Figura 12. Resultados pregunta 9.....	87
Figura 13. Resultados pregunta 10.....	87
Figura 14. Resultados pregunta 11	88
Figura 15. Resultados pregunta 12.....	88
Figura 16. Resultados pregunta 13.....	89
Figura 17. Resultados pregunta 14.....	89
Figura 18. Resultados pregunta 15.....	90
Figura 19. Organigrama UPEC CREATIVA EP.....	92
Figura 20. Mapa de interacción de procesos	93
Figura 21. Procedimiento de Calidad de asentamiento de hormigonado.....	98
Figura 22. Proceso de Rotura de Probetas de Hormigonado	100
Figura 23. Procedimiento de actividades del área de Electrónico y Control	101
Figura 24. Procedimiento de Verificación de Equipos del área de Electrónico y Control	102
Figura 25. Procedimiento de actividades de Gerencia Técnica.....	103
Figura 26. Diagrama de componentes del sistema	122
Figura 27. Diagrama de caso de uso del Módulo de Control de Asentamiento de Hormigón.....	123
Figura 28. Diagrama de caso de uso del Módulo de Control de Rotura de Probetas de Hormigón.....	123

Figura 29. Diagrama de caso de uso del Módulo de Verificación de Equipos Electrónicos.....	124
Figura 30. Diagrama de casos de uso del Módulo de Control de Actividades de Gerencia Técnica	124
Figura 31. Diagrama de clases del Módulo de Control de Asentamiento de Hormigón	125
Figura 32. Diagrama de clases del Módulo de Control de Rotura de Probetas de Hormigón.....	126
Figura 33. Diagrama de clases del Módulo de Verificación de Equipos Electrónicos	127
Figura 34. Diagrama de clase del Módulo de Control de Actividades de Gerencia Técnica.....	128
Figura 35. Modelo de datos del Elemento de Hormigonado	132
Figura 36. Modelo de datos del mixer usado en el Elemento Hormigonado	132
Figura 37. Modelo de datos del Tipo de Hormigón.....	133
Figura 38. Diseño XML del menú de opciones del Módulo de Asentamiento.....	134
Figura 39. Acciones de Seguimiento de Hormigonado del Módulo de Asentamiento	134
Figura 40. Diseño XML de interfaz de Elemento Hormigonado del Módulo de Asentamiento	135
Figura 41. Interfaz de Elemento Hormigonado del Módulo de Asentamiento.....	135
Figura 42. Diseño XML de interfaz de Tipo de Hormigón del Módulo de Asentamiento	136
Figura 43. Interfaz de Tipo de Hormigón del Módulo de Asentamiento	136
Figura 44. Modelo de datos del Elemento Hormigonado	137
Figura 45. Modelo de datos del Ensayo de Rotura de la Probeta.....	138
Figura 46. Modelo de datos del Tipo de Rotura	138
Figura 47. Diseño XML de la interfaz del Elemento Hormigonado	139
Figura 48. Diseño XML de la interfaz del Ensayo de Rotura de la Probeta.....	139
Figura 49. Diseño XML del menú de opciones del Módulo de Rotura de Probetas..	140
Figura 50. Interfaz de la información del Elemento Hormigonado del Módulo de Rotura de Probetas	141
Figura 51. Interfaz de las Probetas de la Constructora del Módulo de Rotura de Probetas	141

Figura 52. Interfaz de las Probetas de Fiscalización del Módulo de Rotura de Probetas	142
Figura 53. Interfaz de las propiedades Físicas de las Probetas del Módulo de Rotura de Probetas	142
Figura 54. Interfaz de resultados de Ensayos de Probetas en laboratorio del Módulo de Rotura de Probetas	143
Figura 55. Interfaz de información del Control de los Ensayos de las Probetas del Módulo de Rotura de Probetas	143
Figura 56. Interfaz lista de opciones del tipo de Rotura de la Probeta del Módulo de Rotura de Probetas	144
Figura 57. Modelo de datos del Equipo Recibido	145
Figura 58. Modelo de datos de los accesorios del Equipo Recibido.....	145
Figura 59. Diseño XML de interfaz del registro del equipo del Módulo de Registro de Recepción de Equipos.....	146
Figura 60. Interfaz del registro del equipo del Módulo de Registro de Recepción de Equipos	146
Figura 61. Modelo de datos del checklist del Equipo Recibido	147
Figura 62. Diseño XML de la Interfaz del checklist del Equipo Recibido.....	147
Figura 63. Interfaz del checklist del Equipo Recibido	148
Figura 64. Gestión de aceptación o Rechazo del Equipo	148
Figura 65. Modelo de datos del Informe de Actividad.....	149
Figura 66. Modelo de datos del Informe de Evidencia.....	149
Figura 67. Diseño XML de la interfaz del informe de Actividad del Módulo de Informes de Gerencia Técnica.....	150
Figura 68. Interfaz del registro de actividad del Módulo de Control de Actividades de Gerencia Técnica	151
Figura 69. Interfaz del registro de evidencia del Módulo de Informes de Gerencia Técnica.....	151
Figura 70. Entorno de testing en Ubuntu Server 24.04	152
Figura 71. Interfaz web de Odoo 17 en la pantalla de inicio de sesión	153
Figura 72. Módulo en ejecución con datos de prueba.....	153

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Certificado del abstract por parte de idiomas	188
Anexo 2. Interacción Comunicacional (XP): Conversaciones exploratorias durante las Iteraciones	190
Anexo 3. Observación de procesos con la participación de la Gerencia	190
Anexo 4. Encuesta del prototipo por parte del usuario.....	191
Anexo 5. Matriz de evaluación grado de madurez del software	193
Anexo 6. Certificados de conformidad	198
Anexo 7. Manual de usuario	200

RESUMEN

El proyecto de investigación titulado “Software de Planificación de Recursos Empresariales para la Dirección de Consultoría y Proyectos” tuvo como objetivo desarrollar una propuesta tecnológica basada en un ERP modular que permitiera optimizar el control de actividades, la trazabilidad de la información y la gestión documental del área. La investigación surgió ante la problemática identificada en la institución, donde los procesos manuales y el uso de herramientas ofimáticas limitaban el control eficaz de los proyectos de construcción en la Dirección de Consultoría y Proyectos. Para el desarrollo del estudio se aplicó un enfoque mixto: el enfoque cualitativo permitió analizar los flujos de trabajo, limitaciones operativas y necesidades del personal; mientras que el enfoque cuantitativo facilitó el tratamiento de la información obtenida mediante encuestas de evaluación del prototipo. Se emplearon los métodos analítico y no experimental, complementados con técnicas de observación directa, revisión documental y encuestas. Asimismo, se realizaron interacciones comunicacionales continuas, propias de la metodología ágil Extreme Programming (XP), que permitieron recopilar información relevante para el desarrollo y validación del sistema. La propuesta se apoyó en Odoo 17, Python y PostgreSQL para la construcción de módulos orientados al control de la información y de las actividades institucionales. Asimismo, se evaluó el grado de madurez del software mediante el uso de la normativa de calidad ISO/IEC 25010, obteniendo como resultado 3,43, correspondiente a un nivel intermedio y a un desempeño aceptable para una futura implementación. En conjunto, los resultados obtenidos evidencian que la propuesta tecnológica respondió de manera adecuada a las necesidades institucionales identificadas en la Dirección de Consultoría y Proyectos de UPEC CREATIVA EP.

Palabras Claves: ERP, Gestión institucional, ISO/IEC 25010, Madurez del software.

ABSTRACT

The research project entitled “Enterprise Resource Planning Software for the Consulting and Projects Department” aimed to develop a technological proposal based on a modular ERP system, designed to optimize activity control, information traceability, and document management within the department. The study emerged from the issues identified in the institution, where the predominance of manual processes and the use of office productivity tools limited the efficient control of construction projects managed by the Consulting and Projects Department. For the development of the study, a mixed-methods approach was applied. The qualitative approach made it possible to analyse workflows, operational limitations, and staff needs, while the quantitative approach facilitated the processing of information obtained through prototype evaluation surveys. In addition, analytical and non-experimental methods were employed, complemented by techniques such as direct observation, document review, and survey administration. The agile methodology Extreme Programming (XP) was used as a working framework to guide the application of the aforementioned methods, through continuous communication interactions that supported the iterative development and validation of the system. The technological proposal was supported by the use of Odoo 17, Python, and PostgreSQL, which enabled the development of modules focused on controlling institutional information and activities. Furthermore, the software maturity level was assessed using the ISO/IEC 25010:2011 quality standard, obtaining a score of 3.43, which corresponds to an intermediate level and an acceptable performance for future implementation. Overall, the results demonstrated that the technological proposal adequately addressed the institutional needs identified in the Consulting and Projects Department of UPEC CREATIVA EP.

Keywords: ERP, Institutional management, ISO/IEC 25010:2011, Software maturity.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación surge a partir de la problemática identificada en la Dirección de Consultoría y Proyectos de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC), entidad que forma parte de UPEC CREATIVA EP y que actualmente enfrenta dificultades para gestionar sus procesos internos debido al uso de procedimientos manuales y ofimática básica. Aunque se han realizado intentos por mejorar la organización y la coordinación de actividades, subsisten desafíos relevantes, entre ellos la limitada integración de la información, procesos que aún no cuentan con trazabilidad estructurada y una automatización que permanece en etapas iniciales dentro de las tareas administrativas y operativas. Estas condiciones generan retrasos, duplicidades, pérdida de datos y complicaciones al momento de supervisar los proyectos que la dirección gestiona.

En el primer capítulo, se plantea como objetivo general el desarrollo de un Software de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) basado en la plataforma Odoo, con la finalidad de mejorar la eficiencia y organización de los procesos de UPEC CREATIVA EP. De este objetivo se derivan metas específicas centradas en fundamentar bibliográficamente las variables de estudio, analizar herramientas tecnológicas pertinentes, identificar los procesos institucionales que requieren optimización y diseñar módulos personalizados que respondan a las necesidades reales de la dependencia.

En el segundo capítulo se desarrolla la base teórica de la investigación. Aquí se profundiza en los conceptos esenciales relacionados con los sistemas ERP, el ciclo de vida del software y la metodología Extreme Programming (XP) como enfoque de desarrollo seleccionado para este proyecto. Asimismo, se revisa el uso de las tecnologías involucradas, como Python, PostgreSQL y Ubuntu Server, que constituyen los pilares técnicos necesarios para el funcionamiento de Odoo. Esta revisión permite comprender no solo los fundamentos conceptuales, sino también la justificación técnica que respalda la elección de la plataforma y de la metodología adoptada.

En el tercer capítulo se abordan las variables de estudio y el enfoque metodológico. Se establece al ERP (Odoo) como variable independiente y a la mejora de los procesos de la Dirección de Consultoría y Proyectos como variable dependiente. Además, se aplica un enfoque mixto que combina conversaciones exploratorias al personal de UPEC CREATIVA EP con el objetivo de determinar el estado actual de la

gestión y los procesos institucionales y encuestas aplicadas a los usuarios para evaluar su nivel de satisfacción respecto al sistema propuesto. Esto permite obtener una visión integral del funcionamiento actual y del impacto esperado de la solución tecnológica.

Finalmente, el cuarto capítulo presenta la propuesta del ERP desarrollado, detallando las fases de construcción, la aplicación de la metodología XP y los resultados obtenidos en cada iteración. Se describen los módulos creados, las funcionalidades implementadas y la forma en que se materializó el prototipo final del sistema. Asimismo, se exponen las conclusiones y recomendaciones derivadas del proceso de investigación, con el propósito de fortalecer la gestión interna de UPEC CREATIVA EP y dejar una base sólida para el crecimiento futuro del sistema.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el contexto global, la digitalización de procesos ha adquirido un papel estratégico para garantizar integridad, disponibilidad y trazabilidad de la información en organizaciones de distintos sectores. Investigaciones recientes destacan que los sistemas ERP contribuyen directamente a la eficiencia operativa, la seguridad de los datos y la mejora del control interno, especialmente cuando reemplazan prácticas manuales que dificultan la confiabilidad de la información y la toma de decisiones Barbieri & Sott, p. (2025, p. 1). Esta tendencia evidencia que la automatización ya no es únicamente un mecanismo de optimización, sino un requisito para gestionar adecuadamente recursos, evidencias y actividades en entornos donde la precisión y la consistencia de los datos son esenciales.

A nivel nacional, diversos estudios muestran que muchas organizaciones ecuatorianas aún operan bajo metodologías tradicionales, lo que repercute en la eficiencia administrativa, la trazabilidad documental y la gestión técnica de proyectos. Investigaciones recientes sobre implementaciones de ERP en Ecuador señalan que las herramientas tecnológicas permiten mejorar la disponibilidad de información, asegurar la integridad de los registros y optimizar el control de actividades operativas, especialmente en contextos donde la gestión manual provoca errores recurrentes y retrasos en el procesamiento de datos Aucapina, pp. (2023, pp. 10–12). Asimismo, se ha evidenciado que el uso de herramientas ofimáticas dispersas impide consolidar información crítica, limita la transparencia institucional y afecta la capacidad de supervisión técnica.

En el nivel específico de análisis, los procesos operativos vinculados al control técnico, seguimiento de actividades y registro de evidencias dependen de formatos manuales, fotografías almacenadas de manera independiente y reportes elaborados sin un sistema centralizado. Esta dinámica genera riesgos sobre la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos, dado que los registros pueden duplicarse, presentar inconsistencias o no encontrarse oportunamente durante la supervisión o fiscalización. Como señalan estudios recientes, la ausencia

de un sistema integrado para gestionar información operacional provoca limitaciones en el control de recursos, afecta la trazabilidad técnica y reduce la eficiencia en la validación de actividades ejecutadas (Verduga, 2024, pp. 10–12) .

Esta situación repercute directamente en el control eficiente de proyectos de construcción, fiscalización y consultorías, pues los responsables requieren información confiable, estructurada y disponible en tiempo real para validar avances, emitir informes técnicos y garantizar el cumplimiento de especificaciones. La persistencia de procesos manuales afecta la consistencia de los datos y dificulta la consolidación de reportes técnicos, lo que compromete la supervisión, incrementa la posibilidad de errores y limita la toma de decisiones oportunas. De este modo, se plantea la necesidad de analizar cómo el uso de herramientas manuales en el proceso de fiscalización afecta la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos, y en consecuencia, el control eficiente de los proyectos.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El desaprovechamiento de las ventajas de un Software de Planificación de Recursos Empresariales genera el uso de herramientas manuales en el proceso de fiscalización de obras, limitando el control eficaz de los proyectos de construcción en la Dirección de Consultoría y Proyectos de UPEC CREATIVA EP en 2025.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La Dirección de Consultoría y Proyectos de UPEC CREATIVA EP enfrenta actualmente una fuerte dependencia de registros manuales y herramientas de ofimática básica como principal medio para organizar, procesar y reportar información. Esta causa ha generado un problema central: la fragmentación de datos y la falta de integridad y disponibilidad de la información institucional. Como efecto directo, se producen retrasos en la supervisión de obras, duplicidad de tareas, pérdida de trazabilidad y dificultades para obtener reportes confiables y oportunos, afectando la toma de decisiones estratégicas. Esta situación se evidenció durante el periodo junio–noviembre de 2025, dentro del espacio institucional de la Dirección de Consultoría y Proyectos ubicada en Tulcán, provincia del Carchi.

Desde la perspectiva de conveniencia, esta investigación es necesaria porque permitirá contar con un sistema ERP que automatice y centralice los procesos, reduciendo errores, aumentando la eficiencia y eliminando las limitaciones asociadas al manejo manual de la información.

En cuanto a la relevancia social, la Dirección de Consultoría y Proyectos ejecuta obras y fiscalizaciones que impactan directamente en la infraestructura, servicios y bienestar de la comunidad. Mejorar la calidad de sus procesos administrativos beneficia a autoridades locales, técnicos, contratistas y ciudadanos que dependen de la correcta ejecución de los proyectos públicos. Una gestión más eficiente se traduce en obras mejor planificadas, mayor transparencia y una respuesta más rápida frente a las necesidades de la sociedad.

Respecto a las implicaciones prácticas, la implementación del ERP permitirá resolver un problema real y recurrente: la desorganización informativa producto de métodos tradicionales. Con la automatización, los procesos de control, planificación y seguimiento se vuelven más precisos y oportunos. Además, la solución contribuye a disminuir los riesgos de errores administrativos, pérdida de datos y retrasos en obra, problemas que actualmente comprometen la eficiencia institucional.

Desde el valor teórico, este estudio aporta a la comprensión del impacto que tiene la digitalización de procesos en instituciones públicas dedicadas a consultoría y proyectos, un ámbito poco explorado en el contexto local. La investigación permitirá analizar la relación entre la disponibilidad de información centralizada y la eficiencia operativa institucional, además de generar insumos para futuras investigaciones sobre transformación digital en entidades públicas ecuatorianas.

En cuanto a la utilidad metodológica, el proyecto contribuye con un modelo de análisis de procesos, una propuesta de arquitectura ERP adaptada al contexto institucional y un instrumento para evaluar la eficiencia antes y después de la implementación. Estos elementos podrán ser replicados o adaptados en otras entidades públicas que enfrenten problemas similares.

Finalmente, la viabilidad del estudio está garantizada. El desarrollo se realizó entre junio y noviembre de 2025 con los recursos disponibles, acceso institucional y disponibilidad del personal. La investigación es factible en términos de tiempo, recursos humanos y técnicos, lo que permite cumplir con los objetivos planteados y asegurar la aplicación real de la solución propuesta.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Crear un Software de Planificación de Recursos Empresariales para la gestión eficaz de los procesos en el área de construcción, fiscalización y consultorías de obras de la Dirección de Consultoría y Proyectos en UPEC CREATIVA EP.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar los procedimientos que pertenecen a los procesos de Calidad, Gerencia Técnica y Electrónico y Control de la unidad de Fiscalización, para la definición de requerimientos.
- Determinar el Software de Planificación de Recursos Empresariales adecuado para el desarrollo de los módulos correspondientes a los procesos de: Calidad, Gerencia Técnica y Electrónico y Control pertenecientes a la unidad de Fiscalización.
- Proponer una solución tecnológica basada en Planificación de Recursos Empresariales para la mejora de los procedimientos: asentamiento de hormigonado, rotura de probetas, verificación de equipos electrónicos y control de actividades en los procesos pertenecientes a Fiscalización.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿De qué manera se llevan a cabo los procesos de Calidad, Gerencia Técnica y Electrónico y Control en la unidad de Fiscalización, y cuáles son los procedimientos que los conforman?
- ¿Qué criterios funcionales y técnicos deben considerarse para identificar el Software de Planificación de Recursos Empresariales más adecuado para apoyar los procesos de Calidad, Gerencia Técnica y Electrónico y Control de la unidad de Fiscalización?
- ¿Cómo podría plantearse una solución tecnológica basada en un Software de Planificación de Recursos Empresariales que contribuya a mejorar los procedimientos de asentamiento de hormigonado, rotura de probetas, verificación de equipos y control de actividades en los procesos de Fiscalización?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación se ha tomado en consideración lo siguiente:

La revisión de antecedentes permite contextualizar la importancia de los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) en la optimización de procesos, la gestión de proyectos y la administración de recursos organizacionales. Diversos estudios a nivel internacional, nacional y local evidencian cómo la implementación de ERP impacta positivamente en la eficiencia operativa, la toma de decisiones y la estandarización de procesos, proporcionando un marco conceptual y metodológico relevante para la Dirección de Consultoría y Proyectos.

En el ámbito global, Egdair et al. (2024) desarrollaron un estudio sobre la adopción de sistemas ERP y su relación con el desempeño organizacional en organizaciones públicas de Libia, utilizando un enfoque cuantitativo con cuestionarios analizados mediante PLS-SEM. La implementación permitió identificar cómo los sistemas ERP impactan en la calidad del sistema, la satisfacción del usuario y el rendimiento organizacional. Los resultados evidenciaron una relación positiva y significativa entre la adopción de ERP y el desempeño organizacional, confirmando que su uso mejora la eficiencia, reduce costos y fortalece la capacidad de respuesta institucional. Estos hallazgos aportan evidencia empírica de que un ERP constituye un factor determinante para optimizar la gestión de recursos y procesos.

Asimismo, Barbieri & Sott (2025) desarrollaron un estudio de casos múltiples sobre los Factores Críticos de Éxito en la implementación de sistemas Cloud ERP en pequeñas y medianas empresas de Brasil, utilizando entrevistas semiestructuradas y análisis de contenido bajo el marco TOE. La metodología permitió identificar 16 factores críticos, destacando la competitividad, la seguridad, el conocimiento en sistemas de información y el soporte de la alta dirección. Los resultados señalaron la relevancia de usar buenas prácticas mediante implementaciones estándar y del ERP como herramienta para definir y estandarizar procesos en organizaciones con escasa

formalización. Estos hallazgos evidencian que los sistemas Cloud ERP optimizan la gestión y catalizan la estructuración de procesos de negocio, siendo directamente aplicables a la Dirección de Consultoría y Proyectos.

De igual manera, Villalpando (2021) desarrolló un estudio de caso sobre la implementación de un ERP en la microempresa Plural JID en México, utilizando la metodología de seis fases de Oracle. La implementación permitió centralizar y automatizar las áreas funcionales, seleccionando Dolibarr como plataforma tras un análisis comparativo. Los resultados indicaron mejoras en finanzas, producción, mercadotecnia y adquisiciones, evidenciando que un ERP de software libre es una solución viable y estratégica para optimizar recursos y procesos, aplicable a la Dirección de Consultoría y Proyectos incluso en entornos con limitaciones económicas.

En el contexto ecuatoriano, Salamea & Villacres (2024) desarrollaron el diseño e implementación de una herramienta de ERP para la gestión de mantenimiento en el área de servicio técnico de la empresa Conauto C.A., en Cuenca, Ecuador, utilizando la metodología Microsoft Sure Step y tecnologías como Java con Spring Boot, ReactJS y PostgreSQL. La implementación del sistema permitió centralizar la información de usuarios, clientes, inventarios y órdenes de trabajo, generando reportes y gráficos en tiempo real. Los resultados indicaron que solo el 52,38% de las órdenes de trabajo se completaban exitosamente, mientras que el 19,52% eran canceladas y el 4,76% quedaban en pausa, evidenciando problemas ocultos en los procesos. Estos hallazgos demuestran que un ERP no solo optimiza la gestión operativa, sino que fortalece la toma de decisiones estratégicas mediante datos fiables.

Por otro lado, Aucapina (2023) desarrolló un estudio sobre el impacto empresarial de la implementación del ERP Odoo en PYMES de Guayaquil, Ecuador, mediante un enfoque empírico-analítico y un modelo cuasi experimental. La aplicación del sistema permitió evaluar la sostenibilidad y reactivación de las empresas mediante la optimización de procesos administrativos y operativos. Los resultados indicaron que el 69,58% de las empresas logró una implementación exitosa con partners certificados, alcanzando altos niveles de aceptación en Ventas, Inventario y Compras, mientras que un 30,42% presentó fallas por personalizaciones excesivas. Estos hallazgos evidencian que la gestión del cambio y el acompañamiento de proveedores son determinantes para que un ERP optimice los recursos y procesos internos.

De forma adicional, Verduga (2024) desarrolló un sistema Cloud ERP, específicamente un módulo financiero, en la Federación de Estudiantes de la Escuela Politécnica Nacional en Ecuador, utilizando metodologías ágiles basadas en Kanban, servicios en la nube y un enfoque de desarrollo seguro (SSDLC). La implementación permitió centralizar la gestión contable y financiera, optimizando el registro de transacciones y el control de cuentas contables. Los resultados evidenciaron un puntaje SUS de 72,5, un NPS de 60 % y un cumplimiento alto en 11 de 13 heurísticas de usabilidad, además de un 75 % de cumplimiento en seguridad sin vulnerabilidades críticas. Estos hallazgos demuestran que un ERP en la nube con enfoque en usabilidad y seguridad mejora la eficiencia y transparencia en la gestión de recursos.

Finalmente, a nivel institucional, Leyton & Rodríguez (2022) desarrollaron un sistema integrado para la gestión administrativa del Centro de Educación Continua (CEC) de UPEC Creativa en Ecuador, mediante la metodología RAD y un stack tecnológico basado en Python, Django y SQLite. La implementación permitió sistematizar procesos clave como gestión de cursos, matrículas, asistencias y registro de notas, resolviendo problemas de pérdida de información y duplicidad de tareas. Los resultados evidenciaron que, tras la implementación, el 100 % de los usuarios se mostró muy satisfecho y un 80 % reconoció que los procesos fueron automatizados y optimizados. Estos hallazgos cierran la revisión de antecedentes, evidenciando que la centralización tecnológica y la automatización de procesos no solo incrementan la eficiencia y confiabilidad de la información, sino que también sustentan la necesidad de implementar un ERP en la Dirección de Consultoría y Proyectos para garantizar una gestión ordenada, transparente y alineada con los objetivos institucionales.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Planificación de Recursos Empresariales (ERP)

2.2.1.1. Definición

El término Enterprise Resource Planning (ERP) Planificación de Recursos Empresariales designa un sistema de información integrado que permite a una organización gestionar y optimizar sus recursos financieros, humanos, materiales y logísticos mediante una base de datos única y procesos estandarizados. Katuu (2020) afirma que estos sistemas "involve the integration of business processes within an organization, with improved order management and control" (p. 38). En este sentido, un ERP no solo integra los procesos internos, sino que también incorpora innovaciones tecnológicas como la computación en la nube y la inteligencia artificial (IA), lo que permite que las distintas áreas de la empresa trabajen de manera coordinada y compartan información en tiempo real.

2.2.1.2. Características de un ERP

Entre las cualidades que distinguen a un ERP se pueden destacar:

- Integración modular: los diferentes módulos (por ejemplo, finanzas, proyectos, inventario) comparten datos en una única base de datos, lo cual reduce la redundancia.
- Base de datos única: evita duplicación de información y asegura consistencia en todos los procesos.
- Procesos estandarizados: promueven mejores prácticas organizacionales y permiten automatización.
- Visibilidad y trazabilidad en tiempo real: los responsables institucionales pueden monitorear recursos, actividades y resultados desde una plataforma central. Como señalan Khan & Ab-Rahim (2025), los sistemas ERP "are integrated platforms that harmonize business processes, integrating core functions into a single environment" (p. 4).
- Flexibilidad y escalabilidad: los ERP modernos deben adaptarse a cambios organizacionales rápidos y al entorno tecnológico.

2.2.1.3. Arquitectura general de un ERP

La arquitectura típica de un ERP comprende tres capas esenciales:

1. Una base de datos centralizada que almacena toda la información de la organización.
2. Una capa de lógica de negocio que gestiona los módulos funcionales y las reglas corporativas.
3. Una interfaz de usuario (web o cliente-servidor) que permite la interacción del personal con el sistema.

Además, los ERP contemporáneos incorporan APIs (Application Programming Interfaces) o microservicios para integrarse con otras plataformas (por ejemplo, herramientas de inteligencia de negocios, Internet de las Cosas). Tal como señalan Delone & Mclean (2003), la calidad del sistema y de la información precede al uso y a la satisfacción del usuario, lo que aplica directamente a la arquitectura del ERP (DeLone & McLean, 2003, citado en Katuu, 2020).

2.2.1.4. ERP en instituciones públicas y consultoras

De acuerdo con Al-Amin et al. (2023) sostienen que la adopción de sistemas ERP en organizaciones públicas no solo transforma la gestión operativa, sino que también impulsa una cultura administrativa más transparente y basada en datos, lo cual resulta especialmente valioso en entidades sujetas a auditorías permanentes y obligaciones de rendición de cuentas. Esta perspectiva coincide con los desafíos que enfrentan instituciones consultoras, donde la coordinación entre áreas, la trazabilidad documental y la estandarización de procesos determinan en gran medida el éxito de los proyectos. En este sentido, cuando los flujos de trabajo no están alineados o persisten resistencias internas, la plataforma tecnológica por sí sola no garantiza resultados sostenibles, ya que el ERP debe integrarse en un entorno socio-técnico que acompañe el cambio organizacional.

2.2.1.5. Principios que respaldan el uso del ERP

Para respaldar científicamente la variable independiente (ERP) se recogen las siguientes teorías:

- Teoría de Sistemas de Información (Information Systems – IS Theory): Delone & Mclean (2003) plantean que la calidad del sistema y de la información

impactan en el uso, en la satisfacción del usuario y, finalmente, en los beneficios organizacionales.

- Teoría de Gestión de Procesos (Business Process Management – BPM Theory): Esta sostiene que la gestión adecuada de procesos de negocio es clave para que los ERP generen valor, pues la tecnología debe soportar procesos definidos (Katu, 2020).
- Teoría Socio-Técnica (Socio-Technical Systems Theory): Subraya que la tecnología (ERP) no actúa de forma aislada, sino que interactúa con la estructura organizacional, cultura, roles y competencias humanas (Shukla et al., 2013).
- Teoría de la Ventaja Competitiva: Porter et al. (1985) menciona que aunque tradicionalmente usada en estrategia, esta teoría apoya la idea de que un ERP puede constituir un activo estratégico si mejora la eficiencia operativa, reduce costos e incrementa la capacidad de respuesta institucional.

2.2.2. Sistemas ERP relevantes en el mercado

Los sistemas Enterprise Resource Planning (ERP) han evolucionado hacia plataformas modulares, escalables y altamente integrables, adaptándose a organizaciones que requieren una gestión centralizada y automatizada de sus procesos operativos. En la literatura reciente, se observa una tendencia a diseñar ERPs bajo arquitecturas más flexibles como microservicios, modelos híbridos o entornos cloud con el fin de responder a las necesidades cambiantes de distintas industrias. (Mossa et al., 2025) explica que la evolución arquitectónica de los ERP se basa en la búsqueda de mayor modularidad, independencia funcional y capacidad de integración con otros sistemas empresariales, elementos que permiten construir soluciones que se ajustan a procesos específicos sin perder cohesión interna.

Asimismo, estudios recientes destacan que los ERP actuales se apoyan cada vez más en módulos independientes, interfaces bien definidas y herramientas de personalización que facilitan su adopción y adaptación en diversos sectores. Li et al. (2024) señalan que la modularidad es clave para que las organizaciones puedan extender o modificar partes del sistema sin afectar el núcleo del ERP, lo que permite un mayor control sobre los procesos y una implementación más progresiva. Esta capacidad de extender funciones a través de módulos es especialmente valiosa para instituciones públicas y empresas que requieren adaptar el software a su estructura organizacional existente.

2.2.2.1. Odoo

Odoo es un ERP de arquitectura modular diseñado bajo un enfoque open source que permite ampliar sus funcionalidades mediante aplicaciones independientes conectadas a un mismo núcleo. Gracias a este diseño, organizaciones pequeñas y medianas pueden implementar solo los módulos que necesitan e ir incorporando nuevas funciones conforme evolucionan sus procesos. Según (Li et al., 2024), la modularidad en los ERP facilita que equipos de desarrollo puedan crear extensiones personalizadas, manteniendo una integración coherente dentro del sistema general, un principio que se refleja claramente en la estructura de Odoo.

Odoo también destaca por su flexibilidad tecnológica, ya que está desarrollado principalmente en Python y utiliza PostgreSQL como base de datos, dos tecnologías ampliamente documentadas y con una comunidad global activa. Esto permite que su ecosistema crezca de forma orgánica con contribuciones de desarrolladores, empresas y usuarios finales. (Mossa et al., 2025) explica que los ERP modernos tienden hacia arquitecturas abiertas y capas flexibles de integración, lo que facilita que Odoo pueda incorporarse en entornos institucionales que requieren adaptaciones frecuentes o personalizaciones específicas.

2.2.2.2. SAP Business One

SAP Business One es un ERP orientado a pequeñas y medianas empresas que combina módulos funcionales integrados con una base tecnológica robusta. Aunque no es de código abierto, su estructura modular permite configurar procesos de compras, ventas, inventarios y finanzas de acuerdo con las necesidades de cada organización. (Surung et al., 2020) destaca que los ERP empresariales utilizados en cadenas de suministro como SAP Business One optimizan procesos esenciales como inventarios, logística y aprovisionamiento, gracias a su enfoque en la estandarización de datos y la integración operacional.

Además de su modularidad, SAP Business One se caracteriza por su estabilidad y por las herramientas de personalización que la plataforma ofrece mediante complementos y extensiones. (Crespo et al., 2023) observa que el éxito de un ERP en pequeñas y medianas empresas depende en gran medida de la aceptación tecnológica y de qué tan intuitiva sea la interacción con el software, un aspecto en el que SAP Business One ha evolucionado con interfaces más accesibles y flujos de

trabajo simplificados. Esta adaptabilidad resulta fundamental en empresas que recién comienzan su transformación digital.

2.2.2.3. Microsoft Dynamics 365

Microsoft Dynamics 365 combina ERP y CRM bajo un ecosistema basado en la nube que permite la integración con herramientas como Power BI, Azure y Microsoft 365. Esta integración facilita la automatización de procesos y la analítica avanzada, especialmente en áreas como ventas, recursos humanos y gestión financiera. (Lee et al., 2024) explican que los ERP basados en la nube han evolucionado hacia arquitecturas de microservicios, lo que permite escalabilidad y actualizaciones continuas sin interrupciones del servicio, un enfoque adoptado ampliamente por Dynamics 365.

Otro aspecto destacado de Dynamics 365 es su capacidad para extender funciones mediante módulos adicionales o integraciones con APIs empresariales. (Mossa et al., 2025) señala que los ERP modernos necesitan capas de integración estandarizadas para conectarse con sistemas externos sin alterar la estabilidad del núcleo, algo que Dynamics 365 implementa mediante Microsoft Dataverse y conectores nativos. Estas características hacen que el sistema sea altamente adecuado para organizaciones que requieren crecimiento progresivo y automatización.

2.2.2.4. Oracle NetSuite

Oracle NetSuite es un ERP completamente basado en la nube que ofrece módulos especializados para finanzas, inventarios, comercio electrónico y gestión empresarial integrada. Su arquitectura SaaS (Software as a Service) permite que las organizaciones accedan al sistema desde cualquier entorno sin necesidad de infraestructura física. (Lee et al., 2024) explican que los ERP cloud nativos, como NetSuite, sobresalen por su agilidad, ya que las actualizaciones y mejoras se aplican automáticamente, reduciendo la carga técnica sobre las organizaciones.

Un elemento distintivo de NetSuite es su lenguaje de personalización, SuiteScript, que permite adaptar funcionalidades sin modificar el núcleo del sistema. Según (Li et al., 2024), la capacidad de personalizar módulos y extenderlos sin afectar la arquitectura principal es una de las claves para que los ERP puedan ajustarse a procesos particulares sin comprometer su estabilidad. Esta característica permite que NetSuite se utilice en industrias diversas que requieren flexibilidad operativa sin aumentar significativamente los costos de mantenimiento.

2.2.2.5. Análisis de los Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP)

La selección del ERP es un componente fundamental del proyecto, ya que define la base sobre la cual se construirán los módulos personalizados, la estructura de datos y la lógica de procesos institucionales. Para la Dirección de Consultoría y Proyectos, el ERP debe ser económicamente accesible, flexible en su personalización, compatible con Odoo 17, permitir desarrollos propios en Python, integrarse fácilmente con PostgreSQL y ofrecer una curva de aprendizaje adecuada para usuarios no técnicos.

La tabla comparativa evidencia diferencias sustanciales entre las plataformas Odoo, SAP Business One, Microsoft Dynamics 365 y Oracle NetSuite, especialmente en los criterios de licenciamiento, flexibilidad, personalización y capacidad de implementación. Odoo destaca de manera consistente en casi todos los indicadores críticos para el desarrollo del ERP institucional, mientras que las alternativas propietarias presentan barreras asociadas a costos elevados, tiempos de implementación prolongados y limitaciones técnicas para la personalización de módulos.

En el criterio de licenciamiento, Odoo sobresale por su modelo open source, el cual permite iniciar el proyecto sin inversión inicial y sin dependencia de pagos recurrentes por usuario. En contraste, SAP Business One y Oracle NetSuite requieren licencias propietarias de alto costo, lo cual incrementa significativamente la inversión necesaria y limita la escalabilidad para instituciones con presupuestos ajustados. Microsoft Dynamics 365, aunque más accesible en comparación con SAP y Oracle, opera bajo un modelo de suscripción mensual que aumenta el costo total en el largo plazo.

Respecto a la modularidad, Odoo es la plataforma más flexible, permitiendo habilitar únicamente los módulos requeridos para el proyecto. Las alternativas propietarias, por el contrario, dependen de paquetes predefinidos o de módulos obligatorios, lo que incrementa la complejidad del diseño y reduce la capacidad de adaptación a procesos específicos como los de la Dirección de Consultoría y Proyectos. Este aspecto se refleja con mayor intensidad en el criterio de personalización: mientras Odoo permite modificaciones profundas y el desarrollo de módulos a medida sin restricciones técnicas, SAP Business One exige consultores certificados y NetSuite limita la personalización a través de SuiteScript, aumentando costos y tiempos.

En términos de implementación, Odoo presenta los tiempos más reducidos (1 a 3 meses para módulos básicos), lo cual resulta particularmente ventajoso para equipos de desarrollo pequeños y proyectos que requieren entregas iterativas. En contraste, SAP Business One puede extender su implementación hasta 12 meses debido a su complejidad y procesos de certificación, mientras que Dynamics 365 y NetSuite mantienen tiempos intermedios, pero con costos mayores asociados a la configuración inicial.

La comunidad y el soporte representan otro punto crítico. Odoo cuenta con una comunidad global activa, documentación extensa y repositorios abiertos que facilitan el aprendizaje y la resolución de problemas. Las alternativas propietarias dependen estrictamente de proveedores certificados, lo que incrementa los costos y reduce la autonomía del equipo de desarrollo.

Finalmente, al evaluar criterios funcionales como escalabilidad, integración con terceros, adaptación al sector construcción, movilidad y reportes, Odoo demuestra mayor equilibrio técnico y económico.

Tabla 1. Comparación de Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP)

Criterio de Comparación	Odoo	SAP Business One	Microsoft Dynamics 365	Oracle NetSuite	Referencias
Costo de Licenciamiento	Modelo Open Source con versión comunitaria gratuita y versión empresarial de bajo costo	Alto costo de licencias por usuario (\$3,000–\$5,000/usuario)	Costo medio-alto (\$65–\$210/usuario/mes)	Alto costo basado en suscripción (\$99–\$399/usuario/mes)	Subramanian & S (2025a), Patel (2025)
Modularidad y Flexibilidad	Altamente modular; permite activar solo los módulos necesarios	Modular, pero con paquetes predefinidos limitados	Modular, pero requiere activar módulos completos	Modular con módulos obligatorios mínimos	(De León & Gutiérrez, 2025), Patel (2025)
Personalización	Código abierto totalmente personalizable sin restricciones	Personalización limitada; requiere partner certificado	Personalización compleja y costosa	Personalización mediante SuiteScript, limitada	Hustad & Stensholt (2023)
Facilidad de Implementación	Implementación rápida (1–3 meses)	Implementación compleja (6–12 meses)	Implementación media (4–8 meses)	Implementación media-compleja (5–10 meses)	Casarrubias et al. (2025)
Curva de Aprendizaje	Interfaz intuitiva; capacitación 1–2 semanas	Interfaz compleja; requiere 4–8 semanas	Curva media (3–5 semanas)	Curva media (3–6 semanas)	ElevatiIQ (2023)
Comunidad y Soporte	Comunidad global	Soporte limitado a SAP	Soporte mediante	Soporte mediante	Odoo (2026a),

	extensa, amplia documentación y foros activos	o partners certificados	Microsoft o partners	Oracle o partners certificados	SAP SE (2026), Microsoft (2026), Oracle (2026b) HouseBlend (2025), SYSCOM GLOBAL SOLUTION (2024), Schwarz (2025)
Actualizaciones	Actualizaciones frecuentes (versión mayor anual), sin costo adicional	Actualizaciones controladas; pueden implicar costos adicionales	Actualizaciones automáticas incluidas	Actualizaciones automáticas incluidas	
Escalabilidad	Escalable desde pequeñas empresas hasta grandes corporaciones API REST	Orientado principalmente a pymes	Alta escalabilidad, pero con incremento de costos	Alta escalabilidad con modelo de precios creciente	CFO READY (2025), Archana et al. (2022a)
Integración con Terceros	completa; integración sencilla con sistemas externos	Integración mediante APIs propietarias	Buena capacidad de integración, pero compleja	Buena capacidad de integración	Carpio-Talleux (2025), Archana et al. (2022b)
Adaptación al Sector Construcción	Flexible para crear módulos específicos sin limitaciones	Módulos genéricos; personalización limitada	Módulos genéricos; requiere desarrollo extenso	Módulos genéricos orientados a manufactura	Avantis (2025), Jenkins (2025)
Movilidad	Aplicaciones móviles nativas incluidas (Android/iOS) Motor de reportes flexible;	Aplicación limitada; costo adicional	Aplicaciones móviles incluidas	Aplicación móvil incluida	Carpio-Talleux (2025), Mansour et al. (2022)
Reportes y Analytics	integración con herramientas BI	Reportes robustos, pero configuración compleja	Power BI integrado (requiere licencia adicional)	Reportes avanzados incluidos	Solano & Cruz (2024), Subramanian & S (2025)

2.2.2.6. Justificación de la selección de Odoo como plataforma ERP

Con base en el análisis comparativo anterior, Odoo se posiciona como la solución más adecuada para el desarrollo del ERP institucional, debido a su equilibrio entre flexibilidad técnica, costos reducidos, capacidad de personalización y compatibilidad con el entorno tecnológico del proyecto.

En primer lugar, su modelo open source elimina completamente los costos de licenciamiento, permitiendo que la institución priorice la inversión en desarrollo de módulos específicos en lugar de destinar recursos a licencias propietarias. Este factor

resulta determinante para proyectos públicos o institucionales con presupuestos limitados y necesidad de escalabilidad sin cargos adicionales.

En segundo lugar, Odoo ofrece una modularidad superior, permitiendo activar únicamente los componentes requeridos para la Dirección de Consultoría y Proyectos. Esto evita la sobrecarga de funcionalidades innecesarias, reduce el tiempo de implementación y mejora el rendimiento del sistema. Su arquitectura abierta permite desarrollar módulos personalizados en Python y PostgreSQL, tecnologías indispensables para este proyecto.

En tercer lugar, su tiempo de implementación reducido (1 a 3 meses) y su curva de aprendizaje baja facilitan la transición operativa y contribuyen a obtener beneficios en etapas tempranas del desarrollo. La disponibilidad de aplicaciones móviles nativas permite registrar datos en campo sin costo adicional, lo cual es fundamental para actividades de supervisión y control en proyectos de construcción.

Además, la comunidad global de Odoo proporciona recursos, documentación y soluciones libres, permitiendo un desarrollo autónomo sin depender exclusivamente de proveedores certificados. Esto minimiza los riesgos operativos y facilita la mejora continua del sistema.

Finalmente, Odoo se adapta plenamente al sector construcción y permite desarrollar módulos específicos como control de calidad, asentamiento y seguimiento de probetas sin limitaciones técnicas ni legales. Su integración con herramientas externas mediante API REST garantiza interoperabilidad con otros sistemas institucionales, asegurando una plataforma escalable y alineada con las necesidades actuales y futuras de la Dirección de Consultoría y Proyectos.

2.2.3. Ciclo de vida del software

2.2.3.1. Concepto del ciclo de vida del software (SDLC)

El Software Development Life Cycle (SDLC), o ciclo de vida del desarrollo de software, es un marco metodológico que define las fases, actividades y procedimientos necesarios para crear, implementar y mantener un sistema informático. Su propósito es asegurar que el software se desarrolle de forma estructurada, predecible y alineada con los requerimientos funcionales y organizacionales (IBM, 2025).

El SDLC establece un conjunto de fases secuenciales o iterativas para gestionar adecuadamente el desarrollo del software. (Gurung et al., 2020) explican que “the

SDLC defines the framework that includes different activities and tasks to be carried out during the software development process" (p. 31). Esta estructura permite planificar el proyecto, gestionar riesgos, validar funcionalidades y garantizar la calidad del producto final.

2.2.3.2. Fases del ciclo de vida del software

En modelos modernos, el SDLC agrupa fases como planificación, análisis de requisitos, diseño, codificación, pruebas, implementación y mantenimiento. (Yuge & Badarch, 2023) sostienen que estas etapas ayudan a asegurar que el desarrollo avance con control y retroalimentación continua, especialmente en sistemas complejos.

Ejemplos aplicados al ERP:

- Planificación: alcance del sistema (construcción, fiscalización, consultorías).
- Análisis: identificación de flujos de trabajo dentro de la Dirección.
- Diseño y codificación: creación de módulos en Python dentro de Odoo.
- Pruebas: verificación de integridad y funcionalidad de cada módulo.
- Mantenimiento: ajustes basados en uso institucional.

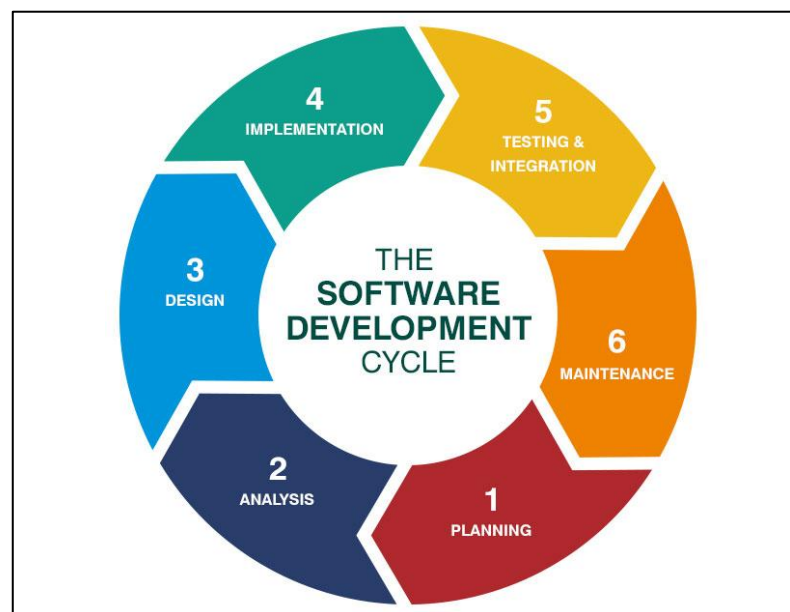


Figura 1. Fases del ciclo de vida del software

Nota. Tomado de ¿Qué es el SDLC seguro? [Imagen], por (InfoProtección, 2025), InfoProtección (<https://www.infoproteccion.com/desarrollo-software-seguro/que-es-el-sdlc-seguro/>). Todos los derechos reservados.

2.2.3.3. Modelos de ciclo de vida y su aplicación

Existen múltiples modelos dentro del SDLC, como Waterfall (cascada), Iterativo/Incremental, Ágil y modelos híbridos. La selección del modelo determina el nivel de flexibilidad y capacidad de adaptación del proyecto. (Bitew Aniley et al., 2024) señalan que la elección del SDLC influye directamente en los costos, el rendimiento y el éxito del proyecto, por lo que es fundamental comprender las diferencias entre los principales enfoques antes de decidir cuál se aplica mejor a un sistema institucional como un ERP.

Con el fin de visualizar estas diferencias y su impacto potencial en el proyecto, la siguiente tabla presenta una comparación entre los modelos más utilizados del ciclo de vida del software, resaltando aspectos como la tolerancia al cambio, la retroalimentación, el riesgo y el control del proyecto.

Tabla 2. Comparación de modelos del ciclo de vida del software (SDLC)

Criterio	Waterfall (Cascada)	Iterativo / Incremental	Ágil	Híbrido	Referencias
Enfoque	Secuencial y rígido	Desarrollo por ciclos	Adaptativo y flexible	Combina fases lineales e iterativas	ALazzawi et al. (2023), Bodke et al. (2025), Chinta et al. (2023)
Cambio de requisitos	Poco tolerante	Moderado	Altamente tolerante	Tolerancia media	Bodke et al. (2025), Chinta et al. (2023)
Retroalimentación del usuario	Al final del proyecto	En cada iteración	Continua	Parcial + continua	Bodke et al. (2025), Chinta et al. (2023), Hossain (2023)
Entrega del producto	Única entrega final	Entregas por incrementos	Entregas frecuentes	Entregas combinadas	Bodke et al. (2025), Chinta et al. (2023)
Documentación	Extensa	Moderada	Ligera	Equilibrada	Chinta et al. (2023), Bodke et al. (2025)
Riesgo del proyecto	Alto	Medio	Bajo	Medio	Bodke et al. (2025), Hossain (2023), Bodke et al. (2025)
Tamaño del equipo	Grande y altamente estructurado	Mediano	Pequeño a mediano	Variable	Hossain (2023), Bodke et al. (2025)
Adecuado para	Requisitos fijos y estables	Requisitos que evolucionan gradualmente	Proyectos dinámicos con cambios frecuentes	Contextos mixtos	Maharao (2022), Diansyah et al. (2023), Demirağ & Ünal (2023)

En el caso del ERP, donde los requisitos pueden ajustarse con el avance del análisis y el equipo de desarrollo es reducido, resulta evidente que los modelos ágiles ofrecen mayor capacidad de adaptación frente a los enfoques lineales tradicionales. Su naturaleza iterativa permite incorporar mejoras sobre la marcha, validar funcionalidades en ciclos cortos y recibir retroalimentación continua de los usuarios institucionales, algo esencial para un sistema que debe alinearse con procesos reales de consultoría, fiscalización y gestión de obras.

2.2.4. Metodologías de desarrollo de software

Las metodologías ágiles surgieron como alternativas a los enfoques tradicionales de desarrollo de software (como el modelo en cascada) para responder con mayor flexibilidad al cambio, reducir tiempos de entrega e incrementar la colaboración entre equipos multidisciplinarios. En este marco, tres métodos son especialmente relevantes para el desarrollo del sistema ERP: Scrum, Kanban y XP. Cada uno aporta enfoques distintos que pueden aplicarse de forma complementaria al ciclo de vida del software.

2.2.4.1. Scrum

La metodología de trabajo Scrum propone dividir el desarrollo en iteraciones llamadas sprints, combinando roles bien definidos (Product Owner, Scrum Master, equipo de desarrollo), artefactos (Product Backlog, Sprint Backlog) y reuniones periódicas (planning, daily scrum, review, retrospective). Según un estudio reciente, "Scrum helps teams achieve both dimensions of quality by promoting ... collaboration, psychological safety, accountability, transparency" (Alami et al., 2022).

En el contexto del ERP, Scrum facilita que los módulos de construcción, fiscalización y consultorías se entreguen de forma incremental, con retroalimentación temprana de los usuarios de la Dirección de Consultoría y Proyectos, lo que permite ajustar requisitos y funcionalidades sin esperar al producto final.

2.2.4.2. Kanban

La metodología Kanban se basa en la visualización del flujo de trabajo (por ejemplo, a través del tablero Kanban), limitación del trabajo en curso (WIP – Work In Progress) y mejora continua del sistema. Según (Dahule, 2023), Kanban "enhances workflow efficiency, task prioritization and cross-functional collaboration" (p. 8).

Para el caso del ERP, Kanban permitirá al equipo técnico y de consultoría visualizar claramente las etapas de desarrollo de cada módulo, supervisar cuellos de botella (por ejemplo, en fiscalizaciones) y alinear la carga de trabajo con los recursos disponibles.

2.2.4.3. Extreme Programming (XP)

Extreme Programming (XP) es una metodología ágil orientada especialmente al desarrollo de software con alta calidad y capacidad de respuesta al cambio. Se caracteriza por prácticas como programación en parejas (pair programming), pruebas automatizadas, refactorización continua e integración constante. Un estudio acerca de XP y metodologías ágiles afirma que "XP hace hincapié en el desarrollo iterativo, las pruebas continuas y la participación del cliente" (Pambudi & Apriandari, 2023).

Dado que el ERP requiere una adaptación modular al entorno de consultorías y obras, XP es muy adecuado para asegurar que el código y los módulos estén bien testeados y se adapten rápidamente a cambios de requisitos.

2.2.4.4. Análisis comparativo de las metodologías

La selección de una metodología de desarrollo es un paso determinante para garantizar que los módulos del Enterprise Resource Planning (ERP) se construyan de manera eficiente, adaptable y alineada con las necesidades reales de la Dirección de Consultoría y Proyectos de UPEC CREATIVA EP.

El proyecto al ser desarrollado por un equipo de dos personas, y considerando que los requisitos pueden ajustarse conforme se avanza en el levantamiento y modelado de procesos, es necesario utilizar un enfoque que permita flexibilidad, retroalimentación continua, simplicidad en la gestión y una alta calidad del código.

Con este propósito, se analizan tres metodologías ágiles ampliamente utilizadas en el ámbito del desarrollo de software: Scrum, Kanban y Extreme Programming (XP). Cada una aporta enfoques distintos que pueden adaptarse a proyectos de distinta naturaleza; sin embargo, su aplicabilidad varía según el tamaño del equipo, el nivel de incertidumbre de los requisitos, el ritmo de desarrollo y la necesidad de control técnico.

El análisis comparativo evidencia que Scrum proporciona una estructura clara mediante sprints, roles definidos y entregables periódicos; sin embargo, esta

formalidad puede generar sobrecarga administrativa en un equipo pequeño. Kanban, por otro lado, ofrece una gestión flexible basada en la visualización del flujo de trabajo, pero carece de prácticas técnicas rigurosas que garanticen la calidad del código, un factor esencial para un ERP modular.

En contraste, Extreme Programming (XP) destaca por su énfasis en la calidad técnica, la simplicidad del proceso, la entrega continua y la incorporación inmediata de cambios, características que responden directamente a las demandas del proyecto. XP se adapta especialmente bien a equipos de pocas personas y proyectos donde la validación continua con el usuario es crítica.

Tabla 3. Comparación de metodologías ágiles aplicadas al desarrollo de un ERP

Criterio de Evaluación	Scrum	Extreme Programming (XP)	Kanban	Referencias
Enfoque principal	Gestión iterativa mediante sprints y roles definidos	Calidad del código, prácticas de ingeniería y retroalimentación continua	Gestión visual del flujo y optimización continua	Darlami Magar (2025), Jain et al. (2024a), Risener (2022)
Tamaño y tipo de proyecto recomendado	Equipos de 3–9 personas; requisitos cambiantes	Equipos pequeños (2–12); alta calidad de código	Cualquier tamaño; flujo constante	Darlami Magar (2025), Obaid Barraood et al. (2021a) Orlov et al. (2021b), Government Accountability Office (2023)
Adaptabilidad al cambio	Alta; cambios entre sprints	Muy alta; cambios en cualquier momento	Muy alta; cambios fluidos	Amajuoyi et al. (2024), Orlov et al. (2021b)
Gestión del equipo	Roles formales: Scrum Master, Product Owner, Developers	Equipo autoorganizado; programación en parejas	Equipo autoorganizado sin roles	Gbli Tetteh (2024), Risener (2022)
Ciclos de desarrollo / iteraciones	Sprints de 1–4 semanas	Iteraciones muy cortas (1–2 semanas)	Flujo continuo, sin iteraciones	Amajuoyi et al. (2024), Ozkan et al. (2022)
Control de calidad	Definition of Done; pruebas dentro del sprint	Muy alto; TDD, pair programming, refactorización	Depende del equipo	Orlov et al. (2021a)
Documentación	Mínima; enfocada en Product Backlog	Mínima; código como documentación primaria	Flexible	Obaid Barraood et al. (2021a)
Integración continua / despliegue	Recomendado	Fundamental; múltiples integraciones diarias	No prescrito	Darlami Magar (2025)
Automatización y testing	Recomendado	Obligatorio (TDD, pruebas automatizadas)	No prescrito	Ozkan et al. (2022)
Comunicación con el cliente	Regular mediante revisiones de sprint	Muy alta; cliente disponible frecuentemente	Flexible	Jain et al. (2024a)
Herramientas comunes	Jira, Trello, Azure DevOps	Git, Jenkins, pytest, GitLab CI/CD	Trello, Jira	

Ventajas específicas para ERP (Odo, Python, PostgreSQL, Ubuntu Server)	Estructura clara para módulos; gestión efectiva de backlog	Código limpio, TDD compatible con pytest; CI fácil con GitLab	Visualización del avance de módulos; alta flexibilidad	Yahya & Maidin (2023)
Desventajas o limitaciones	Roles difíciles para equipo de 2; ceremonias pesadas	Requiere disciplina técnica elevada; pair programming puede ralentizar	Falta de estructura puede causar caos	Gbli Tetteh (2024)
Formalidad / estructura	Alta	Media	Baja	Risener (2022), Reiter (2025)
Madurez requerida	Media	Alta	Media–Alta	Gbli Tetteh (2024), (Diego et al., 2024)

2.2.4.5. Justificación de la selección de la metodología XP

El proyecto consiste en el desarrollo de un conjunto de módulos especializados para un ERP institucional, construido por un equipo de dos desarrolladores y estrechamente vinculado a los procesos internos de construcción, fiscalización y consultorías de UPEC CREATIVA EP. Bajo estas condiciones, Extreme Programming (XP) se convierte en la metodología más adecuada, debido a su orientación a equipos pequeños, sus ciclos de trabajo cortos y su énfasis en las prácticas técnicas que garantizan un software estable, limpio y mantenible.

XP destaca por promover la comunicación constante entre los desarrolladores y los usuarios institucionales, la retroalimentación continua, el diseño simple y las pruebas frecuentes. Según (Pambudi & Apriandari, 2023), XP “emphasizes iterative development, continuous testing, and customer involvement,” lo que permite obtener productos funcionales de manera rápida y ajustados a las necesidades reales del usuario. Esta característica resulta fundamental en el presente proyecto, en el que cada módulo requiere validación temprana y ajustes frecuentes conforme se profundiza en el análisis de los procesos institucionales.

Asimismo, XP permite gestionar de manera eficaz la evolución de requisitos, algo especialmente relevante en el desarrollo de un ERP modular, donde cada componente depende de la claridad y consistencia de los procesos institucionales. Su enfoque pragmático reduce riesgos, evita la acumulación de errores técnicos y facilita que el ERP final sea escalable y coherente con los objetivos de mejora institucional.

2.2.5. Lenguajes de programación

El desarrollo de un Sistema de Planificación de Recursos Empresariales (Enterprise Resource Planning, ERP) requiere seleccionar lenguajes de programación y tecnologías apropiadas para asegurar un sistema modular, mantenible y escalable. En este apartado se analizan los lenguajes y plataformas más utilizados en la industria para construir sistemas ERP modernos, con énfasis en aquellos que influyen directamente en la funcionalidad, rendimiento y capacidad de integración.

2.2.5.1. Python

Python es un lenguaje de programación interpretado y de alto nivel que ha ganado protagonismo en el desarrollo de aplicaciones empresariales gracias a su sintaxis clara, su enfoque multiparadigma y su extensa comunidad de desarrolladores. En los últimos años, este lenguaje se ha posicionado entre los más utilizados en sistemas corporativos debido a su rapidez para construir prototipos funcionales, su facilidad de mantenimiento y la disponibilidad de bibliotecas diseñadas para el manejo de datos, automatización y construcción de arquitecturas modulares.

Según (Ekren et al., 2025), Python es ampliamente adoptado en entornos empresariales modernos porque “offers flexibility, ease of integration and supports scalable application development” (p. 3), lo que lo convierte en una opción sólida para implementar sistemas complejos con requerimientos cambiantes.

En el contexto del ERP institucional para UPEC CREATIVA EP, Python permite crear módulos personalizados que representen con precisión los procesos de construcción, fiscalización, consultorías y gestión administrativa. Su orientación a objetos facilita modelar entidades como obras, reportes técnicos, recursos y documentos, lo que contribuye a una estructura de código más mantenible y adaptable a la evolución futura del sistema.

2.2.5.2. Java

Java es un lenguaje orientado a objetos ampliamente utilizado en sistemas empresariales distribuidos, especialmente en plataformas ERP que demandan estabilidad, alta disponibilidad y escalabilidad. Su máquina virtual (JVM) permite desplegar aplicaciones en distintos entornos sin necesidad de modificaciones, lo que ha consolidado a Java como uno de los pilares tecnológicos en soluciones corporativas de gran escala.

(Walker et al., 2020) afirma que Java se mantiene como un componente esencial en arquitecturas empresariales debido a su madurez y su capacidad para “support large-scale, modular and maintainable systems” (p. 5), cualidades indispensables para organizaciones que requieren manejar grandes volúmenes de datos y múltiples procesos simultáneos.

Este lenguaje sirve como referencia de cómo los sistemas corporativos estructuran módulos de negocio, gestionan transacciones complejas y mantienen una arquitectura robusta. Estos principios son útiles para orientar el diseño conceptual del ERP institucional en términos de modularidad y estabilidad.

2.2.5.3. C#/.NET

C# es un lenguaje desarrollado por Microsoft y utilizado ampliamente en sistemas empresariales que requieren integración con servicios corporativos, seguridad avanzada y arquitecturas escalables. La plataforma .NET proporciona un entorno sólido para construir aplicaciones con interfaces modernas, servicios web, APIs y mecanismos de autenticación robustos.

(Janicke et al., 2023) señala que la plataforma .NET se ha fortalecido como una de las tecnologías más utilizadas en aplicaciones empresariales modernas porque “enables secure, high-performance enterprise applications and supports modular development through well-structured APIs” (p. 2). Esto convierte a C# en una opción estratégica para soluciones que demandan integridad y consistencia de datos.

En relación con el tema de investigación, la revisión de C# y .NET permite comprender cómo los ERP corporativos gestionan componentes críticos, validan flujos de trabajo y mantienen estándares elevados de calidad. Estos criterios ayudan a orientar el desarrollo del ERP institucional, especialmente en aspectos de seguridad, organización del código y diseño de módulos.

2.2.5.4. ABAP y SAP S/4 HANA

ABAP (Advanced Business Application Programming) es el lenguaje nativo utilizado en los sistemas SAP ERP, especialmente en la versión SAP S/4HANA. Se trata de un lenguaje especializado en lógica de negocio, procesos financieros, gestión logística y operaciones corporativas, diseñado para integrarse con grandes volúmenes de datos y procesos críticos.

(Juturi, 2024a) destaca que SAP S/4HANA incorpora mejoras técnicas significativas que permiten optimizar el desempeño empresarial mediante automatización, análisis en tiempo real y capacidades avanzadas de integración en la nube. El autor señala que este ERP “leverages advanced business logic to streamline enterprise workflows and enhance operational efficiency” (p. 2), lo que demuestra la importancia de lenguajes altamente especializados como ABAP en entornos corporativos exigentes.

El estudio de SAP S/4 HANA y su arquitectura permite entender cómo los grandes ERP organizan sus módulos, integran datos y gestionan procesos de negocio estandarizados. Estos aprendizajes sirven como referencia para definir buenas prácticas y diseñar un sistema institucional coherente y escalable.

2.2.5.5. Análisis de los lenguajes de programación

La elección del lenguaje de programación es un componente esencial en el desarrollo de un Enterprise Resource Planning (ERP), ya que determina la facilidad de implementación, la rapidez de desarrollo, el nivel de mantenimiento requerido y la capacidad del sistema para integrarse con otras herramientas institucionales. Para identificar la opción más adecuada para el ERP de la Dirección de Consultoría y Proyectos de UPEC CREATIVA EP, se realiza la siguiente comparación entre los lenguajes utilizados por los principales ERP del mercado.

El análisis evidencia que Python presenta ventajas significativas frente a los otros lenguajes evaluados. Su sintaxis clara reduce la curva de aprendizaje y permite que nuevos desarrolladores se integren rápidamente, algo determinante para un equipo pequeño como el del presente proyecto. Además, Python ofrece una alta productividad debido a su capacidad para desarrollar funcionalidades completas con menos líneas de código, lo cual acelera la entrega de módulos funcionales y facilita el trabajo iterativo.

En contraste, ABAP es un lenguaje propietario con una curva de aprendizaje compleja y altos costos asociados, lo que limita su aplicabilidad fuera del ecosistema SAP. C# y Java, aunque robustos, requieren configuraciones más elaboradas y dependen de infraestructuras específicas que resultan menos flexibles para un entorno institucional que busca minimizar costos y dependencia tecnológica.

Asimismo, Python destaca por su ecosistema de bibliotecas científicas, su portabilidad entre sistemas operativos y su fuerte integración con APIs modernas, lo que facilita la automatización de procesos y la creación de módulos especializados para áreas

como construcción, fiscalización y consultorías. Su bajo costo de mantenimiento y su compatibilidad con herramientas de testing automatizado lo convierten en un lenguaje adecuado para un proyecto que requiere iteraciones rápidas y control de calidad continuo.

Tabla 4. Comparación de lenguajes de programación en ERP

Criterio de Comparación	Python	ABAP (SAP)	C# .NET (Dynamics 365)	Java/SuiteScript (NetSuite)	Referencias
Facilidad de Aprendizaje	Sintaxis clara y legible, curva suave	Lenguaje propietario complejo	Curva media; ecosistema amplio	Curva media; SuiteScript específico	Zečević et al. (2023), Orłowska (2023)
Productividad de Desarrollo	Desarrollo rápido, pocas líneas	Desarrollo lento, sintaxis extensa	Productividad media	Productividad limitada por API	Jain et al. (2024b)
Bibliotecas y Frameworks	Ecosistema extenso y variado	Bibliotecas restringidas a SAP	Bibliotecas .NET extensas	Bibliotecas limitadas	Orlov et al. (2021b)
Comunidad y Recursos	Comunidad global amplia	Comunidad limitada a consultores SAP	Comunidad grande pero fragmentada	Comunidad pequeña	Zečević et al. (2023)
Portabilidad	Multiplataforma	Dependiente del entorno SAP	Principalmente Windows	Dependiente de NetSuite	Türkmen et al. (2024)
Integración con IA/ML	Excelente	Limitada	Buena mediante Azure ML	Limitada	Amajuoyi et al. (2024)
Procesamiento de Datos	Excelente	Básico	Bueno con LINQ	Básico	Obaid Barraood et al. (2021b)
Generación de Reportes	Varias bibliotecas especializadas	Crystal Reports (costo adicional)	SSRS integrado	Motor propietario	Dymora & Paszkiewicz (2020)
Curva de Mantenimiento	Muy baja	Alta, requiere especialistas	Media	Alta	Morawiec & Sołtysik-Piorunkiewicz (2023)
Costo de Desarrollo	Bajo; herramientas gratuitas	Muy alto; licencias SAP	Medio; depende del entorno	Alto	(Reis, 2023)
Testing y Debugging	pytest, unittest	Herramientas limitadas	NUnit, MSTest	Limitadas	Abdulkareem & Abboud (2021)
Desarrollo Web Integrado	Framework integrado en Odoo	WebDynpro/Fiori (complejo)	ASP.NET	SuiteScript Web	Medicherla & Madabattula (2022)
Manejo de Concurrencia	asyncio, threading	Adecuado pero complejo	Excelente con async/await	Limitado	Beillahi et al. (2022), Belson et al. (2019)
Documentación del Código	Docstrings integrados	Comentarios estándar	XML Comments	JSDoc	Ciurumelea et al. (2023a)
Interoperabilidad	Alta con APIs REST	Limitada	Alta	Dependiente de NetSuite	Bajrami et al. (2024)

2.2.5.6. Justificación de la elección de Python

Python es el lenguaje más adecuado para el desarrollo del ERP institucional de UPEC CREATIVA EP por las siguientes razones:

- Rapidez y eficiencia para ciclos iterativos: Python permite desarrollar módulos en menor tiempo gracias a su sintaxis simple y su gran cantidad de herramientas integradas. Esto es fundamental para un desarrollo basado en ciclos cortos, revisiones frecuentes y mejoras continuas.
- Curva de aprendizaje accesible: Para un equipo de dos desarrolladores, Python reduce barreras técnicas y permite que ambos mantengan un ritmo constante sin requerir especializaciones costosas o certificaciones propietarias.
- Ecosistema amplio y orientado a datos: La Dirección de Consultoría y Proyectos depende de reportes, métricas y documentación técnica. Python, con bibliotecas como Pandas, NumPy, Matplotlib y ReportLab, facilita generar reportes detallados, análisis de información y visualizaciones útiles para la gestión institucional.
- Portabilidad y flexibilidad: Python funciona de forma nativa en servidores Ubuntu, Windows y macOS, lo que permite desplegar el ERP en cualquier infraestructura actual o futura sin necesidad de reescribir componentes.
- Bajo costo de desarrollo y mantenimiento: Al ser un lenguaje libre y ampliamente documentado, elimina costos de licencias y reduce la dependencia de especialistas externos. Esto contribuye a la sostenibilidad del ERP a largo plazo.
- Integración con servicios institucionales: Python ofrece interoperabilidad elevada con APIs REST y SOAP, lo que facilita la conexión del ERP con sistemas documentales, servicios internos o futuras ampliaciones tecnológicas.
- Compatibilidad con buenas prácticas de ingeniería: Las herramientas nativas de testing permiten aplicar de forma natural principios como TDD y refactorización continua, esenciales para garantizar la calidad del software.

2.2.6. Lenguajes Front-End

La capa de presentación o Front-End constituye el nivel donde los usuarios interactúan directamente con un sistema de información, por lo que su diseño, estructura y tecnología influyen de manera decisiva en la usabilidad, experiencia del usuario y eficiencia operativa. En los sistemas empresariales modernos, el Front-End se

construye mediante lenguajes y tecnologías orientadas a la representación de interfaces, la interacción dinámica y la integración con la lógica del sistema. Según la documentación del World Wide Web Consortium (2025), las plataformas actuales han adoptado progresivamente tecnologías web estandarizadas para garantizar accesibilidad, interoperabilidad y estabilidad a largo plazo.

Asimismo, Mozilla Developer Network (2025) señala que los lenguajes utilizados en la capa de presentación deben facilitar modularidad, separación entre la lógica de negocio y la interfaz, y flexibilidad para adaptarse a diferentes contextos organizacionales. Por este motivo, los lenguajes más empleados combinan modelos declarativos, plantillas estructuradas y tecnologías dinámicas basadas en scripting.

2.2.6.1. Extensible Markup Language (XML)

El Extensible Markup Language (XML) es un lenguaje de marcado estructurado recomendado por Amazon Web Services (2024), utilizado para definir vistas, formularios y componentes mediante una sintaxis jerárquica. Su carácter declarativo permite separar la estructura visual de la lógica del sistema, facilitando el mantenimiento y evitando acoplamientos innecesarios.

De acuerdo con la documentación oficial del W3C, XML resulta especialmente útil en entornos donde se requiere modularidad y extensibilidad, dado que su modelo de etiquetas jerárquicas permite ampliar o modificar la estructura de los datos sin alterar el funcionamiento general del sistema World Wide Web Consortium (2013). Gracias a esta flexibilidad, XML puede emplearse como base para plantillas, configuraciones o componentes que demanden consistencia, portabilidad y reutilización dentro de un sistema.

2.2.6.2. HyperText Markup Language (HTML5)

HTML5 es el lenguaje de marcado estándar para construir interfaces web, definido por el Web Hypertext Application Technology Working Group, 2025). Su amplia compatibilidad con navegadores, estructura semántica y capacidad para integrar elementos multimedia, formularios y componentes interactivos lo convierten en el pilar fundamental del desarrollo web moderno.

Mozilla Developer Network, 2025), señala que HTML5 es esencial en la capa de presentación debido a su flexibilidad y a su integración estrecha con CSS3 y

JavaScript, permitiendo interfaces responsivas, accesibles y adaptables a distintos dispositivos.

2.2.6.3. JavaScript y TypeScript

JavaScript es el principal lenguaje de scripting orientado al comportamiento dinámico en interfaces web. Permite actualizar contenido sin recargar la página, validar formularios, gestionar eventos y generar componentes interactivos (Mozilla Developer Network, 2025b). Con el crecimiento de aplicaciones empresariales de gran escala, surgió TypeScript, un superconjunto de JavaScript con tipado estático mantenido por Microsoft (Microsoft, 2025b), que mejora la mantenibilidad y reduce errores en código complejo.

La documentación oficial de TypeScript destaca que este lenguaje permite construir interfaces más robustas y escalables gracias a su sistema de tipos, lo cual es especialmente valioso en plataformas empresariales con múltiples módulos y componentes reutilizables (Microsoft, 2025b).

2.2.6.4. Análisis de los lenguajes Front-End

Los lenguajes Front-End utilizados en sistemas empresariales cumplen funciones distintas dentro de la capa de presentación, por lo que su selección depende del nivel de interacción requerido, la estructura de las interfaces y el grado de personalización esperado dentro del sistema. Al analizar los lenguajes XML, HTML5 y JavaScript/TypeScript, se evidencia que cada uno aporta capacidades específicas que influyen directamente en la construcción y mantenimiento de vistas en aplicaciones empresariales.

En primer lugar, XML destaca por ser un lenguaje declarativo orientado a la estructura y organización de la información. Su naturaleza jerárquica permite definir interfaces de manera modular, ordenada y fácilmente mantenible. De acuerdo con el W3C (2013), su capacidad para separar completamente la estructura visual de la lógica del sistema facilita la reutilización de componentes y la adaptación a distintos requerimientos institucionales. Esto lo convierte en un lenguaje especialmente adecuado para vistas basadas en formularios, reportes estructurados y configuraciones de interfaz estables.

Por otro lado, HTML5 constituye el estándar universal para la construcción de interfaces web, ya que ofrece una estructura semántica clara y es compatible con

todos los navegadores modernos. Su integración nativa con CSS3 y JavaScript permite crear interfaces responsivas y visualmente accesibles. Según MDN (2025), HTML5 es la base sobre la cual se construyen la mayoría de las aplicaciones web, dado que proporciona un marco flexible para organizar contenido, formularios y elementos interactivos sin necesidad de herramientas adicionales.

Finalmente, JavaScript y TypeScript proporcionan la capa de dinamismo en las aplicaciones. JavaScript permite responder a eventos, animar elementos y actualizar la interfaz sin recargar la página, mientras que TypeScript añade tipado estático y mejora la calidad del código para aplicaciones más complejas. La documentación oficial de (Microsoft, 2025b) destaca que TypeScript facilita el desarrollo de interfaces escalables, especialmente en entornos empresariales donde se gestionan múltiples módulos, componentes reutilizables y flujos avanzados de interacción. A diferencia de XML y HTML5, estos lenguajes otorgan a la aplicación la capacidad de comportarse de manera dinámica e interactuar directamente con servicios internos o externos.

En conjunto, los tres lenguajes se complementan dentro del Front-End de sistemas empresariales: XML estructura, HTML5 presenta y JavaScript/TypeScript dinamiza. Esta complementariedad permite construir interfaces robustas, modulares y adaptadas a las necesidades de entornos organizacionales.

Tabla 5. Comparación de lenguajes Front-End

Criterio de Comparación	XML	HTML5	JavaScript / TypeScript	Referencias
Tipo de Lenguaje	Declarativo	Lenguaje de marcado web	Lenguaje de scripting (TS tipado)	Vyas (2022), Sinha & Sinha Jana (2024)
Estructura	Jerárquica y basada en nodos	Semántica y orientada a documentos	Imperativa, orientada a eventos	Khan Mohd et al. (2022), Ciurumelea et al. (2023b)
Función Principal	Definir vistas, formularios y estructura visual	Construir la estructura base de páginas web	Interacción dinámica, validaciones, animaciones	Atay (2020), Vyas (2022)
Curva de Aprendizaje	Baja	Baja	Media-Alta	Sinha & Sinha Jana (2024)
Mantenibilidad	Alta; fácil de modificar sin afectar la lógica	Alta; estándar universal	Media; requiere programación	Atay (2020), Dwyer (2021)
Interactividad	Baja; requiere JS para funciones dinámicas	Media; depende del uso con CSS/JS	Muy alta; permite interfaces altamente dinámicas	Vyas (2022)
Reutilización de Componentes	Alta mediante herencia y modularidad	Media; requiere estructuras adicionales	Muy alta mediante librerías y frameworks	Khan Mohd et al. (2022)

Compatibilidad Web	Depende del motor de renderizado	Total (navegadores modernos)	Total (navegadores modernos)	Dwyer (2021), Atay (2020)
Uso en Reportes Empresariales	Muy alto; ideal para documentos formales	Medio	Bajo	Pokorný (2025)
Separación Lógica–Vista	Total; interfaz separada de la lógica	Parcial	Baja; tiende a integrarse con la lógica	Vyas (2022)
Adecuación para Sistemas Empresariales	Muy alta; interfaces estructuradas y modulares	Alta; estándar de visualización	Muy alta; interfaces altamente interactivas	Khan Mohd et al. (2022), W3C (2013)
Dependencia Tecnológica	Estándar abierto	Estándar universal	Estándar universal	Atay (2020), ECMA (2025)

2.2.7. Motores de base de datos

Los motores de base de datos son un componente central en los sistemas de información empresariales, especialmente en los Enterprise Resource Planning (ERP), ya que concentran el almacenamiento, consulta y actualización de la información crítica. Su elección influye en el rendimiento del sistema, la integridad de los datos, la escalabilidad y los costos de operación. En este apartado se describen y comparan cuatro motores ampliamente utilizados en contextos empresariales: PostgreSQL, SAP HANA, Microsoft SQL Server y Oracle Database.

2.2.7.1. PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema gestor de bases de datos relacional (RDBMS, Relational Database Management System) de código abierto, diseñado con énfasis en la fiabilidad, el cumplimiento de estándares SQL y la extensibilidad. Soporta transacciones ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability), tipos de datos avanzados, funciones definidas por el usuario y mecanismos de indexación eficientes, lo que lo hace adecuado para aplicaciones empresariales con requerimientos de consistencia y con volúmenes de datos crecientes. Estudios recientes de benchmarking muestran que PostgreSQL puede superar significativamente a otros motores abiertos como MySQL en tiempos de respuesta para operaciones de lectura sobre grandes conjuntos de datos, lo que refuerza su idoneidad para sistemas que requieren baja latencia y procesamiento concurrente (Sheng et al., 2024).

2.2.7.2. SAP HANA

SAP HANA (High-Performance Analytic Appliance) es un motor de base de datos en memoria que combina almacenamiento en columnas, compresión de datos y

procesamiento masivamente paralelo para ofrecer análisis y transacciones en tiempo casi real. Esta plataforma se utiliza como base de SAP S/4HANA, integrando datos transaccionales y analíticos en una misma estructura, lo que reduce la necesidad de almacenes de datos separados y permite construir analítica embebida directamente sobre los registros operativos. La literatura reciente sobre arquitectura de SAP S/4HANA subraya que HANA se ha consolidado como núcleo tecnológico del ERP de SAP, al soportar informes y modelos analíticos que trabajan sobre datos vivos, sin procesos de carga intermedios (Juturi, 2024b).

2.2.7.3. Microsoft SQL Server

Microsoft SQL Server es un RDBMS propietario ampliamente utilizado en organizaciones que trabajan sobre el ecosistema tecnológico de Microsoft, integrándose de forma natural con Windows Server, Azure y soluciones empresariales como Dynamics. Ofrece herramientas para administración, replicación, monitoreo, análisis de datos y mecanismos de seguridad avanzada, entre ellos la encriptación transparente de datos (Transparent Data Encryption, TDE). Investigaciones recientes que evalúan el impacto de TDE en el rendimiento de SQL Server concluyen que, aunque la encriptación introduce una cierta degradación en tiempos de respuesta, el motor mantiene niveles de fiabilidad y eficiencia aceptables para entornos de producción, siempre que se dimensione adecuadamente la infraestructura (Madyatmadja et al., 2021).

2.2.7.4. Oracle Database

Oracle Database es uno de los motores relacionales comerciales más extendidos en sistemas de misión crítica. Soporta modelos avanzados de alta disponibilidad, replicación, particionamiento y un lenguaje procedimental propio (PL/SQL) que permite encapsular lógica de negocio dentro de la base de datos. Estudios comparativos recientes entre MySQL, PostgreSQL y Oracle muestran que Oracle ofrece un rendimiento muy competitivo en operaciones de selección sobre grandes volúmenes de datos, mientras que PostgreSQL presenta ventajas cuando se trabaja estrechamente con aplicaciones que usan mapeo objeto-relacional (ORM), lo cual evidencia que el desempeño depende tanto del motor como de la forma en que la aplicación se comunica con él (Choina & Skublewska-Paszkowska, 2022).

2.2.7.5. Análisis de los motores de base de datos

La base de datos es el componente central de un Enterprise Resource Planning (ERP), ya que sostiene todas las operaciones de almacenamiento, consulta, integridad y disponibilidad de la información institucional. La eficiencia del sistema depende en gran medida del motor de base de datos elegido, especialmente cuando se manejan procesos críticos como control de obras, fiscalizaciones, reportes técnicos y documentación administrativa.

Para seleccionar el motor más adecuado, a continuación, se presenta una comparación detallada entre cuatro de los motores más utilizados en plataformas ERP modernas: PostgreSQL, SAP HANA / SQL Anywhere, Microsoft SQL Server y Oracle Database.

La comparación evidencia diferencias técnicas y económicas claras entre los motores analizados.

PostgreSQL se destaca como la alternativa más equilibrada en costo–beneficio, al ser completamente gratuito, multiplataforma y con un conjunto de características que compiten en nivel empresarial: tipos de datos avanzados, JSONB optimizado, replicación eficiente, soporte de transacciones ACID y una comunidad que mantiene un desarrollo constante.

Por otro lado, SAP HANA muestra un rendimiento excepcional gracias a su arquitectura en memoria, pero su uso implica hardware especializado y altos costos, lo que lo orienta casi exclusivamente a corporaciones de gran escala. Microsoft SQL Server ofrece una integración sólida con el ecosistema Windows y herramientas como SSMS y Query Store, pero su esquema de licenciamiento por núcleo lo hace costoso a medida que crece la carga. Oracle Database, aunque muy robusto y con alta disponibilidad, es el motor con mayor costo tanto en licencias como en infraestructura, especialmente cuando se requieren módulos adicionales de optimización.

En términos de flexibilidad, PostgreSQL sobresale por su extensibilidad (funciones definidas por el usuario, operadores personalizados, tipos avanzados), mientras que SAP HANA, SQL Server y Oracle se encuentran más limitados por sus arquitecturas propietarias. La compatibilidad con estándares también es mayor en PostgreSQL, lo que facilita la integración con aplicaciones modernas que utilizan APIs REST, datos JSON o estructuras híbridas.

Tabla 6. Comparación de motores de base de datos en ERP

Criterio de Comparación	PostgreSQL (Odo)	SAP HANA / SQL Anywhere	Microsoft SQL Server	Oracle Database	Referencias
Costo de Licenciamiento	Gratuito, sin límites	Alto costo de licencia	Licencia por núcleo/servidor	Alto costo de licencia	ReddyKavuri (2024), ClefinCode (2025)
Rendimiento	Excelente rendimiento transaccional	Muy alto, pero con hardware especializado	Buen rendimiento en Windows	Muy alto, costoso de optimizar	AltexSoft (2023), C. Zhang et al. (2024)
Escalabilidad	Escalabilidad horizontal y particionamiento	Principalmente vertical	Escalable con límites por licencia	Alta escalabilidad con alto costo	ReddyKavuri (2024)
Tipos de Datos	JSON, XML, arrays, geométricos	Estándar + tipos SAP	Estándar SQL Server	Tipo propietarios Oracle	AltexSoft (2023)
ACID Compliance	Totalmente compatible	Compatible	Compatible	Compatible	C. Zhang et al. (2024)
Características Avanzadas	Índices GIN, GiST, vistas materializadas	Columnar in-memory	Columnstore, clustered	Bitmap, particionamiento avanzado	H. Zhang et al. (2015), Neeli (2020)
Replicación y Alta Disponibilidad	Streaming, logical replication	HA costosa integrada	Always-On (Enterprise)	Data Guard (licencia adicional)	ReddyKavuri (2024)
Respaldo y Recuperación	pg_dump, pg_basebackup, Barman	Herramientas SAP	SQL Server Agent, SSMS	RMAN	Jashnani et al. (2023), Microsoft (2012), (SAP SE, 2024)
Seguridad	SSL/TLS, RLS, autenticación robusta	Seguridad avanzada	TDE (Enterprise)	Seguridad robusta	AltexSoft (2023)
Extensibilidad	Muy alta, funciones y tipos personalizados	Limitada al ecosistema SAP	Extensible con CLR	Extensible con PL/SQL	ReddyKavuri (2024)
Compatibilidad con Estándares SQL	Alta conformidad con SQL:2016	Extensiones propietarias	T-SQL propio	PL/SQL propio	AltexSoft (2023), Oracle Corporation (2024)
Concurrencia	MVCC avanzado	Buen manejo	Bueno con bloqueos optimistas	Excelente pero complejo	C. Zhang et al. (2024)
Herramientas de Administración	pgAdmin y herramientas open source	SAP HANA Studio	SSMS (solo Windows)	Enterprise Manager	ReddyKavuri (2024)
Monitoreo y Optimización	EXPLAIN, pg_stat_statements	Herramientas HANA	Query Store, DMVs	AWR/ASH (licencia)	Wunsch (2026)
Funciones Analíticas	Window functions completas	Analítica avanzada	Analítica completa	Analítica completa	C. Zhang et al. (2024), Microsoft (2024)
JSON / Datos Semiestructurados	JSONB optimizado e indexado	JSON básico	JSON nativo	JSON con restricciones	AltexSoft (2023)

Requisitos de Hardware	Funciona en hardware modesto	Requiere hardware específico	Moderado	Alto	ReddyKavuri (2024)
Documentación	Clara, extensa, comunidad activa	Compleja	Buena documentación	Compleja	EnterpriseDB Corporation (2026a)
Comunidad y Soporte	Comunidad global masiva	Solo SAP y partners	Microsoft y partners	Oracle y partners	SAP SE (2025)
Migración y Portabilidad	Alta, sin vendor-lock	Compleja	Media	Compleja	Blake (2025)
Cumplimiento y Auditoría	Cumple estándares empresariales	Certificaciones SAP	Certificaciones Microsoft	Certificaciones Oracle	Oracle (2026a), EnterpriseDB Corporation (2026b)

2.2.7.6. Justificación de la selección de PostgreSQL

A partir del análisis técnico y económico comparativo, PostgreSQL se posiciona como la opción más adecuada para un sistema ERP moderno y modular gracias a:

- Costo cero de licenciamiento: A diferencia de SAP HANA, SQL Server y Oracle, que presentan costos elevados, PostgreSQL puede utilizarse sin restricciones de número de usuarios, tamaño de base o procesadores, lo que elimina barreras económicas y permite destinar recursos a otros componentes del sistema.
- Rendimiento óptimo sin hardware especializado: Su arquitectura soporta cargas transaccionales intensivas en hardware estándar, lo cual evita inversiones costosas en infraestructura.
- Escalabilidad real sin costos adicionales: Permite escalar horizontalmente, particionar tablas y utilizar replicación nativa sin recurrir a versiones "Enterprise".
- Tipos de datos avanzados y JSONB: El soporte para JSONB lo hace especialmente útil cuando se manejan datos semiestructurados, formularios variables o registros técnicos que evolucionan con el tiempo.
- Extensibilidad y personalización: La posibilidad de crear funciones personalizadas, índices avanzados y operadores específicos permite adaptar la base de datos a las necesidades reales del sistema.
- Alta disponibilidad accesible: Herramientas como Patroni, repmgr o la replicación nativa permiten construir arquitecturas tolerantes a fallos sin incurrir en licencias de alta disponibilidad.
- Amplia comunidad y documentación clara: La disponibilidad de recursos, herramientas y soluciones reduce el tiempo de resolución de problemas y facilita el mantenimiento continuo del sistema.

2.2.8. Servidores

Los servicios de hosting y las plataformas de servidores en la nube se han convertido en una pieza fundamental para el funcionamiento de sistemas empresariales actuales. Estas soluciones permiten disponer de infraestructura flexible y adaptable, sin necesidad de contar con hardware propio o configuraciones físicas complejas. Además, facilitan el despliegue de aplicaciones, bases de datos y entornos de desarrollo de forma remota, lo que reduce costos y simplifica la administración técnica. Como explica Amazon Web Services (2025), el uso de la nube ha permitido que las organizaciones accedan a recursos configurables y escalables que se ajustan a la demanda real de cada proyecto.

En el ámbito de los sistemas de información, contar con un servicio de hosting confiable es clave para asegurar estabilidad, disponibilidad y continuidad operativa. Proveedores como DigitalOcean, Amazon Web Services y Google Cloud ofrecen servidores virtuales listos para usar, herramientas de gestión, opciones de almacenamiento y mecanismos de monitoreo, lo que facilita la implementación de aplicaciones empresariales. Estas plataformas permiten trabajar con distintas distribuciones de Linux, integrar contenedores y automatizar tareas sin requerir infraestructura adicional.

A continuación, se presentan tres servicios de hosting ampliamente utilizados para alojar aplicaciones empresariales y sistemas ERP en entornos de producción o pruebas.

2.2.8.1. DigitalOcean

DigitalOcean es un servicio de infraestructura en la nube orientado principalmente a desarrolladores y pequeñas empresas. Su atractivo radica en que ofrece servidores virtuales llamados Droplets que se pueden crear en pocos minutos con distribuciones como Ubuntu, Debian o CentOS. La plataforma incluye funciones útiles como redes privadas, snapshots, almacenamiento adicional y monitoreo básico (DigitalOcean, 2025). Gracias a su simplicidad y a su panel de control intuitivo, suele ser una opción práctica para proyectos que necesitan un servidor funcional sin demasiada complejidad técnica.

2.2.8.2. Amazon Web Services (AWS)

Amazon Web Services es una de las plataformas de nube con mayor presencia global. Su servicio EC2 permite crear máquinas virtuales con configuraciones ajustables y una variedad amplia de sistemas operativos. AWS incorpora herramientas avanzadas para seguridad, monitoreo, automatización y alta disponibilidad (Amazon Web Services, 2025). Por estas características, es una alternativa sólida para aplicaciones que requieren escalabilidad continua y tolerancia a fallos, aunque su estructura de costos puede ser más elevada según el uso que se le dé.

2.2.8.3. Google Cloud Platform (GCP)

Google Cloud Platform ofrece un conjunto de servicios diseñados para infraestructura, almacenamiento y análisis de datos. Su servicio Compute Engine permite crear máquinas virtuales con configuraciones optimizadas para cargas de trabajo exigentes. Entre sus ventajas se destacan su rendimiento de red, la rapidez de respuesta y la integración con tecnologías como Kubernetes y bases de datos gestionadas (Google Cloud, 2025). Es una plataforma adecuada para aplicaciones que necesitan escalar rápidamente o que forman parte de arquitecturas distribuidas basadas en APIs.

2.2.8.4. Análisis de servidores

Las tres plataformas presentan enfoques diferentes que pueden resultar útiles según las necesidades del sistema. DigitalOcean ofrece un entorno sencillo y económico que facilita despliegues rápidos, especialmente para equipos que requieren control directo sin configuraciones avanzadas. AWS aporta una infraestructura más robusta y escalable, recomendada para sistemas críticos que demandan alta disponibilidad y capacidad de crecimiento. Por su parte, Google Cloud destaca por su rendimiento y por su integración con herramientas modernas de contenedores y análisis.

En general, estas plataformas proporcionan alternativas que se ajustan a distintos niveles de complejidad, presupuesto y requerimientos técnicos. La elección depende de factores como el costo, la experiencia del equipo, el nivel de escalabilidad esperado y el soporte necesario para mantener un ERP o cualquier sistema empresarial en funcionamiento continuo.

Tabla 7. Comparación de plataformas de servidores

Criterio de Comparación	DigitalOcean	Amazon Web Services (AWS)	Google Cloud Platform (GCP)	Referencias
Costo de Infraestructura	Bajo y predecible	Variable por consumo	Competitivo, basado en uso	Tharwani & Purkayastha (2024), Borra (2024)
Facilidad de Uso	Muy alta	Media; requiere expertos	Media-alta	Tasnim et al. (2022), DigitalOcean (2023)
Escalabilidad	Moderada	Muy alta	Muy alta	Tharwani & Purkayastha (2024), Alkhatib et al. (2025)
Rendimiento de Red	Bueno	Excelente	Excelente	Zboril & Svatá (2024)
Servicios Disponibles	Limitados, orientados a servidores	Amplio catálogo empresarial	Amplio catálogo, orientado a contenedores	Borra (2024)
Curva de Aprendizaje	Baja	Alta	Media	Tasnim et al. (2022)
Soporte Técnico	Documentación y tickets	Completo, empresarial	Completo, empresarial	Borra (2024)
Automatización	Básica	Muy avanzada (Lambda, autoscaling)	Avanzada (Cloud Functions, autoscaling)	Tharwani & Purkayastha (2024b)
Seguridad	Estándares comunes	Alta, múltiples certificaciones	Alta, certificaciones globales	UpGuard (2025), Borra (2024)
Disponibilidad	Alta	Muy alta (zonas redundantes)	Muy alta (infraestructura global)	Tharwani & Purkayastha (2024b)
Adecuación para ERP	Alta para pymes	Muy alta para sistemas críticos	Alta para ecosistemas distribuidos	iCodeBees (2025), Kostenko (2024)

2.2.8.5. Justificación de la selección de DigitalOcean

DigitalOcean se selecciona como plataforma de alojamiento para Ubuntu Server por los siguientes motivos:

- **Despliegue rápido y compatibilidad total con Ubuntu Server:** La plataforma ofrece imágenes oficiales ya preparadas, lo que permite crear un servidor en pocos minutos y trabajar sin complicaciones con Python, PostgreSQL y el resto de las herramientas necesarias. Esto agiliza la puesta en marcha del entorno de desarrollo y pruebas.
- **Costos accesibles y precios predecibles:** A diferencia de otros proveedores cuyos valores varían según el consumo, DigitalOcean maneja planes fijos y económicos. Esto facilita la planificación del presupuesto y evita incrementos inesperados durante el uso del servidor.

- Facilidad de administración y enfoque para desarrolladores: Su panel intuitivo, el acceso SSH inmediato, las opciones de snapshots, el monitoreo integrado y las redes privadas simplifican la gestión del servidor. Estas características resultan prácticas para equipos pequeños que necesitan un entorno estable y fácil de manejar.

En conjunto, DigitalOcean representa una alternativa económica, sencilla y completamente compatible con Ubuntu Server, adecuada para hospedar el entorno de pruebas y realizar el despliegue inicial del sistema.

2.2.9. Sistemas operativos

El sistema operativo de servidor constituye la base sobre la que se ejecuta la infraestructura tecnológica de un Enterprise Resource Planning (ERP). Su estabilidad, seguridad, compatibilidad y capacidad de administración influyen directamente en el desempeño del sistema, en la disponibilidad de los servicios y en la facilidad de mantenimiento de la plataforma. En entornos empresariales se emplean distintos sistemas operativos para servidores, entre los cuales destacan Ubuntu Server, Windows Server, CentOS/RHEL y Debian, cada uno con fortalezas y orientaciones específicas.

2.2.9.1. Ubuntu Server

Ubuntu Server es una distribución de Linux basada en Debian, diseñada para entornos empresariales y conocida por su estabilidad, amplia comunidad de soporte y facilidad de administración. Es utilizada ampliamente para servicios de infraestructura, aplicaciones web, contenedores y servidores de bases de datos, lo que la convierte en una opción estratégica cuando se desea desplegar un ERP con bajos costos de infraestructura, flexibilidad en metodología XP y adaptación rápida a cambios. Según (Prokhorenko et al., 2023), al evaluar la evolución de paquetes en Ubuntu, "the system-wide dependency framework showed the ability of Ubuntu to maintain stability and performance over 84 consecutive version releases" (p. 1).

2.2.9.2. Windows Server

Windows Server, desarrollado por Microsoft Corporation, es un sistema operativo propietario ampliamente utilizado en entornos corporativos que dependen del ecosistema Microsoft. Su interfaz gráfica intuitiva permite una administración más accesible para equipos técnicos con menor experiencia en Linux, y facilita la

integración con servicios como Active Directory, Hyper-V e IIS. No obstante, como se indica en estudios sobre entornos empresariales, la adopción de sistemas de servidor propietarios puede implicar mayores costos de licenciamiento y menor flexibilidad para la expansión modular (Spinellis et al., 2020).

2.2.9.3. CentOS / RHEL

CentOS (Community ENTERprise Operating System) y RHEL (Red Hat Enterprise Linux) pertenecen a la misma familia de distribuciones Linux: CentOS como variante comunitaria y RHEL como versión comercial con soporte oficial. Estas distribuciones son valoradas en entornos de misión crítica por su estabilidad, certificaciones de soporte, ciclo de vida extendido y compatibilidad con soluciones empresariales tradicionales como SAP y Oracle. Un análisis de migración de CentOS a Ubuntu sugiere que muchas organizaciones optan por Ubuntu por su comunidad y bajo costo, lo cual pone en evidencia la transición de muchos entornos RHEL/CentOS hacia sistemas más abiertos (Sandecki, 2021).

2.2.9.4. Debian

Debian es una de las distribuciones de Linux más antiguas, respaldada por una comunidad sólida, orientada al software libre y con un ciclo de actualizaciones conservador que prioriza la fiabilidad por encima de la novedad. Según un estudio sobre estandarización de Linux, aunque las distribuciones empresariales se diversifican, Debian ofrece una plataforma coherente y robusta para entornos en los que la continuidad operativa es crítica y los cambios deben planificarse de forma meticulosa (Nandha & Patel, 2025).

2.2.9.5. Análisis de los sistemas operativos para servidores

La elección del sistema operativo es un componente crítico en la implementación de un Enterprise Resource Planning (ERP), ya que determina la estabilidad, seguridad, mantenibilidad y eficiencia del entorno donde residirá la plataforma. Los sistemas operativos deben evaluarse no solo por su rendimiento técnico, sino también por su costo total de propiedad, soporte disponible, compatibilidad con tecnologías propias del ERP y capacidad para adaptarse a escenarios de crecimiento institucional.

En el contexto del proyecto desarrollado para la Dirección de Consultoría y Proyectos de UPEC CREATIVA EP, resulta fundamental analizar comparativamente cuatro alternativas ampliamente utilizadas en entornos empresariales: Ubuntu Server,

Windows Server, CentOS/RHEL y Debian. Cada uno posee enfoques, niveles de soporte y características distintas que pueden influir positiva o negativamente en la operación de un ERP modular desarrollado en Python y PostgreSQL.

Se muestra diferencias claves entre los sistemas operativos en términos de costo, facilidad de gestión, compatibilidad con herramientas del proyecto e infraestructura necesaria. Ubuntu Server sobresale por su equilibrio entre estabilidad, compatibilidad técnica y ausencia total de costos de licenciamiento, lo cual resulta significativo para proyectos institucionales que requieren control presupuestario. Su gestor de paquetes APT brinda actualizaciones rápidas y seguras, característica fundamental en entornos donde se despliegan servicios como PostgreSQL y Python.

Windows Server ofrece un ecosistema robusto para entornos corporativos, pero su costo elevado y mayor consumo de recursos pueden ser limitantes. CentOS y RHEL continúan siendo opciones sólidas para infraestructura crítica, aunque sus ciclos conservadores pueden dificultar el acceso a versiones recientes de Python o PostgreSQL necesarias para el desarrollo modular del ERP. Debian, por su parte, destaca por su estabilidad extrema, aunque su ritmo de actualización puede requerir configuraciones manuales adicionales para algunas dependencias tecnológicas.

En un entorno donde los módulos del ERP deben integrarse, actualizarse y mantenerse con rapidez, la flexibilidad y agilidad que ofrece Ubuntu Server cobra relevancia estratégica.

Tabla 8. Comparación de sistemas operativos para servidores

Criterio de Comparación	Ubuntu Server	Windows Server	CentOS / RHEL	Debian	Referencias
Costo de Licenciamiento	Completamente gratuito	Alto costo (\$969–\$6,155)	CentOS gratis, RHEL por suscripción (\$349–\$1,299/año)	Gratuito	Canonical Group Ltd. (2026b), Awan (2022)
Compatibilidad con Odoo	Soporte oficial y documentación extensa	Soporte limitado y complejo	Buena compatibilidad pero actualizaciones lentas	Excelente compatibilidad	Gómez-Llana et al. (2020),
Facilidad de Instalación	Instalación simplificada y automatizada	Compleja, requiere GUI	Complejidad media	Similar a Ubuntu	Tonev (2025)
Gestión de Paquetes	APT avanzado y actualizado	PowerShell/Chocolatey limitado	YUM/DNF conservador	APT similar a Ubuntu	CubePath (2026)
Actualizaciones del Sistema	Frecuentes, LTS cada 2 años (5 años soporte)	Controladas, soporte largo	Conservadoras (hasta 10 años)	Estables, ciclos largos	Canonical Group Ltd. (2026b),

					Microsoft (2024)
Requisitos de Hardware	Bajos (512 MB RAM, 1 GB disco)	Altos (2 GB RAM, 32 GB disco)	Moderados	Bajos	Awan (2022)
Seguridad	AppArmor, parches rápidos	Windows Defender	SELinux robusto	Seguridad estable y confiable	Canonical Group Ltd. (2026a)
Rendimiento	Kernel optimizado, bajo consumo	Mayor consumo	Buen rendimiento	Ligero y estable	Boras et al. (2020)
Documentación y Comunidad	Amplia, global y activa	Comercial	Técnica, orientada a empresas	Comunitaria y extensa	Canonical Group Ltd. (2026b), Awan & Khan (2022)
Soporte Comercial	Canonical opcional	Incluido en la licencia	Costoso (RHEL)	Comunitario	Vultr (2025)
Containerización	Docker, Kubernetes, LXD nativos	Docker disponible	Docker/Podman	Docker	Awan & Khan (2022)
Scripts y Automatización	Bash, Ansible	PowerShell	Bash	Bash	Jaiswal & Nikum (2025)
Consumo Energético	Muy eficiente	Alto	Eficiente	Muy eficiente	Awan & Khan (2022)
Virtualización	KVM nativo	Hyper-V	KVM robusto	KVM nativo	Canonical Group Ltd. (2026b)
Compatibilidad Cloud	AWS, Azure, Google Cloud, DigitalOcean	Azure nativo	Amplio soporte	Amplio soporte	iCodeBees (2025), Red Hat (2025)
Instalación de Python y PostgreSQL	Optimizada y actualizada	Requiere instalación manual	Versiones antiguas	Optimizado	Odoo (2026b)
Configuración de Firewall	UFW intuitivo	Compleja	firewalld	iptables	Shankar Prajapati & Khare (2015)
Monitoreo del Sistema	Netdata, Prometheus, Grafana	System Center (pago)	Nagios, Zabbix	Herramientas similares a Ubuntu	Debian (2025), Ubuntu Server (2025)
Respaldo y Recuperación	rsync, Bacula, Duplicity	Soluciones costosas	Bacula, Amanda	Herramientas similares	Lakshminarayan (2025), Idris et al. (2022)
Logs y Auditoría	journalctl, syslog	Event Viewer	journalctl, rsyslog	journalctl	Awan & Khan (2022)
Curva de Aprendizaje	Media	Familiar para admins Windows	Pronunciada	Similar	Tonev (2025)
Certificaciones de Seguridad	FIPS, EAL2	Certificaciones Microsoft	Certificaciones gubernamentales	Estándares comunes	Anicas et al. (2025), Shankar Prajapati & Khare (2015)
Tiempo de Arranque	15–30 s	45–90 s	20–40 s	Rápido	Boras et al. (2020)
Estabilidad del Sistema	Muy estable (LTS)	Requiere reinicios frecuentes	Muy estable	Extremadamente estable	Adekotujo et al. (2020)

2.2.9.6. Justificación de la selección de Ubuntu Server

Ubuntu Server se selecciona como el sistema operativo más adecuado para la implementación del ERP debido a tres razones fundamentales:

- Compatibilidad directa con el entorno tecnológico del proyecto: Odoo recomienda oficialmente Ubuntu Server para despliegues productivos, debido a su estabilidad, facilidad de configuración, gestión de paquetes y compatibilidad con Python y PostgreSQL. Esto evita la necesidad de configuraciones complejas o dependencias propietarias.
- Costo cero de licenciamiento y alta eficiencia operativa: Al no requerir pagos por servidor, núcleos o soporte obligatorio, Ubuntu libera el presupuesto institucional, permitiendo invertir en desarrollo y mejora continua del ERP. Su bajo consumo de recursos también reduce costos operativos en infraestructura y energía.
- Actualizaciones rápidas, seguridad reforzada y comunidad global: Ubuntu LTS garantiza cinco años de soporte estable, acceso inmediato a parches de seguridad y una comunidad que facilita resolver problemas con rapidez. Esto es especialmente útil para un equipo de dos desarrolladores que necesita un entorno confiable y bien documentado.

En conjunto, Ubuntu Server proporciona una plataforma sólida, económica y técnicamente adecuada para sustentar un sistema de Planificación de Recursos Empresariales modular, escalable y alineado con las necesidades de la Dirección de Consultoría y Proyectos de UPEC CREATIVA EP.

2.2.10. Herramientas complementarias

Las herramientas de apoyo empleadas durante el desarrollo y modelado de sistemas informáticos cumplen un papel fundamental en la estructuración de procesos, la edición de código, la administración de servidores y la configuración de entornos de prueba. Estas tecnologías permiten optimizar las tareas de diseño, implementación, simulación y despliegue, asegurando un proceso metodológico más ordenado, reproducible y eficiente. A continuación, se describen las principales herramientas utilizadas desde un enfoque teórico.

2.2.10.1. Visual Studio Code

Visual Studio Code es un editor de código multiplataforma desarrollado por Microsoft, diseñado para ofrecer un entorno ligero, pero altamente extensible. Su arquitectura basada en complementos permite integrar herramientas para depuración, control de versiones, autocompletado inteligente (IntelliSense), análisis estático de código y compatibilidad con múltiples lenguajes de programación.

De acuerdo con su documentación oficial, Visual Studio Code proporciona funciones avanzadas como terminal integrada, soporte para desarrollo remoto y extensiones orientadas a frameworks, bases de datos y entornos virtualizados, lo que lo convierte en una herramienta ampliamente utilizada en proyectos de software modernos (Microsoft, 2025a).

2.2.10.2. Bizagi Modeler

Bizagi Modeler es una herramienta especializada para el modelado de procesos de negocio bajo el estándar BPMN 2.0 (Business Process Model and Notation). Su propósito es representar gráficamente flujos operativos, reglas de negocio y actividades que intervienen en un proceso institucional.

La documentación oficial de Bizagi señala que el uso de notación BPMN facilita la comprensión, estandarización y mejora continua de los procesos, al permitir identificar etapas críticas, cuellos de botella y responsabilidades dentro de un sistema (Bizagi, 2025). Su capacidad para exportar diagramas y generar documentación automatizada lo convierte en un recurso fundamental para análisis organizacional y diseño de sistemas.

2.2.10.3. Protocolo SSH para conexión remota

SSH (Secure Shell) es un protocolo criptográfico utilizado para establecer conexiones seguras entre un cliente y un servidor remoto. Su función principal es permitir el acceso a terminales de administración, transferencia segura de archivos y ejecución de comandos en servidores externos sin comprometer la integridad de la información.

Según OpenSSH, 2025), el protocolo emplea cifrado de clave pública y privada, asegurando confidencialidad, autenticación y protección contra ataques de interceptación. En entornos de desarrollo de software y administración de servidores, SSH es indispensable para realizar configuraciones, ejecutar servicios, supervisar procesos y gestionar despliegues de manera remota.

2.2.10.4. VirtualBox

VirtualBox es una plataforma de virtualización desarrollada por Oracle que permite crear y ejecutar máquinas virtuales en distintos sistemas operativos. Esta herramienta posibilita simular entornos completos de hardware, ofreciendo un espacio aislado para instalar sistemas operativos, realizar pruebas, configurar servidores y evaluar comportamientos del software sin afectar el sistema anfitrión.

La documentación de Oracle, 2025) resalta que VirtualBox es ampliamente utilizada en contextos educativos, de investigación y desarrollo debido a su compatibilidad con múltiples arquitecturas, su flexibilidad para configurar recursos virtualizados y su capacidad para simular redes internas o entornos cliente-servidor.

2.2.11. La Dirección de Consultoría y Proyectos en una empresa pública

2.2.11.1. Definición y propósito institucional

La Dirección de Consultoría y Proyectos es una unidad estratégica dentro de las empresas públicas, encargada de administrar, supervisar y coordinar proyectos de obras, fiscalización y estudios técnicos. Su objetivo principal es asegurar que los proyectos cumplan con los estándares técnicos, económicos y normativos establecidos, velando por el uso adecuado de los recursos públicos y por la transparencia de los procesos.

Estas áreas cumplen un rol clave dentro de la estructura institucional, ya que articulan la planificación, la ejecución operativa y los mecanismos de control interno, aportando a la mejora administrativa y al cumplimiento de los objetivos institucionales (Mountasser & Abdellatif, 2023).

2.2.11.2. Procesos principales de la Dirección de Consultoría y Proyectos

Las Direcciones de Consultoría y Proyectos suelen gestionar un conjunto amplio de procesos relacionados con obras civiles, fiscalización y servicios técnicos. Entre sus actividades más comunes se encuentran:

- Elaboración, revisión y aprobación de estudios y diseños técnicos.
- Supervisión y fiscalización de obras ejecutadas por contratistas.
- Control de cronogramas, hitos y avances de proyectos.
- Administración documental (informes, memorias técnicas, actas, reportes de avance).
- Gestión de recursos, materiales, equipos y cumplimiento contractual.

- Coordinación entre unidades internas, proveedores externos y organismos de control.
- Elaboración de reportes para auditorías internas y externas.

Estudios recientes en gestión pública destacan que estos procesos generan una alta carga administrativa, especialmente cuando se desarrollan con métodos manuales o herramientas básicas, lo que incrementa la probabilidad de errores y disminuye la capacidad de supervisión efectiva (Barna et al., 2021).

2.2.11.3. Norma ASTM C39: Ensayo de resistencia a la compresión en concreto

La norma ASTM C39/C39M es uno de los estándares más utilizados para determinar la resistencia a la compresión del concreto mediante el ensayo de probetas cilíndricas. Este procedimiento forma parte de las tareas habituales de supervisión y control técnico que realiza la Dirección de Consultoría y Proyectos, ya que permite verificar si el concreto colocado en obra cumple con la resistencia especificada en los diseños y documentos contractuales. Según American Society for Testing and Materials (2024), este método establece las condiciones precisas para preparar, curar y ensayar las probetas, garantizando resultados reproducibles y técnicamente válidos.

La norma describe cómo debe aplicarse la carga axial de manera controlada, las dimensiones aceptadas de las probetas como 150 mm × 300 mm o 100 mm × 200 mm, la forma correcta de alinearlas en la máquina de compresión y la velocidad a la que se debe realizar el ensayo. Además, señala los requisitos que deben cumplir los equipos utilizados, incluyendo aspectos como calibración, capacidad de carga y características de las platinas, con el fin de asegurar que las mediciones reflejen con precisión el comportamiento real del material.

Para la Dirección de Consultoría y Proyectos, la importancia de este estándar radica en que permite uniformar el proceso de evaluación del concreto, algo esencial para la toma de decisiones durante la fiscalización y seguimiento de obra. La resistencia a la compresión es uno de los indicadores más relevantes en la calidad del concreto, por lo que contar con resultados confiables es indispensable para determinar si una estructura cumple con las condiciones de seguridad previstas. Asimismo, los modos de falla descritos por la norma como fracturas cónicas o fisuras longitudinales ayudan a identificar posibles problemas en la mezcla, el curado o la colocación del concreto.

Gracias a su carácter estandarizado, ASTM C39 facilita comparar resultados entre distintos proyectos o laboratorios, lo cual aporta transparencia y consistencia en los

procesos internos. En conjunto, esta norma constituye una herramienta fundamental para los procedimientos de verificación que ejecuta la Dirección de Consultoría y Proyectos, ya que asegura que la evaluación del concreto se realice con criterios técnicos sólidos y reconocidos internacionalmente.

2.2.11.4. Relevancia de la digitalización y problemas derivados de procesos manuales

A pesar de su importancia, muchas direcciones operan con sistemas fragmentados, documentos en hojas de cálculo, correos electrónicos y registros impresos. Esta dependencia de procesos manuales ocasiona dificultades para controlar versiones, mantener la integridad de los datos y dar seguimiento oportuno al avance de proyectos.

(Balić et al., 2022) señala que la falta de plataformas integradas en instituciones públicas limita la precisión de la información, genera duplicidades y afecta la capacidad para responder de forma ágil ante auditorías o requerimientos técnicos. Estas limitaciones terminan afectando la transparencia, la eficiencia operativa y la calidad de la gestión institucional.

La digitalización, a través de un sistema ERP, permite centralizar la información, automatizar tareas y fortalecer la trazabilidad, lo cual es especialmente valioso en unidades encargadas de fiscalización y proyectos donde la precisión y el control son esenciales (Nour, 2023).

2.2.12. Procesos organizacionales y mejora institucional

2.2.12.1. Gestión de Proyectos de Construcción y Consultoría

Las instituciones públicas que ejecutan proyectos de construcción, fiscalización y consultoría requieren procesos estructurados que aseguren el uso adecuado de recursos, la planificación eficiente y el control continuo de actividades. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI), la gestión de proyectos implica coordinar recursos, cronogramas, riesgos y comunicaciones para alcanzar objetivos con calidad y trazabilidad (Project Management Institute, 2021). Cuando estos procesos dependen de registros manuales o documentos dispersos, la consistencia de la información se debilita y aumenta la probabilidad de errores.

2.2.12.2. Toma de decisiones en entornos institucionales

El proceso de toma de decisiones depende de la disponibilidad de datos precisos, actualizados y verificables. La Information Processing Theory (IPT) plantea que las organizaciones actúan como sistemas que transforman datos en conocimiento para decidir acciones estratégicas (Galbraith, 1974). Cuando la información está dispersa o almacenada en hojas de cálculo no integradas, el tiempo requerido para verificar datos se incrementa, afectando a las decisiones operativas y técnicas de la institución.

2.2.12.3. Problemas derivados de procesos manuales

La dependencia de métodos manuales y de herramientas ofimáticas básicas genera inconsistencias, duplicación de datos y falta de trazabilidad. En la administración pública, diversos estudios muestran que los sistemas de información dispersos y no integrados dificultan el acceso oportuno a los datos, limitan el monitoreo de la gestión e impactan negativamente en la transparencia y la rendición de cuentas (Silva et al., 2020). Esta situación es equivalente a lo que ocurre en la Dirección de Consultoría y Proyectos, donde la fragmentación informativa complica la consolidación oportuna de reportes técnicos y administrativos.

2.2.12.4. Teorías relacionadas con la mejora institucional

2.2.12.4.1. Teoría de la eficiencia operativa

Desde la perspectiva de la gestión estratégica, la eficiencia operativa se asocia con la capacidad de una organización para ejecutar sus actividades con menos errores, menos tiempo y mejor uso de recursos. En términos prácticos, esto implica reducir redundancias, eliminar pasos innecesarios y coordinar mejor las áreas internas. La literatura contemporánea sobre transformación digital en el sector público indica que la digitalización de procesos y la automatización de flujos de trabajo contribuyen de forma significativa a incrementar la eficiencia y la capacidad de respuesta de las instituciones públicas (Engkus, 2025).

2.2.12.4.2. Teoría del control de gestión

Los Sistemas de Control de Gestión (Management Control Systems, MCS) se entienden como el conjunto de mecanismos formales e informales que utilizan los directivos para asegurar que las actividades y decisiones de la organización estén alineadas con sus objetivos. (Malmi & Brown, 2008) describen los MCS como un “paquete de controles”

que incluye aspectos de planificación, controles cibernéticos, sistemas de recompensas y controles administrativos y culturales (p. 287).

La implantación de un ERP fortalece este paquete de control, ya que centraliza los datos relevantes (presupuestos de obra, avances físicos, certificaciones, informes técnicos) y facilita el monitoreo sistemático de indicadores clave. Esto se traduce en mayor capacidad para supervisar proyectos, comparar lo planificado con lo ejecutado y detectar desvíos a tiempo.

2.2.12.4.3. Teoría de la información organizacional

La mejora institucional también depende de cómo se procesa la información dentro de la organización. Desde la perspectiva de la teoría de la información organizacional, la literatura reciente en administración pública y sistemas de información señala que la calidad, confiabilidad, precisión y oportunidad de los datos son elementos esenciales para reducir la incertidumbre y permitir decisiones mejor fundamentadas. Esto es coherente con estudios que destacan que la relevancia, la exactitud y la oportunidad de la información son características fundamentales para el éxito de los sistemas de información en entidades públicas (Oliveira et al., 2015).

Cuando la información se encuentra repartida en varios archivos no integrados, la institución opera con “versiones parciales” de la realidad, lo que incrementa el riesgo de errores administrativos y decisiones basadas en datos incompletos. Un ERP, al consolidar la información en una sola base de datos, contribuye a disminuir esta incertidumbre.

2.2.12.4.4. Modelos de madurez de procesos

Modelos de madurez como el Capability Maturity Model Integration (CMMI) sostienen que las organizaciones avanzan en su desempeño conforme documentan, estandarizan y mejoran continuamente sus procesos. En esta línea, (Popa et al., 2024) explican que en los niveles superiores de madurez la digitalización se convierte en un habilitador esencial para fortalecer la planificación, coordinación, control y mejora continua de las instituciones públicas.

La evidencia reciente indica que la digitalización actúa como un habilitador clave para optimizar las funciones de gestión en instituciones públicas, ya que permite automatizar tareas, mejorar la coordinación, fortalecer los mecanismos de control y ampliar la capacidad de análisis en la toma de decisiones. Este enfoque coincide

con los hallazgos del estudio, el cual demuestra que el uso intensivo de herramientas digitales influye positivamente en funciones como la planificación, organización, coordinación y control, contribuyendo a la evolución progresiva de los procesos hacia niveles superiores de desempeño.

En este sentido, la implementación de un ERP en la Dirección de Consultoría y Proyectos puede interpretarse como un paso hacia un mayor nivel de madurez: los procesos de construcción, fiscalización y consultoría dejan de depender de prácticas ad-hoc y documentos dispersos, para apoyarse en flujos de trabajo definidos y soportados por un sistema integrado.

2.2.12.5. Impacto del ERP en la mejora institucional

Diversos estudios empíricos han evidenciado que los sistemas Enterprise Resource Planning (ERP) pueden mejorar el desempeño organizacional cuando se encuentran alineados con los procesos y objetivos de la institución. Investigaciones recientes muestran que, al integrar funciones claves como finanzas, inventarios, producción o servicios, los ERP contribuyen a reducir costos operativos, disminuir tiempos de ciclo y mejorar la calidad de la información utilizada para la toma de decisiones (Jacobs & Kabaso, 2025).

Además, revisiones sistemáticas sobre implementación de ERP destacan que su impacto positivo depende en gran medida de factores críticos como la capacitación de los usuarios, el apoyo de la alta dirección y el acompañamiento del proveedor. Estos elementos han sido consistentemente identificados como determinantes para que la tecnología se traduzca en mejoras reales de desempeño organizacional, tanto a nivel de pro (Widjaja & Sardjono, 2024) d institucional (Widjaja & Sardjono, 2024).

Aplicado al contexto de la Dirección de Consultoría y Proyectos de UPEC CREATIVA EP, un ERP representa la posibilidad de:

- Centralizar la información de obras, fiscalizaciones y consultorías en una única base de datos.
- Estandarizar formularios, flujos de aprobación y reportes técnicos.
- Mejorar el control de plazos, costos y recursos asociados a cada proyecto.
- Facilitar la generación de informes de gerencia técnica en menos tiempo y con datos más confiables.

2.2.12.6. Indicadores de mejora en la gestión institucional

La implementación de un sistema ERP trae consigo cambios visibles en el funcionamiento interno de una institución, especialmente en áreas donde predominaban procesos manuales o apoyados únicamente en herramientas básicas como hojas de cálculo. Para medir si realmente se produce una mejora en la gestión, es necesario apoyarse en indicadores que reflejen avances en eficiencia, calidad de la información y capacidad operativa.

Diversos autores coinciden en que la digitalización de procesos contribuye a reducir tareas repetitivas, mejorar la precisión de los datos y optimizar los tiempos de respuesta. En esta línea, estudios recientes señalan que los sistemas ERP mejoran la consistencia de los datos, fortalecen el control institucional y permiten gestionar procesos con mayor claridad y seguridad (Balić et al., 2022).

En el caso de áreas encargadas de fiscalización y gestión de proyectos, como la Dirección de Consultoría y Proyectos, los indicadores más relevantes suelen centrarse en tres dimensiones principales: eficiencia operativa, calidad e integridad de la información y trazabilidad del proceso. La eficiencia operativa se evidencia en la disminución de tiempos de registro, la automatización de tareas repetitivas y el acceso inmediato a datos actualizados. Esto coincide con investigaciones que muestran que los ERP eliminan actividades redundantes y facilitan la coordinación entre áreas mediante procesos integrados y centralizados (Nour, 2023).

La calidad y la integridad de la información también mejoran cuando los datos se concentran en una sola plataforma. (Barna et al., 2021) indican que los ERP reducen inconsistencias, centralizan documentos y permiten mantener un control detallado de las modificaciones realizadas, lo que incrementa la precisión de la información institucional. Finalmente, la trazabilidad se fortalece gracias a registros automáticos que documentan quién realizó cada acción, qué información se actualizó y en qué momento, ofreciendo un nivel de control interno que no es posible con herramienta básica (Mountasser & Abdellatif, 2023).

En conjunto, estos indicadores permiten evaluar de forma objetiva cómo el uso de un ERP contribuye a fortalecer la gestión institucional, reducir errores y garantizar un flujo de trabajo más ordenado, seguro y confiable.

Tabla 9. Indicadores clave de mejora institucional asociados al uso de un ERP

Dimensión	Descripción	Indicadores específicos	Cómo mejora con un ERP
Eficiencia operativa	Capacidad de ejecutar procesos con menor tiempo y esfuerzo	Tiempo de registro, tiempos de respuesta, elaboración de reportes	Automatización, reducción de pasos manuales, acceso inmediato
Calidad e integridad de los datos	Precisión, consistencia y confiabilidad de la información institucional	Errores, duplicidad, control de versiones	Datos centralizados, validaciones internas, unificación documental
Trazabilidad del proceso	Registro, seguimiento y auditoría de acciones	Historial de cambios, responsables, fechas	Auditoría automática, seguimiento continuo, transparencia
Capacidad de decisión	Uso de información confiable y actualizada para decisiones	Indicadores, reportes, análisis	Dashboards, reportes en tiempo real, métricas claras
Coordinación institucional	Flujo de trabajo entre áreas internas	Intercambio de información, retrasos	Plataforma unificada, comunicación operativa integrada

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

En este estudio se empleó un enfoque mixto, combinando herramientas del enfoque cualitativo y cuantitativo para obtener una comprensión integral del problema y de la solución Hernández-Sampieri & Mendoza (2023) o con Hernández-Sampieri & Mendoza (2023), los enfoques mixtos permiten articular ambos tipos de información para lograr un entendimiento más profundo de los fenómenos analizados.

Desde el enfoque cualitativo, se identificaron las limitaciones operativas y las necesidades funcionales de la Dirección de Consultoría y Proyectos mediante revisión documental, análisis de procedimientos actuales y conversaciones exploratorias con el personal del área. Estas interacciones se desarrollaron en coherencia con la dinámica de trabajo empleada en el proyecto, caracterizada por una comunicación continua y directa entre los participantes del desarrollo. Este proceso permitió comprender el estado actual de los procesos y definir los requisitos funcionales necesarios para el diseño del sistema ERP.

Por su parte, el enfoque cuantitativo se aplicó en la evaluación de la propuesta tecnológica basada en Planificación de Recursos Empresariales. Para ello se utilizaron encuestas estructuradas, dirigidas al personal de la Dirección, con el fin de medir indicadores como eficiencia operativa, rapidez del sistema, confiabilidad de los datos, usabilidad y nivel de satisfacción. Además, se interpretaron métricas comparativas asociadas al desempeño de los procesos institucionales antes y después de la implementación del sistema ERP.

La integración de ambos enfoques permitió obtener una visión completa del contexto institucional, de las necesidades del área y del impacto generado por la solución diseñada, fortaleciendo la toma de decisiones y contribuyendo a la mejora continua de los procesos internos (Microsoft, 2024; Hosseini et al., 2024).

3.1.2. Tipo de Investigación

3.1.2.1. Descriptiva

El enfoque descriptivo se utilizó para analizar la situación actual de la gestión de los procesos de construcción, fiscalización y consultoría en la Dirección de Consultoría y Proyectos de UPEC CREATIVA EP. A través de entrevistas, encuestas y observación directa, se identificaron las dificultades y limitaciones que enfrentan los usuarios al manejar procesos manuales o sistemas fragmentados, así como las necesidades de un sistema integrado. Este tipo de investigación permitió obtener una visión detallada del contexto y reconocer las áreas en las que un ERP podría mejorar la planificación, el control y la trazabilidad de los recursos.

3.1.2.2. De campo

La investigación de campo se centró en la recolección directa de información en la Dirección de Consultoría y Proyectos de UPEC CREATIVA EP, con el propósito de identificar cómo se desarrollan actualmente los procesos, cómo se gestiona la información y cuál es la percepción del personal respecto al funcionamiento del software implementado. Este tipo de investigación permitió obtener datos reales y situados en el contexto donde opera el sistema, mediante entrevistas, encuestas y observación, lo que facilitó analizar el grado de mejora aportado por el software, así como los desafíos persistentes en el área.

3.1.2.3. Documental

La investigación documental se llevó a cabo mediante la revisión de fuentes bibliográficas, artículos científicos, informes técnicos y estudios previos sobre la implementación y evaluación de sistemas ERP. Se analizaron metodologías, resultados y experiencias de otras instituciones que hayan adoptado este tipo de sistemas, enfocándose en su aplicabilidad para la planificación, control y gestión de recursos en áreas de construcción, fiscalización y consultoría. Esta revisión permitió sustentar la propuesta del software en evidencia previa y asegurar que se construyera sobre el conocimiento existente en el ámbito de los sistemas de planificación de recursos empresariales.

3.2. IDEA A DEFENDER

Un Software de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) permitirá mejorar los procesos de construcción, fiscalización y consultoría en la Dirección de Consultoría y Proyectos de UPEC CREATIVA EP.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Definición de las variables

- Variable independiente: Software de Planificación de Recursos Empresariales (ERP).
- Variable dependiente: Dirección de Consultoría y Proyectos.

3.3.2. Operacionalización de las variables

Tabla 10. Operacionalización de variables.

Variable	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
VI. Software de Planificación de Recursos Empresariales (ERP)	Funcionalidad del ERP	Adecuación de las funciones del sistema a las actividades.	Encuesta	Encuesta estructurada de evaluación con escala Likert
	Eficiencia del desempeño	Rapidez del sistema en registros y consultas.		
	Usabilidad	Claridad y facilidad de uso de la interfaz.		
	Confiabilidad de la información	Integridad y consistencia de los datos.		
	Seguridad	Protección del acceso e información.		
	Uso de la información	Facilidad para consultar y actualizar datos.		
VD. Dirección de Consultoría y Proyectos	Apoyo a la mejora del área	Orden, control y claridad en procesos.	Interacción comunicacional (XP)	Conversaciones exploratorias durante iteraciones XP
	Procesos institucionales	Actividades, documentación, trazabilidad y dificultades del área.		

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Métodos

3.4.1.1. Método Analítico

El método analítico permitió descomponer un problema en sus componentes esenciales y analizar cada parte en profundidad (Cano, 2021). En esta investigación, se empleó para desglosar y examinar los elementos clave del ERP, tales como la

planificación de tareas, la asignación de recursos, la trazabilidad de los procesos y la generación de reportes. Esto permitió comprender cómo cada módulo y función del ERP impacta en la eficiencia y la mejora de los procesos de construcción, fiscalización y consultoría en la Dirección de Consultoría y Proyectos de UPEC CREATIVA EP.

3.4.1.2. Método No Experimental

El método no experimental fue adecuado cuando las variables no se manipulan, sino que se observan tal como ocurren de manera natural (Montes, 2022). En este estudio, se aplicó para recolectar información sobre la situación real de los procesos internos antes de la implementación del ERP y evaluar posteriormente los cambios derivados de su uso. Se utilizaron entrevistas y encuestas para identificar problemas en la planificación, control y trazabilidad de los procesos, sin alterar el comportamiento de los usuarios ni de los sistemas existentes.

3.4.2. Metodología Extreme Programming (XP)

La Metodología Extreme Programming (XP) se estructuró en un ciclo iterativo compuesto por cinco fases principales: Planificación, Diseño, Codificación, Pruebas y Lanzamiento. Cada fase se articula con las necesidades del proyecto y contribuye directamente al desarrollo incremental de los módulos del ERP.

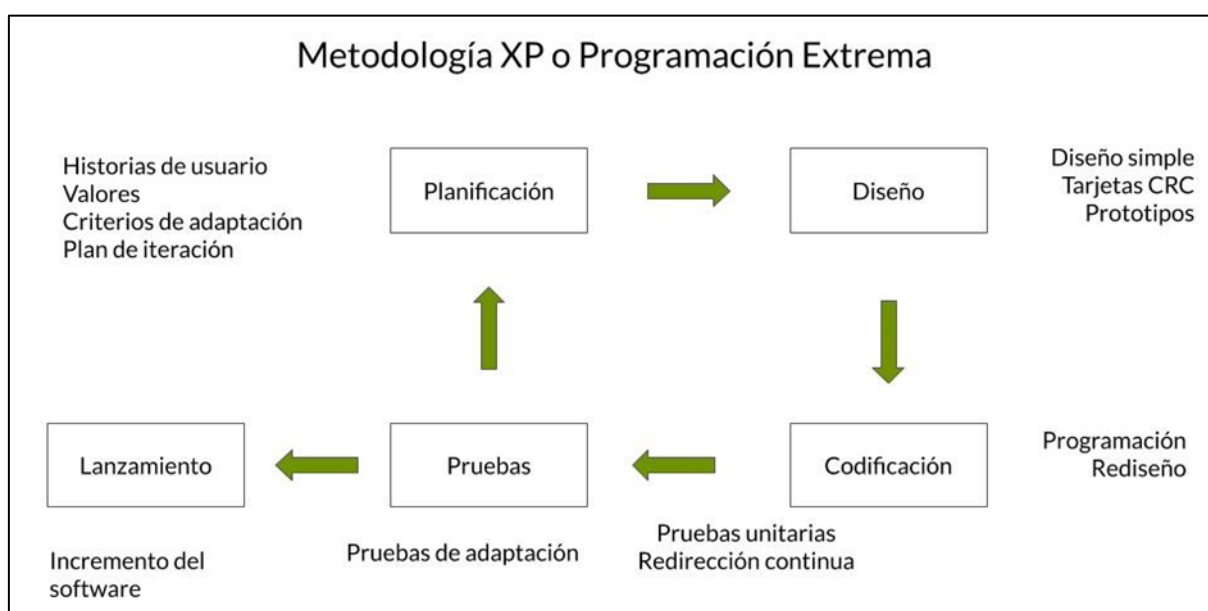


Figura 2. Fases de la Metodología XP

Nota. Tomado de Metodología XP o Programación Extrema [Imagen], por (Sinnaps / Marcos S, 2020), Sinnaps (<https://sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/metodologia-xp>). Todos los derechos reservados.

3.4.3. Técnicas

3.4.2.1. Interacción comunicacional (XP)

La metodología Extreme Programming (XP) se caracterizó por promover una comunicación continua, directa y colaborativa entre el equipo de desarrollo y los usuarios. Por esta razón, la obtención de información cualitativa en esta investigación se realizó mediante interacción comunicacional, en lugar de entrevistas formales. Este tipo de interacción incluye conversaciones espontáneas, reuniones breves, validaciones funcionales y ciclos iterativos de retroalimentación, los cuales permitieron comprender el funcionamiento real de los procesos institucionales.

A través de estas dinámicas comunicacionales se identificaron necesidades del área, limitaciones en la gestión de información, dificultades operativas y requisitos funcionales que debía cumplir el sistema ERP. Aunque estas interacciones no generaron registros estructurados, proporcionaron información suficiente y pertinente para orientar el diseño y la adaptación del software a la realidad de la Dirección de Consultoría y Proyectos.

3.4.2.2. Encuesta

Se aplicó una encuesta al personal involucrado en los procesos de construcción, fiscalización y consultoría. Esta incluyó ítems sobre disponibilidad de información, trazabilidad, coordinación, confiabilidad y eficiencia en la generación de reportes, utilizando una escala Likert de 5 puntos. La encuesta permitió cuantificar el nivel de eficiencia y satisfacción respecto a los procesos actuales y medir la percepción de mejora tras la implementación del ERP.

3.4.2.3. Observación directa y revisión documental

La observación directa se utilizó para analizar cómo se realizan actualmente las tareas y cómo se registran los datos de los proyectos. Complementariamente, se revisaron documentos internos, reportes y registros de proyectos para evaluar la calidad de la información, la trazabilidad de las actividades y la integración entre áreas. Esta técnica permitió contrastar la información reportada en entrevistas y encuestas con la práctica real, facilitando un análisis más preciso de la necesidad de un sistema ERP.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.5.1. Población y Muestra

Para este estudio, la población está conformada por las cuatro personas responsables de la ejecución de los procesos internos de la Dirección de Consultoría y Proyectos de UPEC CREATIVA EP y el ingeniero encargado del área tecnológica, quienes supervisan y gestionan los sistemas y herramientas digitales utilizados actualmente. Este grupo constituye el universo de referencia para la presente investigación, ya que poseen el conocimiento directo y la experiencia práctica sobre la planificación, control, trazabilidad y gestión de recursos.

Dado que se trata de un grupo reducido y especializado, se trabajará con censado, es decir, la totalidad de la población será considerada para la recolección de datos. Esto asegura que la información obtenida sea completa y representativa de la situación real de los procesos internos y el uso de la tecnología.

3.5.2. Técnicas de análisis

- **Análisis descriptivo:** Se aplicará a las respuestas de entrevistas y encuestas para identificar patrones, frecuencias y tendencias en la ejecución de procesos, uso de herramientas digitales, coordinación de equipos y disponibilidad de información.
- **Tablas y gráficos:** Se utilizarán para organizar y visualizar los datos cualitativos y cuantitativos de manera clara, facilitando la comparación entre las percepciones del personal de procesos y el ingeniero de sistemas.
- **Análisis comparativo:** Se contrastarán los procesos actuales y las mejoras potenciales que aportaría la implementación del ERP, evaluando diferencias entre la situación previa y la propuesta de optimización de recursos.
- **Interpretación cualitativa:** Se analizarán las respuestas abiertas de las reuniones para identificar problemas recurrentes, limitaciones técnicas y oportunidades de mejora, vinculando los hallazgos con la propuesta de software ERP.

3.5.3. Recursos

Materiales

Para este estudio, se utilizaron varios recursos de investigación, incluyendo:

- Artículos académicos sobre sistemas ERP, gestión de recursos empresariales y optimización de procesos organizacionales.

- Libros sobre metodologías de investigación, planificación de recursos y control de proyectos.

Recursos físicos

- Computadora portátil para procesar los datos, realizar análisis y documentar los hallazgos del estudio.
- Conexión a internet para acceder a bases de datos académicas, artículos científicos y software de gestión.

Recursos humanos

El proyecto se realizó con el apoyo de las siguientes personas, quienes aportaron información directa sobre los procesos internos y orientación técnica sobre el área tecnológica:

Tabla 11. Recursos humanos

Nombres	Ocupación	Rol
MSc. Carlitos Guano	Docente	Tutor
Cristian Ayala	Estudiante	Desarrollador
Anderson España	Estudiante	Desarrollador
Ing. Ricardo Arias	Personal	Gerencia Técnica
Ing. Adrián Espinoza	Personal	Área de Calidad
Ing. Ronnie Gómez	Personal	Área de Calidad
Ing. Ximena Chiquin	Personal	Área de Electrónico y Control

Recursos financieros

Para el desarrollo de este proyecto, se asignaron los recursos financieros necesarios para cubrir infraestructura, personal y materiales. La tabla muestra un ejemplo de los gastos estimados:

Tabla 12. Recursos financieros

Recurso	Cantidad	Tiempo	Precio Unitario	Total
Internet	6 meses	Mensual	\$25	\$150
Energía Eléctrica	6 meses	Mensual	\$30	\$180
Transporte	6 meses	Mensual	\$15	\$90
Total				\$420

Recursos tecnológicos

Se presentan los recursos informáticos empleados, incluyendo equipos y programas, durante la ejecución del proyecto:

Hardware:

- Asus TUF F17 con Intel Core i5 de 11ª generación, 16 GB de RAM, 2TB y tarjeta gráfica NVIDIA GeForce 3050ti, para desarrollo, pruebas y análisis del ERP.

- Servidor de prueba para alojar y ejecutar el sistema ERP.

Software:

- ERP (prototipo o plataforma elegida para la implementación, según propuesta de desarrollo).
- Windows 11 Pro como sistema operativo para desarrollo y pruebas.
- Virtual Box para entorno de pruebas de Ubuntu Server 24.04.
- Excel para análisis estadístico de los datos obtenidos encuestas.

3.5.4. Análisis de la encuesta de evaluación del software

Para evaluar la calidad y funcionamiento del Software de Planificación de Recursos Empresariales implementado en la Dirección de Consultoría y Proyectos de UPEC CREATIVA EP, se aplicó una encuesta tipo Likert a los cuatro usuarios directos de los módulos desarrollados. El propósito fue identificar el grado de adecuación del sistema a las necesidades reales del área, así como su capacidad para mejorar la organización, trazabilidad y control de la información.

Módulos evaluados

Para validar el funcionamiento de los módulos desarrollados, se llevó a cabo un proceso de evaluación con la participación de cuatro usuarios distintos, cada uno asignado a uno de los cuatro módulos del sistema. Esta distribución permitió analizar el desempeño de cada componente desde la perspectiva de un usuario real, considerando sus actividades habituales y el flujo operativo correspondiente. La evaluación individual facilitó identificar mejoras específicas, verificar la usabilidad de las interfaces y obtener retroalimentación directa sobre la precisión de los datos, la facilidad de navegación y la coherencia del proceso dentro de cada módulo.

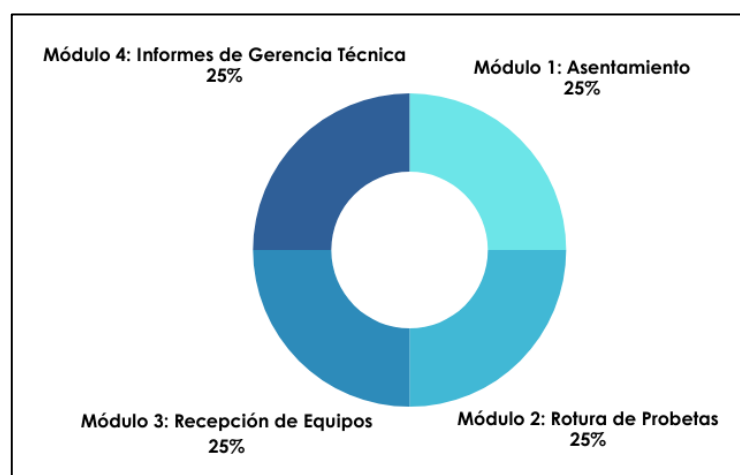


Figura 3. Módulos evaluados

Funcionalidad

- 1) El software permite registrar la información necesaria para las actividades del área.

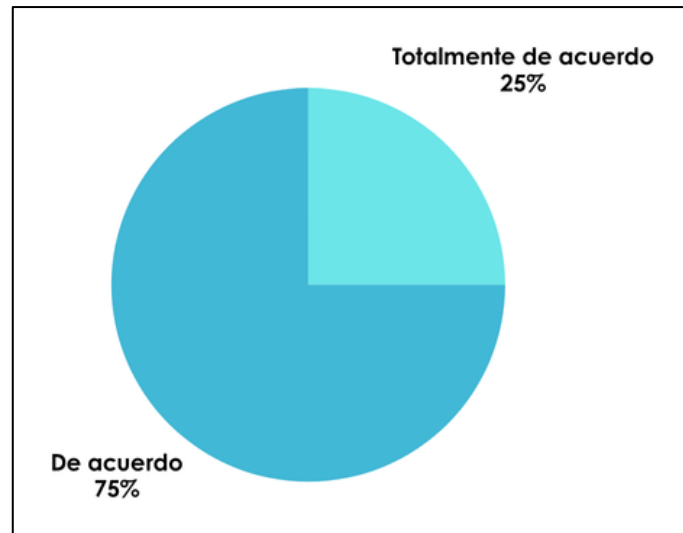


Figura 4. Resultados pregunta 1

Los resultados muestran que los usuarios coinciden en que el sistema cubre adecuadamente los requerimientos de registro. Esto indica que los campos, formularios y flujos de entrada se alinean correctamente con los procesos técnicos de asentamiento, probetas, equipos e informes. La tendencia sugiere que no existen vacíos de información ni limitaciones relevantes para documentar el trabajo diario.

- 2) Las funciones del sistema se ajustan a las tareas que realizo diariamente.

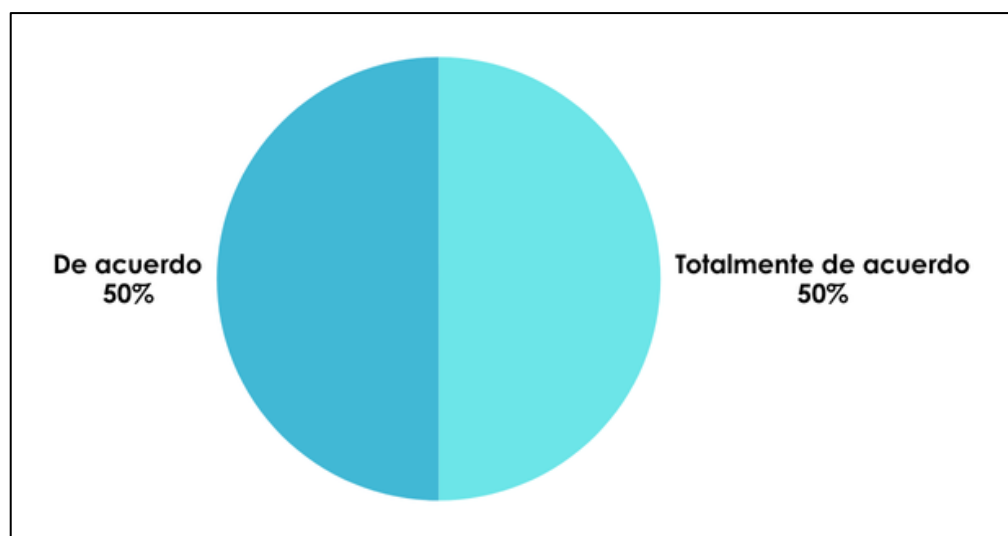


Figura 5. Resultados pregunta 2

Las respuestas demuestran que la lógica de los módulos refleja fielmente las actividades del personal. Esto confirma que el levantamiento de procesos previo al desarrollo fue adecuado y que las funciones programadas responden directamente a la operativa real del área.

3) El software facilita la organización de la información utilizada en el área.

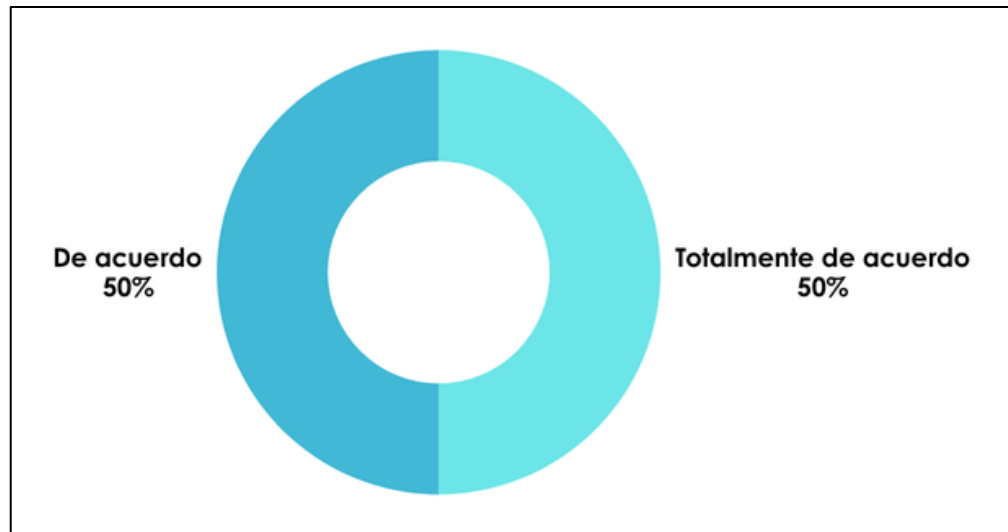


Figura 6. Resultados pregunta 3

Los usuarios perciben una mejora considerable en el orden y gestión documental. Este resultado es importante porque valida uno de los principales objetivos del ERP: centralizar y estructurar la información para evitar dispersión en documentos manuales u ofimáticos.

Eficiencia del desempeño

4) El sistema responde con rapidez al realizar registros o consultas.

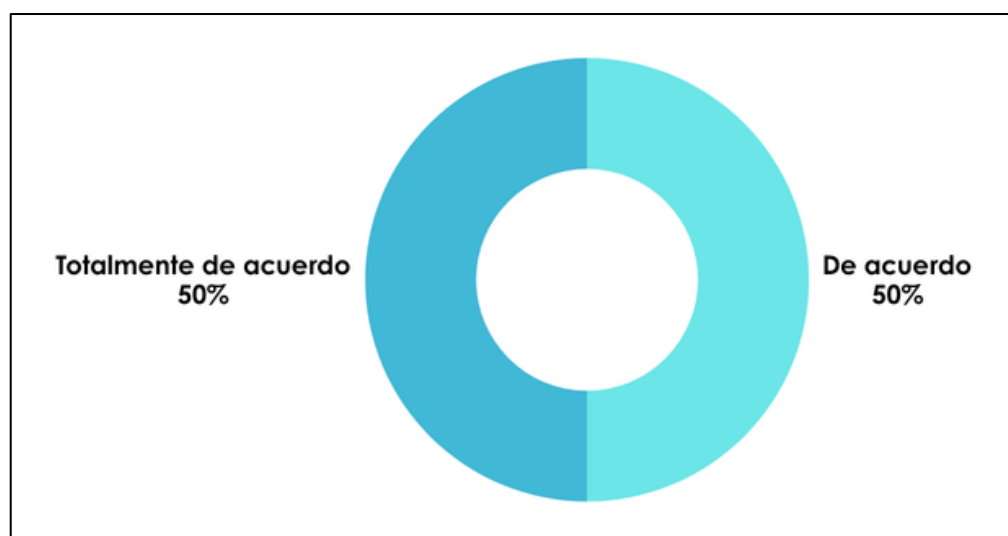


Figura 7. Resultados pregunta 4

Esto evidencia que la arquitectura del sistema, junto con el uso del ORM (Object-Relational Mapping) de Odoo responsable de gestionar de manera eficiente las operaciones entre los modelos en Python y la base de datos PostgreSQL, permite obtener tiempos de respuesta adecuados para el trabajo diario en el área.

5) El tiempo de carga del sistema es adecuado para las actividades del área.

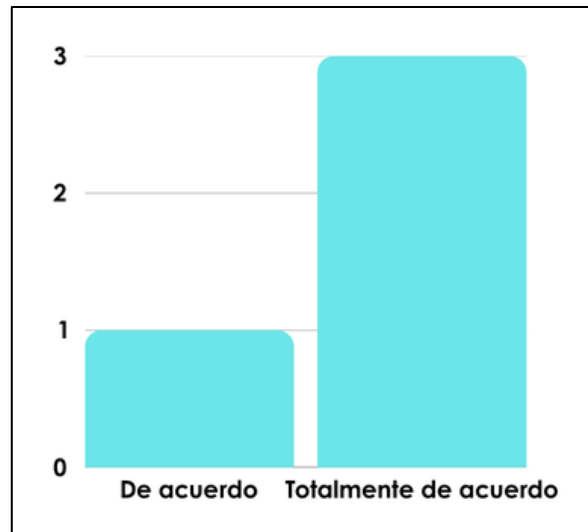


Figura 8. Resultados pregunta 5

Los usuarios manifiestan que la velocidad general del sistema no afecta el flujo de trabajo. Esto es especialmente relevante para módulos como asentamiento y recepción de equipos, donde las actividades requieren inmediatez operativa.

Usabilidad

6) La interfaz del sistema es clara y fácil de utilizar.



Figura 9. Resultados pregunta 6

La percepción positiva sobre la interfaz confirma que las vistas, botones y menús fueron diseñados de forma intuitiva. La curva de uso reducida es clave para un ERP institucional, donde el personal debe adaptarse rápidamente sin depender de capacitaciones prolongadas.

7) Es sencillo aprender a usar las funciones necesarias para mi trabajo.

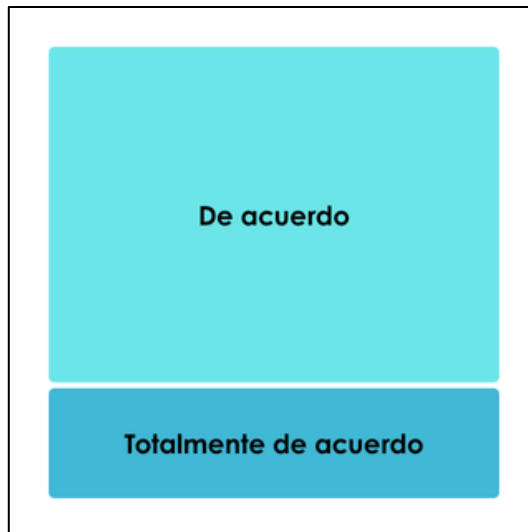


Figura 10. Resultados pregunta 7

Las respuestas muestran que el sistema no presenta barreras cognitivas para su adopción. Esto indica que los flujos fueron diseñados con coherencia y que las relaciones entre vistas, formularios y listados son naturales para el usuario.

Confiabilidad e integridad de la información

8) La información registrada se mantiene completa y sin inconsistencias.

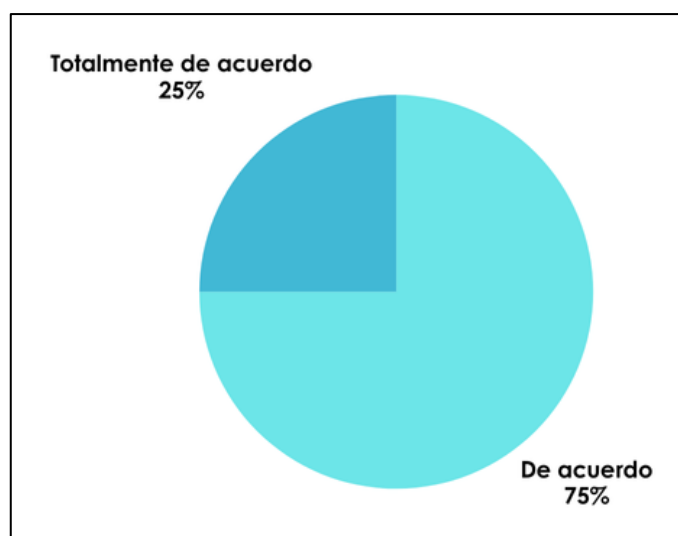


Figura 11. Resultados pregunta 8

Los usuarios reportan estabilidad en los datos registrados, lo cual confirma la correcta implementación del ORM, restricciones, relaciones y validaciones. Este resultado evidencia que el sistema evita errores comunes en registros manuales, como omisiones, duplicaciones o valores incorrectos.

9) El sistema evita pérdidas o duplicación de información en las actividades del área.

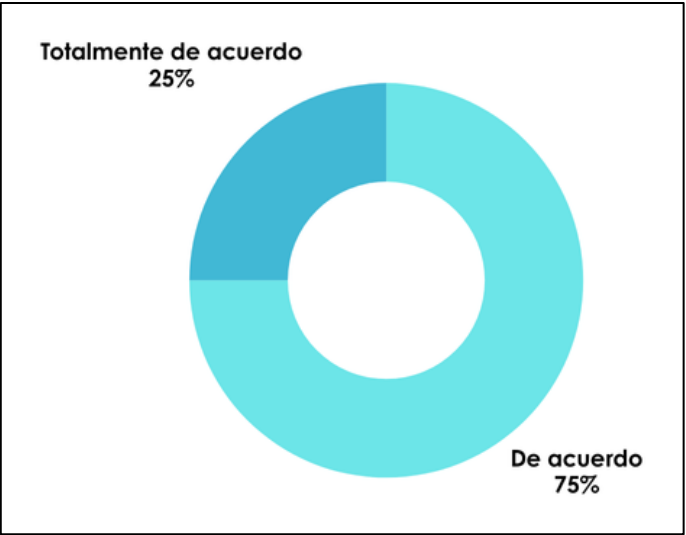


Figura 12. Resultados pregunta 9

La valoración positiva demuestra que el software contribuye a mantener la integridad de la información técnica. Este punto es crítico para la trazabilidad de ensayos de probetas, control de equipos y seguimiento de informes técnicos.

Seguridad

10) El sistema protege adecuadamente el acceso mediante usuarios y contraseñas.

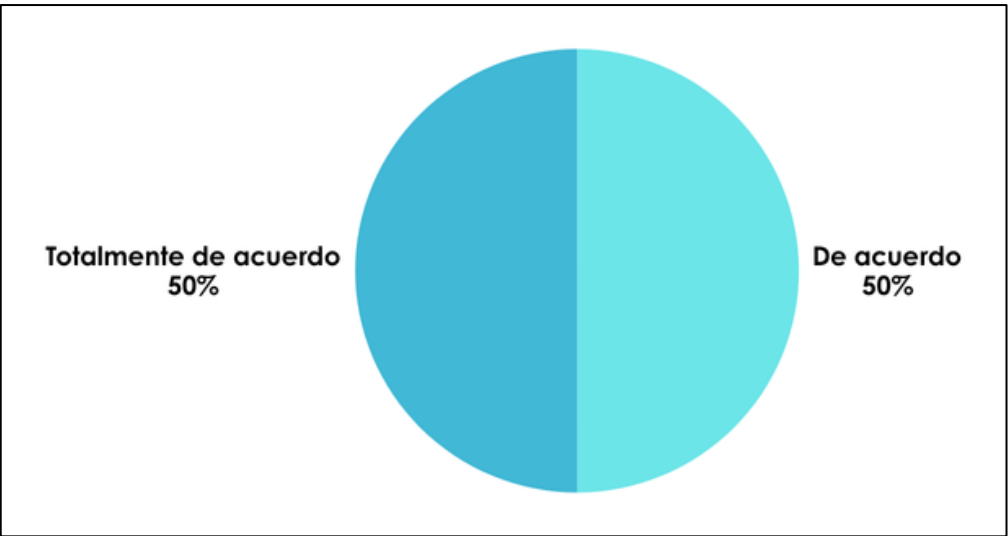


Figura 13. Resultados pregunta 10

Las respuestas confirman que los mecanismos de autenticación cumplen con las expectativas del personal. La asignación de roles, permisos y niveles de acceso asegura que cada usuario visualice únicamente lo correspondiente a su área.

11) La información manejada dentro del área se mantiene segura y controlada.

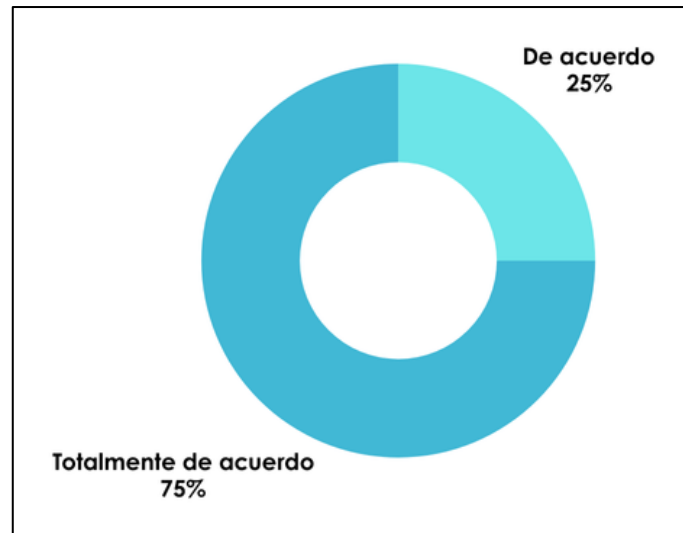


Figura 14. Resultados pregunta 11

Los usuarios perciben un nivel adecuado de seguridad, lo que es consistente con el diseño del ERP en Odoo, que utiliza control de permisos, módulos segregados y registro de auditoría interno.

Uso de la información en el área

12) El software facilita consultar la información necesaria para las actividades del área.

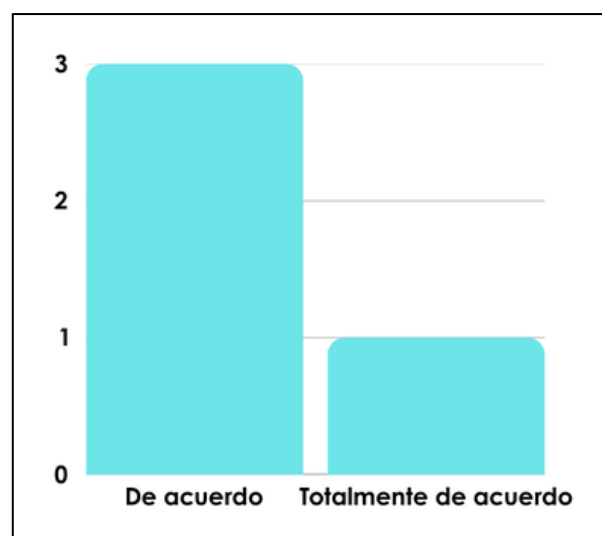


Figura 15. Resultados pregunta 12

Los datos reflejan que el sistema permite acceder rápidamente a registros históricos, documentos generados y estados de procesos. Esto mejora la eficiencia en tareas administrativas y técnicas.

13) El sistema permite identificar rápidamente cambios o actualizaciones.

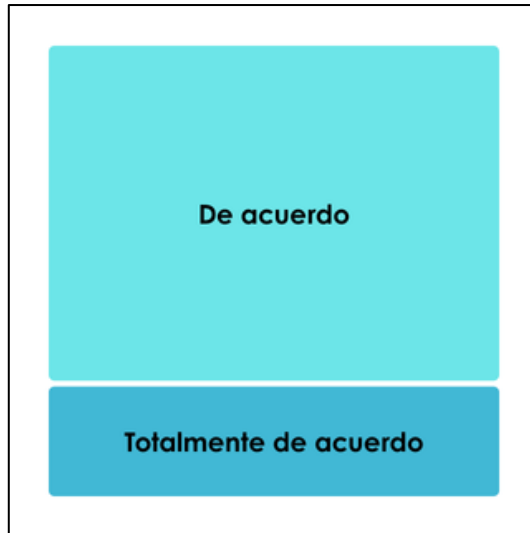


Figura 16. Resultados pregunta 13

La percepción positiva demuestra que los usuarios pueden visualizar modificaciones recientes, lo cual es esencial para la gestión de probetas, asentamientos y equipos con tiempos de seguimiento específicos.

Apoyo a la mejora del área

14) La información generada por el sistema mejora la claridad en el trabajo del área.



Figura 17. Resultados pregunta 14

Los usuarios consideran que los reportes, vistas y documentos producidos por el ERP hacen más claro el trabajo diario, reduciendo ambigüedades y fortaleciendo la comunicación interna.

15) El software contribuye a una mayor organización y control dentro del área.

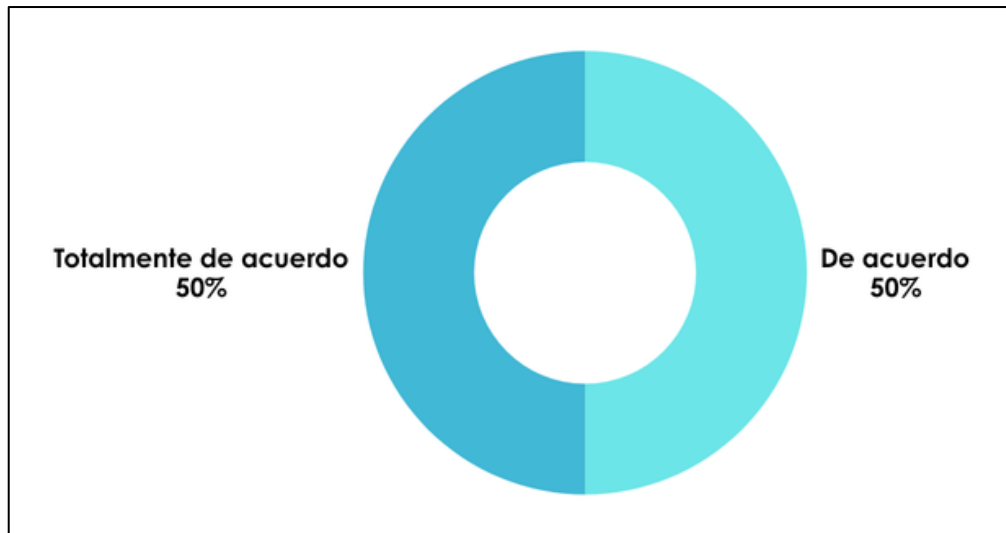


Figura 18. Resultados pregunta 15

Este ítem resume el impacto general del sistema. Las respuestas confirman que el ERP aporta orden, seguimiento y control integral de procesos, lo que evidencia su aporte directo a la variable dependiente de la investigación: Mejora en la Dirección de Consultoría y Proyectos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Estudio de factibilidad

4.1.1.1. Factibilidad organizacional

Descripción de la organización

Empresa: UPEC - CREATIVA EP.

Ubicación: Calle Antisana y Avenida Universitaria, Tulcán, Ecuador.

Área: Dirección de Consultoría y Proyectos.

Sistema: Software de Planificación de Recursos Empresariales para la Dirección de Consultoría y Proyectos.

Objetivo social: Gestión de proyectos de construcción, fiscalización y consultoría de obras.

Misión

"Ser una empresa pública reconocida por brindar soluciones innovadoras y de calidad, que contribuyan al desarrollo económico, social, científico-tecnológico de la región y del país."

Visión

"UPEC-CREATIVA-EP brinda soluciones confiables a través de la oferta de bienes y servicios de calidad, que satisfacen las necesidades de los usuarios, con el compromiso ético de potenciar el desarrollo, garantizando el profesionalismo y la responsabilidad social."

Organigrama

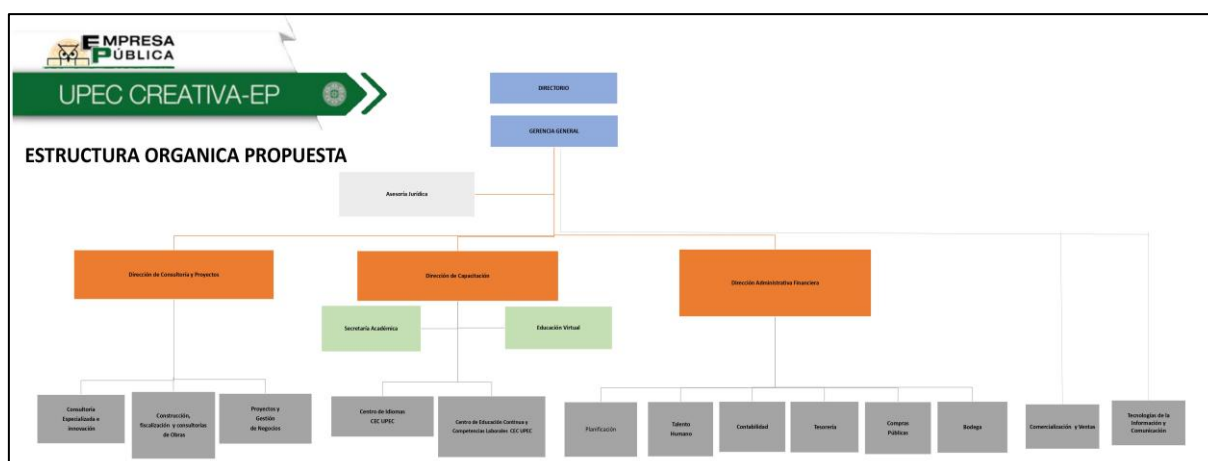


Figura 19. Organigrama UPEC CREATIVA EP

La estructura orgánica propuesta de la empresa pública UPEC CREATIVA-EP se encuentra organizada de manera jerárquica y funcional, con el fin de garantizar un adecuado cumplimiento de sus objetivos institucionales. En el nivel superior se encuentra el Directorio, como máximo órgano de decisión, acompañado de la Gerencia General, encargada de la administración, coordinación y ejecución de las políticas estratégicas. Como unidad de apoyo directo se incorpora la Asesoría Jurídica, responsable de brindar acompañamiento legal en los procesos y actividades de la institución.

En el ámbito operativo, la organización se estructura en tres direcciones principales. La Dirección de Consultoría y Proyectos está orientada a la gestión de servicios especializados, la innovación, la fiscalización y consultoría de obras, así como al desarrollo de proyectos y gestión de negocios. Por su parte, la Dirección de Capacitación tiene como ejes fundamentales la Secretaría Académica, que gestiona el Centro de Idiomas CEC UPEC y el Centro de Educación Continua y Competencias Laborales, junto con el área de Educación Virtual, destinada a la formación en línea. Finalmente, la Dirección Administrativa Financiera integra los procesos de planificación, talento humano, contabilidad, tesorería, compras públicas, bodega, comercialización y ventas, además del área de Tecnologías de la Información y Comunicación, que apoya de manera transversal al funcionamiento de la entidad.

De esta manera, el organigrama refleja una estructura clara y ordenada que articula la toma de decisiones estratégicas, el soporte legal y la gestión operativa en áreas

técnicas, académicas y administrativas, contribuyendo al desarrollo eficiente de las actividades de UPEC CREATIVA EP.

Mapa de interacción de procesos

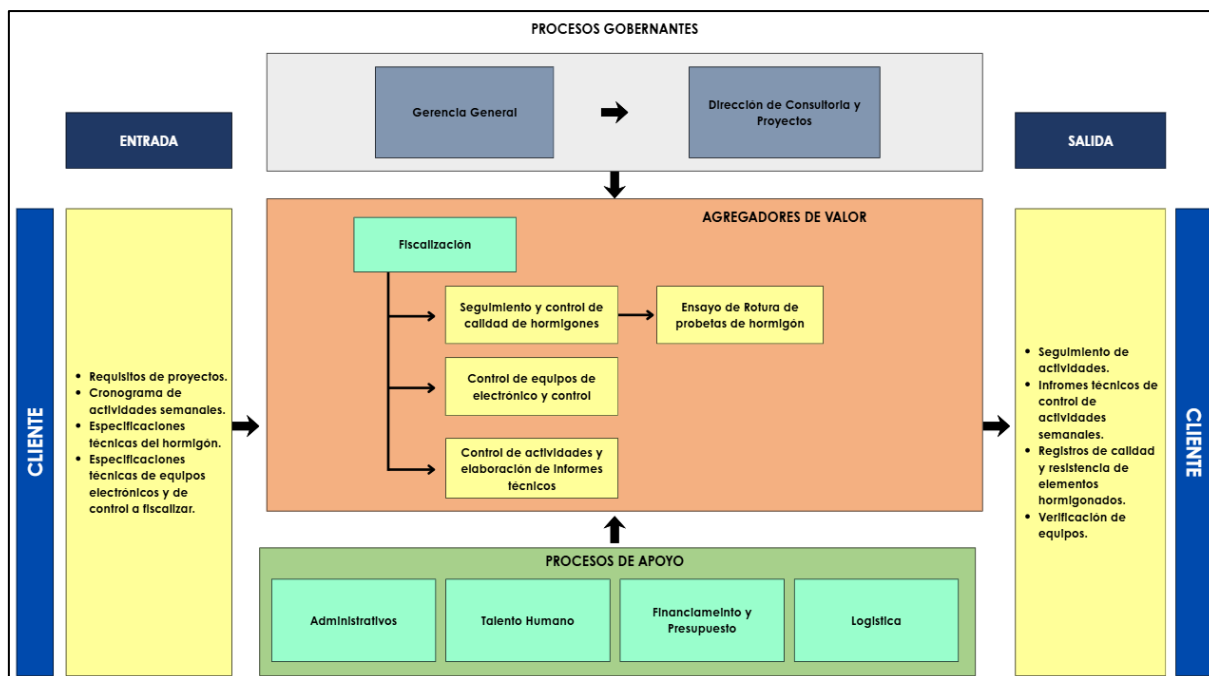


Figura 20. Mapa de interacción de procesos

El mapa de interacción de procesos de la Dirección de Consultoría y Proyectos de UPEC CREATIVA EP permite identificar la estructura funcional mediante la cual se ejecutan las actividades relacionadas con la fiscalización y control de obras. Esta representación constituye un insumo fundamental para el levantamiento de procesos, ya que describe la forma en que se transforman los requerimientos del cliente en resultados verificables dentro del ámbito técnico-operativo.

El modelo se organiza en tres niveles claramente diferenciados:

1. Procesos gobernantes

Integrados por la Gerencia General y la Dirección de Consultoría y Proyectos, responsables de dirigir, supervisar y controlar la gestión institucional para garantizar el cumplimiento de los objetivos estratégicos.

2. Procesos agregadores de valor

Corresponden al proceso principal de Construcción, Fiscalización y Consultorías de Obras, del cual se derivan actividades esenciales para el aseguramiento de la calidad en proyectos de construcción.

Estos procesos reciben requerimientos directos del cliente y generan entregables que aportan valor, tales como:

- Seguimiento y control de calidad de hormigones
- Ensayo de rotura de probetas de hormigón
- Control de equipos de electrónica y control
- Control de actividades e informes técnicos

Cada uno de estos procesos transforma entradas claves —requisitos de proyectos, cronogramas semanales, especificaciones técnicas del hormigón y de equipos— en salidas alineadas a la toma de decisiones técnicas, como informes de avance, resultados certificados de resistencia, registros de calidad y verificaciones de equipos.

3. Procesos de apoyo

Incluyen las áreas administrativas, de talento humano, presupuesto y logística, que suministran recursos materiales, humanos y financieros necesarios para la correcta ejecución de los procesos de valor.

El flujo Entrada → Procesos de Valor → Salida evidencia la interacción sistemática entre los actores involucrados, asegurando una gestión orientada a resultados y centrada en el cliente. Su análisis permite identificar actividades críticas, dependencias internas, puntos de control y necesidades de digitalización, aportando directamente al diagnóstico de los procesos actuales y a la propuesta de mejora mediante un sistema ERP.

4.1.1.2. Factibilidad técnica

Recursos de software

Tabla 13. Descripción de los recursos de software

Tipo	Nombre	Descripción	Cantidad
Software	Digital Ocena	Servidor en la nube	1
	Ubuntu Server	Sistema Operativo del servidor	1
	PostgreSQL	Gestor de bases de datos	1
	Python	Lenguaje de programación	1
	Xml	Lenguaje para Front-End	1
	Odoo	Sistema de Recursos Empresariales	1
	Visual Studio Code	Entorno de desarrollo integrado	1
	Bizagi	Modelador visual de Procesos	1
	Virtual Box	Máquina Virtual	1

Recursos de hardware

Tabla 14. Descripción de los recursos de hardware

Tipo	Nombre	Descripción	Cantidad
Hardware	Equipo de computación	Asus TUF F17 con Intel Core i5 de 11ª generación, Disco SSD NVMe 2TB, Memoria RAM 16 GB , y tarjeta gráfica NVIDIA GeForce RTX 3050ti, para desarrollo, pruebas y análisis del ERP.	1
	Equipo de computación	Laptop HP Victus AMD Ryzen 5 5600H with Radeon Graphics Disco SSD 500 Gb, Memoria RAM 8Gb, y tarjeta gráfica NVIDIA GeForce RTX 3050, para desarrollo, pruebas y análisis del ERP.	1

4.1.1.3. Factibilidad económica

A continuación, se presentan los recursos que incluyen software, hardware, servicios en la nube, personal y suministros de oficina, junto con sus costos correspondientes, empleando herramientas de código abierto y servicios de nube con opciones básicas para eludir la utilización de servidores físicos y disminuir gastos en mantenimiento, electricidad y actualizaciones técnicas.

Tabla 15. Factibilidad económica

Software		
Descripción	Cantidad	Costo Referencial
Digitalocean	1	\$40,00
Ubuntu Server	1	\$00,00
PostgreSQL	1	\$00,00
Python	1	\$00,00
Xml	1	\$00,00
Odoo	1	\$00,00
Visual Studio Code	1	\$00,00
Bizagi	1	\$00,00
Virtual Box	1	\$00,00
Total Software		\$40,00
Hardware		
Equipo de computación	1	\$1300,00
Equipo de computación	1	\$600,00
Total Hardware		\$1900,00
Talento Humano		
Programadores	2	\$2.400,00
Total Talento Humano		\$2.400,00
Materiales de oficina		
Materiales de oficina	1	\$20,00
Internet	1	\$25,00
Útiles de oficina	1	\$15,00
Varios	1	\$30,00
Total Materiales de Oficina		\$90,00
Subtotal		\$4.430,00
5% de imprevistos		\$116,25
Total		\$4.546,25

4.1.1.4. Factibilidad operativa

Tabla 16. Factibilidad operativa

Proceso	Situación Actual	Situación con ERP
Gestión de Proyectos	Registros manuales en hojas de cálculo, información dispersa	Centralización de información, trazabilidad completa
Control de Calidad	Formularios en papel, cálculos manuales	Validación automática, cumplimiento de normas ASTM
Fiscalización	Reportes manuales, retrasos en consolidación	Reportes automáticos, información en tiempo real
Documentación	Archivos dispersos, versiones múltiples	Base de datos única, control de versiones
Toma de Decisiones	Basada en información fragmentada	Dashboards con indicadores clave actualizados
Tiempo de Reportes	2-5 días según complejidad	Generación inmediata
Recursos Humanos	Personal con procesos manuales	Personal capacitado en sistema digital
Infraestructura	Documentos físicos y digitales dispersos	Sistema cloud centralizado

En base al estudio de factibilidad, el desarrollo del Software de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) es viable al utilizar tecnologías de código abierto y servicios en la nube con un costo económico accesible. De esta manera se reduce la inversión inicial y se evita la necesidad de servidores físicos costosos, contribuyendo a mejorar los procesos de construcción, fiscalización y consultoría de obras tales como el control de asentamiento de concreto, rotura de probetas, gestión de equipos, documentación electrónica y generación de informes de gerencia técnica en la Dirección de Consultoría y Proyectos de UPEC CREATIVA EP de la ciudad de Tulcán, teniendo en cuenta las siguientes personas.

Tabla 17. Interesados del proyecto

Categoría de Interesados	Personas/Roles
Usuarios directos	Personal de Control de Calidad Personal de Fiscalización Personal de Gerencia Técnica Personal Administrativo
Gerente General	Gerencia de UPEC CREATIVA EP
Administrador del Sistema	Área de TIC
Beneficiarios	Contratistas Proveedores Comunidad de Tulcán
Director y fiscalizadores del proyecto	MSc. Carlitos Guano Cárdenas
Integrantes del proyecto	Cristian Alejandro Ayala Castillo Anderson Steven España Cadena

Objetivos y alcance

Se realizaron reuniones con el personal de la Dirección de Consultoría y Proyectos y directivos de UPEC CREATIVA EP. El principal objetivo es mejorar los procesos evaluados durante la investigación como el control de calidad del hormigonado,

documentación de equipos electrónicos e informes de gerencia técnica en la gestión de construcción, fiscalización y consultorías de obras.

Módulos principales del sistema:

- Módulo de Control de Asentamiento de Hormigón
- Módulo de Control de Rotura de Probetas de Hormigón
- Módulo de Verificación de Equipos Electrónicos
- Módulo de Control de Actividades de Gerencia Técnica

Roles del proyecto

Tabla 18. Roles del proyecto

Nombre	Descripción	Rol
MSc. Carlitos Guano	Docente tutor UPEC	Consultor/Director
Cristian Ayala	Investigador/Estudiante	Desarrollador Principal
Anderson España	Investigador/Estudiante	Desarrollador
Ing. Ricardo	Responsable Gerencia Técnica	Cliente/Usuario clave
Ing. Adrián Espinoza	Personal Área de Calidad	Usuario/Validador
Ing. Ronnie Gómez	Personal Área de Calidad	Usuario/Validador
Ing. Ximena Chiquin	Área Electrónico y Control	Usuario/Validador

4.2. Propuesta

Los resultados de la fase de desarrollo del sistema para la empresa son presentados en este capítulo. La fundamentación de este desarrollo estuvo en la evaluación de los procesos operativos: construcción, fiscalización y consultorías de obras, y el control de recursos, funciones y estrategias que necesitaban mejora. Utilizando varios instrumentos de información, que incluían encuestas a los operativos y administrativos, entrevistas a los responsables de área, y la elaboración de diagramas de procesos que ayudaron a cartografiar y entender el flujo de trabajo, estos resultados fueron obtenidos. La solución más apropiada para atender las necesidades que se describieron en el planteamiento fue la elección de Odoo ERP Planificación de Recursos Empresariales y el desarrollo de módulos personalizados centrados en la calidad del control y en la gestión de documentos e informes de gerencia técnica en la construcción, fiscalización y consultorías de obras. La elaboración de estos módulos se basó en los principios de la metodología ágil Extreme Programming (XP). La metodología se caracteriza por el desarrollo iterativo e incremental de las soluciones, la continua interacción con el cliente y el flujo incesante de valor. En cada una de las etapas se propusieron actividades de análisis, diseño, desarrollo y validación, para que la implementación de la solución cumpliera con los requerimientos del sector de la construcción.

4.2.1. Metodología XP

4.2.1.1. Fase de planificación

Los fundamentos del proyecto se definieron con base al diseño claro de los principales componentes de la solución tecnológica. Se definió que el sistema de Planificación de Recursos Empresariales que se implementaría iba a ser Odoo. También se definieron los módulos principales que se construirían con los requerimientos que conformarían la solución: control de calidad, documentación electrónica e informes de gerencia técnica, para la gestión de construcción, fiscalización y consultorías de obras.

4.2.1.1.1. Identificación de procedimientos

Proceso de Calidad

Procedimiento Calidad de asentamiento de hormigonado

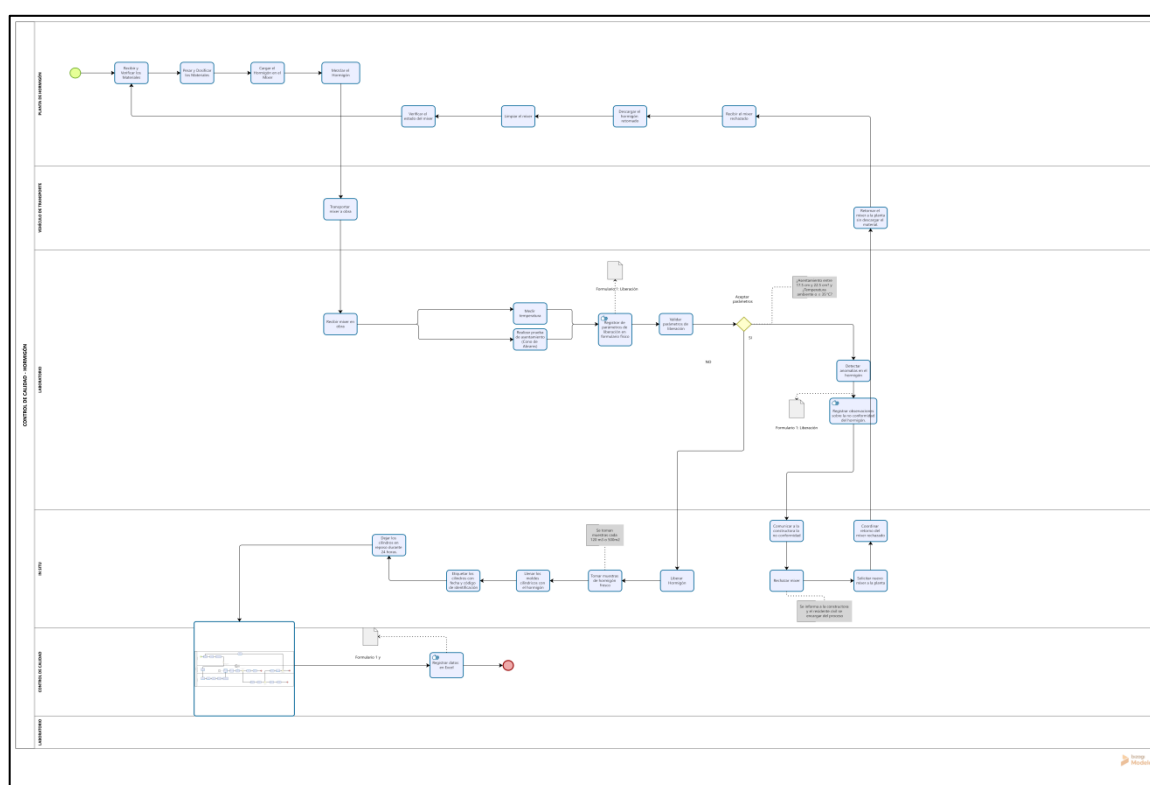


Figura 21. Procedimiento de Calidad de asentamiento de hormigonado

Tabla 19. Levantamiento de proceso de Calidad: Asentamiento Hormigón

Apartado	Descripción
Procedimiento	Calidad de Asentamiento de Hormigonado Objetivo del procedimiento Verificar que el asentamiento del hormigón cumpla con las especificaciones técnicas, asegurando que el muestreo, toma de asentamiento, registro, validación y aprobación de resultados se ejecuten correctamente durante la jornada de fiscalización. - Cono de Abrams - Herramientas de asentamiento (varilla, placa base) - Formulario
Recursos	1 Asentamiento - Registro fotográfico - Informe de laboratorio - Evidencias de obra (hora de llegada, mezclado, descarga) - Equipos de medición y control FISCALIZACIÓN EN OBRA: 1. Iniciar la jornada de fiscalización. 2. Revisar la documentación técnica inicial de la constructora. 3. Cargar el formulario de asentamiento en el sistema. 4. Verificar la hora de llegada del mixer. 5. Verificar el estado del mezclado del hormigón. 6. Limpiar el cono para la prueba. 7. Efectuar la prueba de asentamiento (Slump Test). 8. Registrar el valor obtenido del asentamiento. 9. Tomar evidencias fotográficas.
Actividades	CONTROL DE CALIDAD Y SEGUIMIENTO: 10. Recibir informe de asentamiento y evidencias. 11. Subir las evidencias al sistema. 12. Registrar asentamiento en Formulario 1 — Asentamiento. 13. Validar la prueba realizada en obra. 14. Evaluar: ¿El asentamiento cumple especificación? - SI: Registrar conformidad → Enviar informe a Gerencia Técnica. - NO: Generar observaciones y notificar a la constructora → La constructora sube corrección → Se valida nuevamente. GERENCIA TÉCNICA: 15. Recibir informe validado. 16. Confirmar la revisión técnica final. 17. Archivar informe y cerrar el proceso.
Actores	- Fiscalizador en obra - Personal de Control y Seguimiento - Constructora - Gerencia Técnica - Formulario 1 Asentamiento completado - Evidencias fotográficas del ensayo -
Salida	Registro de valor de asentamiento validado - Notificaciones de correcciones (si aplica) - Informe final aprobado por Gerencia Técnica
Destinatario	Constructora Área de Control y Seguimiento Gerencia Técnica - Porcentaje de ensayos de asentamiento aprobados en primera revisión - Número
Indicadores	de asentamientos rechazados - Tiempo promedio de validación del ensayo - Tiempo de respuesta de la constructora ante observaciones

Procedimiento de Calidad Rotura de Probetas de Hormigón

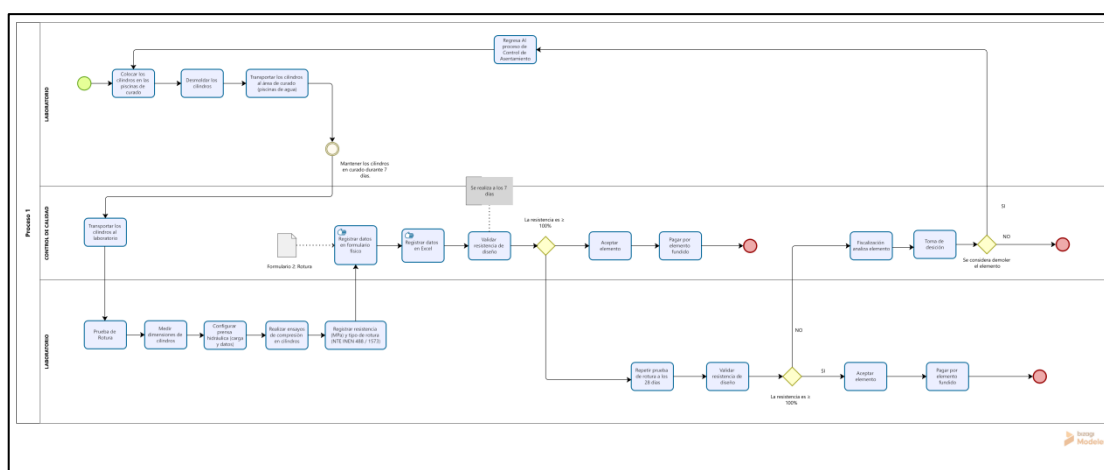


Figura 22. Proceso de Rotura de Probetas de Hormigonado

Tabla 20. Levantamiento de proceso de Calidad: Rotura de Probetas de Hormigón

Levantamiento de Procesos	
Procedimiento	Calidad Rotura de Probetas de Hormigón
Objetivo del proceso	Realizar ensayos de resistencia en cilindros de concreto para verificar el cumplimiento de especificaciones técnicas de los elementos fundidos.
Recursos	- Cilindros de concreto - Formulario 2 Rotura - Equipo de laboratorio (prensa hidráulica) - Bitácora de Control de Calidad - Registro AI (Asistente de Abastecimiento)
Actividades	LABORATORIO: 1. Recoger cilindros en las plantas de Hormigón 2. Desencofrar los cilindros 3. Transportar los cilindros al área de curado del laboratorio 4. Mantener los cilindros en curado durante 7 días CONTROL DE CALIDAD (Proceso 1): 5. Transportar los cilindros al laboratorio 6. Registrar datos en Formulario 2 Rotura 7. Llevar datos a hoja de cálculo 8. Validar evidencia de diseño 9. Evaluar: ¿La resistencia es $\geq 100\%$? - SI: Aceptar elemento → Pagar por elemento fundido → Fiscalizaciones → Toma de decisión (¿Se considera demoler el elemento? NO → Finaliza) - NO: Realizar prueba de rotura a los 28 días LABORATORIO (Proceso 2): 10. Preparar Rotura 11. Medir dimensiones de cilindros 12. Configurar hidráulica carga y datos 13. Realizar ensayos de compresión en cilindros 14. Registrar resistencia de compresión (kPa y tipo de rotura [HIT, REN, 480 / 1571]) 15. Evaluar: ¿La resistencia es $\geq 100\%$? - SI: Aceptar elemento → Pagar elemento fundido → Finaliza - NO: Rechazar cilindro de rotura a los 28 días → Validar resistencia de diseño → Evaluar nuevamente
Actores	- Personal de Laboratorio - Control de Calidad - Fiscalizaciones
Salida	- Formulario 2 Rotura completado - Registro de resistencias

	- Reporte de aceptación o rechazo de elementos - Autorización de pago
Destinatario	Control de Calidad / Fiscalizaciones / Área de Pagos
Indicadores	- Porcentaje de cilindros con resistencia $\geq 100\%$ - Número de elementos rechazados - Tiempo promedio de ensayo - Cumplimiento de especificaciones técnicas

Proceso Electrónico y Control

Procedimiento de actividades del área de Electrónico y Control

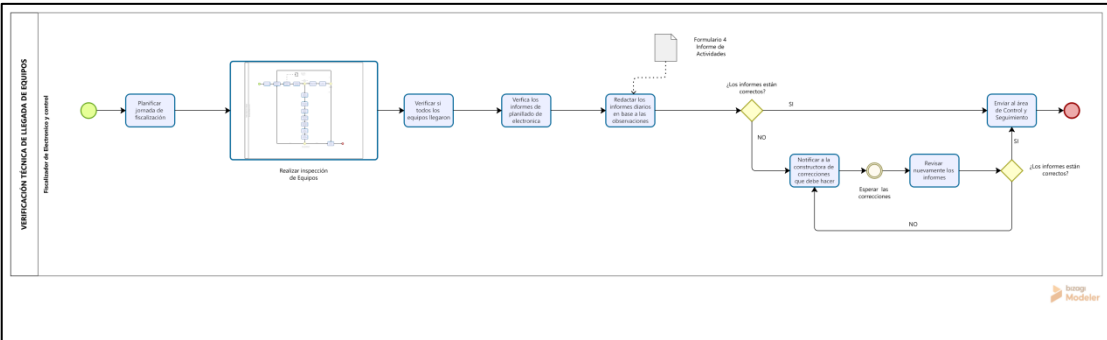


Figura 23. Procedimiento de actividades del área de Electrónico y Control

Tabla 21. Levantamiento de proceso de actividades del área de Electrónico y Control

Levantamiento de Procesos	
Procedimiento	Actividades Técnicas de Electrónico y Control
Objetivo del proceso	Validar que las actividades técnicas de Electrónico y Control
Recursos	- Formulario 4 Informe de Actividades - Jornada de fiscalización - Planillado de características - Informes diarios
	1. Inicio de jornada de fiscalización 2. Realizar inspección de Equipos (diagrama de planillado) 3. Verificar todos los equipos llegaron 4. Verificar los informes de planillado de características
Actividades	5. Redactar los informes diarios que hace a los fiscalizadores 6. Evaluar ¿Los informes están correctos? - SI: Finalizar Mes de Control y Seguimiento - NO: Notificar a la constructora de correcciones que debe hacer → Esperar las correcciones → Nuevamente los informes → Evaluar nuevamente
Protagonistas	- Fiscalizador de Electromecánico y control - Informes diarios validados
Salida	- Registro de conformidad de equipos - Notificaciones a constructora (si aplica)
Destinatario	Constructora / Área de Control y Seguimiento - Porcentaje de informes correctos en primera revisión
Indicadores	- Tiempo promedio de corrección - Número de notificaciones emitidas

Procedimiento de Verificación de Equipos Electrónicos

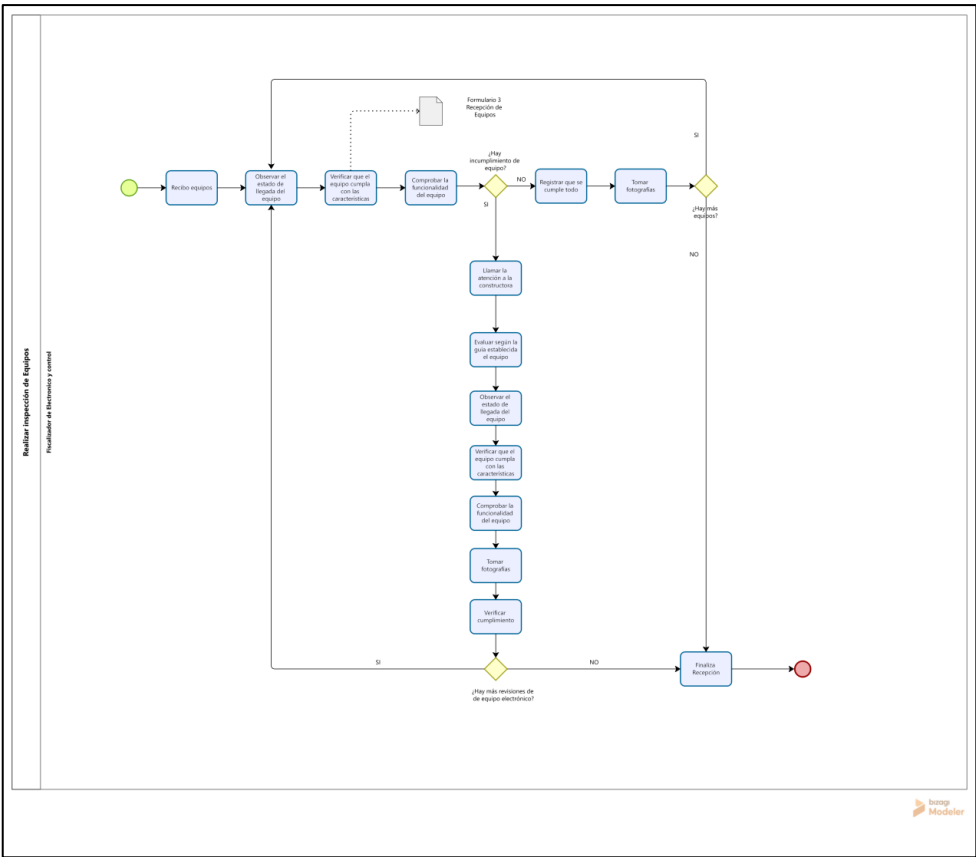


Figura 24. Procedimiento de Verificación de Equipos del área de Electrónico y Control

Tabla 22. Levantamiento de proceso Electrónico y Control: Verificación de Equipos Electrónicos

Levantamiento de Procesos	
Procedimiento	Verificación de Equipos Electrónicos
Objetivo del proceso	Garantizar el correcto funcionamiento y características técnicas de los equipos electrónicos mediante inspección detallada y registro fotográfico.
Recursos	- Formulario 2 Recepción de Equipos - Equipos electrónicos - Cámara fotográfica o celular con cámara - Fichas técnicas
Actividades	1. Recibo equipos 2. Observar el estado de llegada del equipo 3. Verificar que el equipo cumple con las características 4. Comprobar la funcionabilidad del equipo 5. Evaluar si hay incumplimiento de equipo - NO: Registrar que sí cumple todo → Tomar fotografías → ¿Hay más equipos? - SI: Llamar la atención a la constructora 6. Evaluar según la guía establecida el equipo 7. Observar el estado de llegada del equipo 8. Verificar que el equipo cumple con las características 9. Comprobar la funcionabilidad del equipo 10. Tomar fotografías 11. Verificar cumplimiento 12. Evaluar si hay más revisiones de equipo electrónico - SI: Repetir inspección - NO: Finaliza Recepción

Protagonistas	- Fiscalizador de Electromecánico y control - Formulario 2 completado
Salida	- Registro fotográfico de equipos - Reporte de conformidad o no conformidad
Destinatario	Constructora / Gerencia Técnica
Indicadores	- Porcentaje de equipos conformes - Número de incumplimientos detectados - Tiempo promedio de inspección por equipo

Proceso de Gerencia Técnica

Procedimiento Informes de Gerencia Técnica

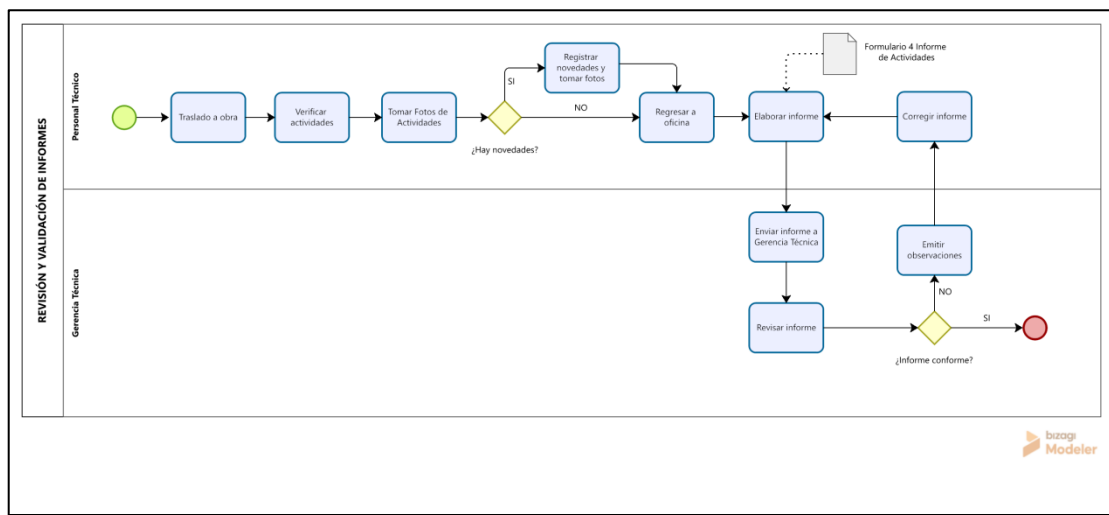


Figura 25. Procedimiento de actividades de Gerencia Técnica

Tabla 23. Levantamiento de proceso de Gerencia Técnica: Actividades

Levantamiento de Procesos	
Procedimiento	Revisión y Validación de Actividades
Objetivo del proceso	Supervisar y validar las actividades de campo realizadas por el personal técnico, asegurando la calidad y veracidad de los informes antes de su aprobación final.
Recursos	- Formulario 4 Informe de Actividades - Fotografías de actividades - Sistema de registro
Actividades	1. Traslado a obra
	2. Verificar actividades
	3. Tomar Fotos de Actividades
	4. Evaluar si hay novedades
	- SI: Registrar novedades y tomar fotos
	- NO: Continuar proceso
	5. Regresar a oficina
	6. Elaborar informe
	7. Enviar informe a Gerencia Técnica
	8. Revisar informe
	9. Evaluar si informe es conforme
	- NO: Emitir observaciones → Corregir informe
	- SI: Finalizar proceso
Protagonistas	- Personal Técnico - Gerencia Técnica
Salida	- Informe de actividades validado y aprobado - Registro fotográfico
Destinatario	Gerencia Técnica

Indicadores	- Porcentaje de informes aprobados en primera revisión - Tiempo promedio de validación de informes - Número de observaciones por informe
-------------	--

4.2.1.1.2. Historias de Usuario

Módulo de Asentamiento de Hormigón

Tabla 24. Historia de Usuario 1 - Registro de tipo de hormigón

Historia de usuario	
Nº:	1
Usuario:	Técnico de Control de Calidad
Nombre historia:	Registro de Tipo de Hormigón
Riesgo en desarrollo:	Medio
Prioridad:	Alta
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como técnico de control de calidad, necesito registrar las especificaciones técnicas de cada tipo de hormigón (resistencia MPa, temperatura límite, rangos de asentamiento mínimo y máximo) para establecer los parámetros de control que se aplicarán durante la recepción del material en obra.

Tabla 25. Historia de Usuario 2 - Registro de elemento hormigonado

Historia de usuario	
Nº:	2
Usuario:	Técnico de Control de Calidad
Nombre historia:	Registro de Elemento Hormigonado
Riesgo en desarrollo:	Alto
Prioridad:	Alta
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como técnico de control de calidad, necesito registrar cada elemento estructural hormigonado indicando el tipo de hormigón utilizado, ID de muestra único, nombre del elemento, fecha y hora del vaciado, para llevar la trazabilidad completa del proceso constructivo.

Tabla 26. Historia de Usuario 3 - Registro de mixers

Historia de usuario	
Nº:	3
Usuario:	Técnico de Control de Calidad
Nombre historia:	Registro de Mixers (Camiones Mezcladores)
Riesgo en desarrollo:	Alto
Prioridad:	Alta
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como técnico de control de calidad, necesito registrar cada mixer recibido en obra con su número identificador, hora de llegada, número de muestra, temperatura del hormigón, valor de asentamiento real medido, volumen vertido y estado de cumplimiento, para verificar que cada carga cumple con las especificaciones técnicas establecidas.

Tabla 27. Historia de Usuario 4 - Validación automática de asentamiento

Historia de usuario	
Nº:	4
Usuario:	Sistema
Nombre historia:	Validación Automática de Asentamiento
Riesgo en desarrollo:	Medio
Prioridad:	Alta
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como sistema, debo validar automáticamente en tiempo real si el valor de asentamiento registrado para cada mixer se encuentra dentro de los rangos permitidos (mínimo y máximo) definidos para ese tipo de hormigón, marcando visualmente el estado de cumplimiento (aprobado/no conforme).

Tabla 28. Historia de Usuario 5 - Vista Kanban de elementos hormigonados

Historia de usuario	
Nº:	5
Usuario:	Supervisor de Obra
Nombre historia:	Vista Kanban de Elementos Hormigonados
Riesgo en desarrollo:	Bajo
Prioridad:	Media
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como supervisor de obra, necesito visualizar en formato Kanban todos los elementos hormigonados agrupados por tipo de hormigón, mostrando información resumida como volumen (m³), nombre del elemento y fecha de registro, para tener una vista organizacional rápida del estado de los vaciados.

Módulo de Control de Rotura de Probetas de Hormigón

Tabla 29. Historia de Usuario 6 - Registro de ensayo de concreto

Historia de usuario	
Nº:	6
Usuario:	Técnico de Laboratorio
Nombre historia:	Registro de Ensayo de Concreto
Riesgo en desarrollo:	Alto
Prioridad:	Alta
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como técnico de laboratorio, necesito registrar los datos del ensayo de rotura de probetas incluyendo nombre del ensayo, tipo de ensayo (7, 14, 28 días), fecha y hora del ensayo, elemento constructivo asociado y proyecto, para mantener la trazabilidad de cada muestra desde su elaboración hasta su ensayo final.

Tabla 30. Historia de Usuario 7 - Registro de datos de laboratorio puentes

Historia de usuario	
Nº:	7
Usuario:	Técnico de Laboratorio Puentes
Nombre historia:	Registro de Datos de Laboratorio Puentes
Riesgo en desarrollo:	Medio
Prioridad:	Alta
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala

Descripción:	Como técnico del laboratorio de Puentes, necesito registrar la carga en kN aplicada a la probeta, la resistencia MPa obtenida, el porcentaje de cumplimiento respecto a la resistencia de diseño, y el tipo de rotura observado, para documentar los resultados oficiales del ensayo.
--------------	---

Tabla 31. Historia de Usuario 8 - Registro de datos de laboratorio fiscalización

Historia de usuario	
Nº:	8
Usuario:	Técnico de Laboratorio Fiscalización
Nombre historia:	Registro de Datos de Laboratorio Fiscalización
Riesgo en desarrollo:	Medio
Prioridad:	Alta
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como técnico del laboratorio de Fiscalización, necesito registrar independientemente la carga en kN, resistencia MPa, porcentaje de cumplimiento y tipo de rotura para realizar la verificación cruzada con los resultados del laboratorio de la constructora.

Tabla 32. Historia de Usuario 9 - Catálogo de tipos de fallo ASTM C39

Historia de usuario	
Nº:	9
Usuario:	Técnico de Laboratorio
Nombre historia:	Catálogo de Tipos de Fallo ASTM C39
Riesgo en desarrollo:	Bajo
Prioridad:	Media
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como técnico de laboratorio, necesito seleccionar de un catálogo visual interactivo el tipo de fallo de la probeta según la norma ASTM C39 (falla adhesiva, falla compuesta, falla prematura, cono bien formado, cono y fisuras verticales, fisuras diagonales, fisuras laterales, falla irregular), para clasificar correctamente el modo de falla del espécimen ensayado.

Tabla 33. Historia de Usuario 10 - Comparación de resultados entre laboratorios

Historia de usuario	
Nº:	10
Usuario:	Gerente Técnico
Nombre historia:	Comparación de Resultados entre Laboratorios
Riesgo en desarrollo:	Medio
Prioridad:	Alta
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como gerente técnico, necesito visualizar en una pestaña comparativa las resistencias MPa con el cumplimiento obtenido por el laboratorio de la consultora versus el de Fiscalización para el mismo ensayo, para verificar la consistencia de los resultados y detectar discrepancias significativas.

Tabla 34. Historia de Usuario 11 - Gestión de estados del ensayo

Historia de usuario	
Nº:	11
Usuario:	Técnico de Laboratorio
Nombre historia:	Gestión de Estados del Ensayo

Riesgo en desarrollo:	Bajo
Prioridad:	Media
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como técnico de laboratorio, necesito marcar el estado del ensayo (Pendiente, Aprobado, Rechazado, En Revisión) y activarlo una vez que todos los datos estén completos, para controlar el flujo de trabajo y la validación de resultados antes de su uso oficial.

Módulo de Verificación de Equipos Electrónicos

Tabla 35. Historia de Usuario 12 - Registro de equipo tecnológico

Historia de usuario	
Nº:	12
Usuario:	Inspector de Equipos
Nombre historia:	Registro de Equipo Tecnológico
Riesgo en desarrollo:	Medio
Prioridad:	Alta
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como inspector de equipos, necesito registrar la información general de cada equipo que ingresa (código único, rubro, descripción, especificaciones técnicas, imagen fotográfica), para mantener un inventario documentado con evidencia visual del estado físico al momento de la recepción.

Tabla 36. Historia de Usuario 13 - Registro de detalles operativos

Historia de usuario	
Nº:	13
Usuario:	Inspector de Equipos
Nombre historia:	Registro de Detalles Operativos
Riesgo en desarrollo:	Bajo
Prioridad:	Media
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como inspector de equipos, necesito registrar los recursos operativos asociados al equipo (modalidad y forma de pago, equipo mínimo requerido, materiales complementarios con sus unidades de medición, mano de obra necesaria), para documentar los requerimientos de funcionamiento del activo.

Tabla 37. Historia de Usuario 14 - Checklist de inspección técnica

Historia de usuario	
Nº:	14
Usuario:	Inspector de Equipos
Nombre historia:	Checklist de Inspección Técnica
Riesgo en desarrollo:	Alto
Prioridad:	Alta
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como inspector de equipos, necesito completar un checklist digital de verificación técnica con múltiples ítems de inspección (cada uno con su estado y observaciones), para realizar una evaluación sistemática y documentada del equipo según criterios de calidad y seguridad establecidos.

Tabla 38. Historia de Usuario 15 - Registro de accesorios

Historia de usuario	
N°:	15
Usuario:	Inspector de Equipos
Nombre historia:	Registro de Accesorios
Riesgo en desarrollo:	Bajo
Prioridad:	Media
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como inspector de equipos, necesito listar todos los accesorios con los que se recibe el equipo (nombre de cada accesorio, estado y observaciones), para documentar completamente el inventario de componentes entregados con el activo principal.

Tabla 39. Historia de Usuario 16 - Aprobación/Rechazo de equipo

Historia de usuario	
N°:	16
Usuario:	Inspector de Equipos
Nombre historia:	Aprobación/Rechazo de Equipo
Riesgo en desarrollo:	Medio
Prioridad:	Alta
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como inspector de equipos, observo el cálculo del estado que puede ser "Aceptado" o "Rechazado" basándome en los resultados del checklist de inspección, para que el sistema asigne automáticamente el estado final que alerte visualmente sobre equipos que no cumplen con los requisitos y no deben ingresar a operación.

Tabla 40. Historia de Usuario 17 - Visualización de inventario tabular

Historia de usuario	
N°:	17
Usuario:	Inspector de Equipos
Nombre historia:	Visualización de Inventario Tabular
Riesgo en desarrollo:	Bajo
Prioridad:	Media
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como supervisor de equipos, necesito visualizar en formato de tabla todos los equipos registrados mostrando código, descripción, imagen y estado de aprobación (Aceptado/Rechazado) en tiempo real, para tener una vista general consolidada del inventario y su estado de conformidad.

Módulo de Control de Actividades de Gerencia Técnica

Tabla 41. Historia de Usuario 18 - Registro de actividad diaria

Historia de usuario	
N°:	18
Usuario:	Personal Técnico
Nombre historia:	Registro de Actividad Diaria
Riesgo en desarrollo:	Medio
Prioridad:	Alta
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala

Descripción:	Como personal técnico, necesito registrar cada actividad ejecutada indicando título, fecha, hora de inicio y finalización, duración, módulo de origen (Asentamiento, Rotura, Equipos), usuario responsable y descripción detallada, para documentar las tareas realizadas y generar trazabilidad de las operaciones diarias.
--------------	--

Tabla 42. Historia de Usuario 19 - Adjuntar evidencias fotográficas

Historia de usuario	
Nº:	19
Usuario:	Personal Técnico
Nombre historia:	Adjuntar Evidencias Fotográficas
Riesgo en desarrollo:	Medio
Prioridad:	Alta
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como personal técnico, necesito adjuntar evidencias fotográficas a cada actividad registrada, indicando el nombre de la evidencia, el tipo (durante la actividad), la fotografía capturada y una descripción detallada, para documentar visualmente el trabajo ejecutado y mantener respaldo gráfico de las operaciones.

Tabla 43. Historia de Usuario 20 - Confirmación y flujo de estados

Historia de usuario	
Nº:	20
Usuario:	Personal Técnico
Nombre historia:	Confirmación y Flujo de Estados
Riesgo en desarrollo:	Bajo
Prioridad:	Media
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como usuario del sistema, el sistema calcula el estado de las actividades a través de botones de acción (Confirmar, Archivar, Volver a Borrador) y visualizar el estado actual y archivo de las actividades registradas.

Tabla 44. Historia de Usuario 21 - Reportes automatizados de actividades

Historia de usuario	
Nº:	21
Usuario:	Personal Técnico
Nombre historia:	Reportes Automatizados de Actividades
Riesgo en desarrollo:	Medio
Prioridad:	Alta
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como personal técnico, necesito generar reportes automatizados que consoliden las actividades registradas incluyendo evidencias fotográficas y análisis de recursos utilizados y cumplimiento contractual, para presentar informes de proyectos de fiscalización y consultoría.

Tabla 45. Historia de Usuario 22 - Envío de mensajes y comunicación

Historia de usuario	
Nº:	22
Usuario:	Usuario del Sistema
Nombre historia:	Envío de Mensajes y Comunicación
Riesgo en desarrollo:	Bajo
Prioridad:	Media
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala

Descripción:	Como usuario del sistema, necesito enviar mensajes internos asociados a las actividades registradas y registrar notas para comunicarme con otros miembros del equipo, notificar sobre hallazgos o coordinar acciones de seguimiento dentro del contexto de cada actividad.
--------------	--

Historias de Usuario Generales del Sistema

Tabla 46. Historia de Usuario 23 - Inicio de sesión seguro

Historia de usuario	
Nº:	23
Usuario:	Usuario del Sistema
Nombre historia:	Inicio de Sesión Seguro
Riesgo en desarrollo:	Medio
Prioridad:	Alta
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como usuario del sistema, necesito acceder a la aplicación web mediante correo electrónico y contraseña asignados por el administrador, utilizando cualquier navegador actualizado (Chrome, Edge, Firefox), para iniciar sesión de forma segura y ser dirigido al panel principal con los módulos disponibles según mi rol.

Tabla 47. Historia de Usuario 24 - Navegación entre módulos

Historia de usuario	
Nº:	24
Usuario:	Usuario del Sistema
Nombre historia:	Navegación entre Módulos
Riesgo en desarrollo:	Bajo
Prioridad:	Alta
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como usuario del sistema, necesito navegar fácilmente entre los diferentes módulos (Hormigonado V2, Ensayos de Concreto, Verificación de Equipos, Informes) mediante el menú de aplicaciones global y pestañas superiores, para acceder rápidamente a las diferentes funcionalidades sin perder el contexto de trabajo.

Tabla 48. Historia de Usuario 25 - Búsqueda y filtrado de registros

Historia de usuario	
Nº:	25
Usuario:	Usuario del Sistema
Nombre historia:	Búsqueda y Filtrado de Registros
Riesgo en desarrollo:	Bajo
Prioridad:	Media
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como usuario del sistema, necesito utilizar barras de búsqueda y herramientas de filtrado en cada módulo para localizar rápidamente registros específicos por nombre, código, fecha, proyecto o características técnicas, facilitando la consulta de información en bases de datos con múltiples registros.

Tabla 49. Historia de Usuario 26 - Vistas adaptables (formulario, lista, kanban)

Historia de usuario	
Nº:	26
Usuario:	Usuario del Sistema
Nombre historia:	Vistas Adaptables (Formulario, Lista, Kanban)
Riesgo en desarrollo:	Medio
Prioridad:	Media
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como usuario del sistema, necesito alternar entre diferentes vistas de la información (Formulario para ingreso/edición detallada, Lista para revisión tabular masiva, Kanban para organización visual por categorías) según la tarea que esté realizando, para optimizar mi flujo de trabajo y visualización de datos.

Tabla 50. Historia de Usuario 27 - Gestión de perfil de usuario

Historia de usuario	
Nº:	27
Usuario:	Usuario del Sistema
Nombre historia:	Gestión de Perfil de Usuario
Riesgo en desarrollo:	Bajo
Prioridad:	Baja
Responsable:	Anderson España, Cristian Ayala
Descripción:	Como usuario del sistema, necesito acceder a mi menú de perfil personal para visualizar mis datos de cuenta, modificar preferencias de configuración y cerrar sesión de forma segura cuando finalice mi jornada de trabajo.

4.2.1.1.3. Requerimientos Funcionales

Tabla 51. Requerimientos funcionales Control de Asentamiento de Hormigón

ID	Nombre del Requerimiento	Descripción	Prioridad	Actor
RF01	Ingresar datos de asentamiento	Permitir el registro de detalles relacionados con el asentamiento del concreto dentro del sistema.	Alta	Control de Calidad
RF02	Editar datos de asentamiento	Permitir la modificación de los datos de asentamiento ingresados anteriormente.	Alta	Control de Calidad
RF03	Validar datos de asentamiento	Asegurar que los datos de asentamiento cumplan con los parámetros estándar definidos.	Alta	Control de Calidad
RF04	Registro de fechas para roturas	Habilitar el registro de fechas programadas para la prueba de ruptura de las probetas de prueba.	Alta	Control de Calidad
RF05	Selección de tipo de hormigón	Permitir la selección del tipo de concreto utilizado en el proyecto.	Alta	Control de Calidad

Tabla 52. Requerimientos funcionales Control de Rotura de Probetas de Hormigón

ID	Nombre del Requerimiento	Descripción	Prioridad	Actor
RF01	Ingresar datos de rotura de probetas	Ingresar a detalle los datos relacionados con la rotura de probetas.	Alta	Control de Calidad
RF02	Editar datos de rotura de probetas	Validar la modificación de los datos de rotura de probetas ingresados anteriormente.	Alta	Control de Calidad

RF03	Validar datos de rotura de datos	Asegurar que los datos de roturas de probetas cumplan con las condiciones definidas.	Alta	Control de Calidad
RF04	Registro de fechas para roturas	Habilitar el registro de fechas de ruptura de las probetas de prueba.	Alta	Control de Calidad
RF05	Selección de tipo de rotura	Acceder a la selección del tipo de fallo según la norma ASTM C39 de rotura de probetas	Alta	Control de Calidad

Tabla 53. Requerimientos funcionales Verificación de Equipos Electrónicos

ID	Nombre del Requerimiento	Descripción	Prioridad	Actor
RF01	Ingresar datos de equipos	Registrar los detalles relacionados con los equipos dentro del sistema.	Alta	Electrónico y Control
RF02	Editar datos de equipos	Permitir la modificación de los datos de los equipos ingresados anteriormente.	Alta	Electrónico y Control
RF03	Validar datos de equipos	Asegurar que los datos de los equipos cumplan con los parámetros estándar definidos.	Alta	Electrónico y Control
RF04	Registro de fechas de recibimiento de equipos	Habilitar el registro de fecha de recibimiento de los equipos	Alta	Electrónico y Control
RF05	Selección del estado de equipos	Permitir la selección de aceptar o rechazar el equipo recibido.	Alta	Electrónico y Control

Tabla 54. Requerimientos funcionales Control de Actividades de Gerencia Técnica

ID	Nombre del Requerimiento	Descripción	Prioridad	Actor
RF01	Ingresar datos de actividades	Registrar los detalles de la actividad realizada dentro del sistema.	Alta	Gerencia Técnica
RF02	Editar datos de actividades	Permitir la modificación de los datos de la actividad ingresados anteriormente.	Alta	Gerencia Técnica
RF03	Validar datos de actividades	Asegurar que los datos de las actividades cumplan con los parámetros estándar definidos y generar informes.	Alta	Gerencia Técnica
RF04	Registro de fechas de actividad realizada.	Habilitar el registro de fecha de la actividad realizada	Alta	Gerencia Técnica
RF05	Selección de la sección donde se realizó la actividad	Permitir la selección de la sección donde se realizó la actividad	Alta	Gerencia Técnica

4.2.1.1.4. Requerimientos No Funcionales

Tabla 55. Requerimientos no funcionales para los módulos

ID	Nombre del Requerimiento	Descripción	Prioridad	Categoría
RNF01	Usabilidad del sistema	El sistema debe contar con una interfaz intuitiva y fácil de usar para todos los usuarios.	Alta	Usabilidad
RNF02	Tiempo de respuesta	El sistema debe responder a las solicitudes del usuario en un tiempo máximo de 3 segundos.	Media	Rendimiento

RNF03	Seguridad de acceso	El sistema debe implementar autenticación y autorización mediante roles de usuario.	Alta	Seguridad
RNF04	Disponibilidad del sistema	El sistema debe estar disponible el 99% del tiempo durante el horario laboral.	Media	Disponibilidad
RNF05	Integridad de datos	El sistema debe garantizar la integridad y consistencia de los datos almacenados.	Alta	Confiabilidad
RNF06	Escalabilidad	El sistema debe ser capaz de soportar el crecimiento de usuarios y datos sin degradación del rendimiento.	Media	Escalabilidad
RNF07	Respaldo de información	El sistema debe realizar respaldos automáticos de la información de forma diaria.	Alta	Seguridad
RNF08	Compatibilidad	El sistema debe ser compatible con los navegadores web más utilizados (Chrome, Firefox, Edge).	Media	Compatibilidad
RNF09	Portabilidad	El sistema debe ser accesible desde dispositivos móviles y tablets.	Alta	Portabilidad
RNF10	Mantenibilidad	El código del sistema debe estar documentado y estructurado para facilitar su mantenimiento.	Media	Mantenibilidad

4.2.1.1.5. Especificación de Requerimientos Funcionales

Módulo de Control de Asentamiento de Hormigón

Tabla 56. RF01 – Ingresar datos de asentamiento

Campo	Detalle
ID	RF01
Nombre	Ingresar datos de asentamiento
Descripción	Permitir el registro de detalles relacionados con el asentamiento del concreto dentro del sistema.
Objetivo	Registrar correctamente los datos técnicos de asentamiento para garantizar trazabilidad y control de calidad.
Prioridad	Alta
Usuarios	Control de Calidad
Entrada	Acceso al módulo y formulario de registro de asentamiento.
Proceso	1. Acceder al módulo de asentamiento.2. Seleccionar tipo de hormigón.3. Ingresar datos del asentamiento.4. Registrar fechas de rotura.5. Validación automática del sistema.
Salida	Datos registrados y disponibles para consultas y reportes.

Tabla 57. RF02 – Editar datos de asentamiento

Campo	Detalle
ID	RF02
Nombre	Editar datos de asentamiento
Descripción	Permitir la modificación de los datos de asentamiento ingresados anteriormente.
Objetivo	Actualizar registros existentes asegurando precisión en la información técnica.
Prioridad	Alta
Usuarios	Control de Calidad
Entrada	Selección del registro a editar.
Proceso	1. Seleccionar datos existentes.2. Modificar información requerida.3. Guardar cambios.4. Sistema valida y actualiza trazabilidad.
Salida	Registro actualizado.

Tabla 58. RF03 – Validar datos de asentamiento

Campo	Detalle
ID	RF03
Nombre	Validar datos de asentamiento

Descripción	Asegurar que los datos de asentamiento cumplan parámetros estándar definidos.
Objetivo	Garantizar coherencia técnica y cumplimiento normativo.
Prioridad	Alta
Usuarios	Control de Calidad
Entrada	Datos ingresados de asentamiento.
Proceso	1. Sistema valida parámetros.2. Verifica tipo de hormigón.3. Confirma fechas lógicas.4. Acepta o muestra error.
Salida	Datos aprobados o solicitud de corrección.

Tabla 59. RF04 – Registro de fechas para roturas

Campo	Detalle
ID	RF04
Nombre	Registro de fechas para roturas
Descripción	Registrar fechas programadas para rotura de probetas.
Objetivo	Planificar y controlar ensayos de probetas.
Prioridad	Alta
Usuarios	Control de Calidad
Entrada	Datos de asentamiento + formulario de fechas.
Proceso	1. Seleccionar probeta.2. Registrar fecha programada.3. Sistema valida cronología.
Salida	Fecha registrada con trazabilidad.

Tabla 60. RF05 – Selección de tipo de hormigón

Campo	Detalle
ID	RF05
Nombre	Selección de tipo de hormigón
Descripción	Permitir la selección del tipo de concreto utilizado en el proyecto.
Objetivo	Asociar el tipo de hormigón con los parámetros técnicos del proyecto.
Prioridad	Alta
Usuarios	Control de Calidad
Entrada	Catálogo de tipos de hormigón.
Proceso	1. Acceder a la lista.2. Seleccionar tipo.3. Asociarlo al registro.
Salida	Tipo de hormigón almacenado.

Módulo de Control de Rotura de Probetas de Hormigón

Tabla 61. RF01 – Ingresar datos de rotura de probetas

Campo	Detalle
ID	RF01
Nombre	Ingresar datos de rotura de probetas
Descripción	Registrar los datos relacionados con la rotura de probetas.
Objetivo	Registrar resultados del ensayo para análisis estructural.
Prioridad	Alta
Usuarios	Control de Calidad
Entrada	Probetas programadas y formulario de rotura.
Proceso	1. Seleccionar probetas.2. Ingresar datos de rotura.3. Seleccionar tipo de fallo ASTM C39.4. Registrar fecha real.5. Sistema valida y guarda.
Salida	Registro de roturas almacenado.

Tabla 62. RF02 – Editar datos de rotura de probetas

Campo	Detalle
ID	RF02
Nombre	Editar datos de rotura de probetas
Descripción	Permitir modificación de datos de roturas previamente ingresados.
Objetivo	Actualizar información técnica asegurando trazabilidad.
Prioridad	Alta
Usuarios	Control de Calidad
Entrada	Selección del registro.
Proceso	1. Elegir registro.2. Editar valores.3. Justificar si aplica.4. Guardar cambios.
Salida	Registro actualizado.

Tabla 63. RF03 – Validar datos de rotura

Campo	Detalle
ID	RF03
Nombre	Validar datos de rotura
Descripción	Validar datos de roturas de probetas conforme a parámetros definidos.
Objetivo	Asegurar cumplimiento técnico y normativo.
Prioridad	Alta
Usuarios	Control de Calidad
Entrada	Datos de rotura.
Proceso	1. Sistema verifica resistencia.2. Verifica tipo de fallo.3. Analiza cronología.4. Acepta o rechaza.
Salida	Datos validados o mensajes de corrección.

Tabla 64. RF04 – Registro de fechas para roturas

Campo	Detalle
ID	RF04
Nombre	Registro de fechas de rotura
Descripción	Registrar fechas de rotura según la programación.
Objetivo	Controlar el cumplimiento del cronograma de ensayos.
Prioridad	Alta
Usuarios	Control de Calidad
Entrada	Datos de probetas y calendario.
Proceso	1. Seleccionar probeta.2. Registrar fecha.3. Validación del sistema.
Salida	Fecha registrada.

Tabla 65. RF05 – Selección del tipo de rotura

Campo	Detalle
ID	RF05
Nombre	Selección del tipo de rotura
Descripción	Acceder a la selección del tipo de fallo según norma ASTM C39.
Objetivo	Clasificar la rotura conforme normativa.
Prioridad	Alta
Usuarios	Control de Calidad
Entrada	Lista ASTM C39.
Proceso	1. Revisar catálogo.2. Seleccionar tipo.3. Asociarlo al ensayo.
Salida	Tipo de rotura almacenado.

Módulo de Verificación de Equipos Electrónicos

Tabla 66. RF01 – Ingresar datos de equipos

Campo	Detalle
ID	RF01
Nombre	Ingresar datos de equipos
Descripción	Registrar los detalles relacionados con los equipos dentro del sistema.
Objetivo	Permitir el ingreso estructurado de información técnica para mantener un inventario confiable y actualizado.
Prioridad	Alta
Usuarios	Electrónico y Control
Entrada	Formulario de registro de equipos (marca, modelo, serie, especificaciones).
Proceso	1. Acceder al módulo de Control de Equipos.2. Ingresar detalles del equipo.3. Registrar fecha de recibimiento.4. Sistema valida datos ingresados.5. Guardar registro.
Salida	Equipo registrado en el inventario del proyecto.

Tabla 67. RF02 – Editar datos de equipos

Campo	Detalle
ID	RF02
Nombre	Editar datos de equipos
Descripción	Permitir la modificación de los datos de los equipos ingresados anteriormente.

Objetivo	Corregir o actualizar la información del equipo asegurando trazabilidad y consistencia del inventario.
Prioridad	Alta
Usuarios	Electrónico y Control
Entrada	Selección del equipo existente.
Proceso	1. Seleccionar equipo registrado.2. Editar información requerida.3. Validar datos modificados.4. Guardar cambios.5. Sistema actualiza trazabilidad.
Salida	Información del equipo actualizada en la base de datos.

Tabla 68. RF03 – Validar datos de equipos

Campo	Detalle
ID	RF03
Nombre	Validar datos de equipos
Descripción	Asegurar que los datos de los equipos cumplan con los parámetros estándar definidos.
Objetivo	Garantizar que la información técnica registrada sea correcta, completa y cumpla normas del área.
Prioridad	Alta
Usuarios	Electrónico y Control
Entrada	Datos técnicos del equipo.
Proceso	1. Sistema revisa campos obligatorios.2. Verifica formato del número de serie.3. Revisa fecha de recibimiento lógica.4. Muestra error si no cumple.5. Aprueba si todo está correcto.
Salida	Datos validados o solicitud de corrección.

Tabla 69. RF04 – Registro de fechas de recibimiento de equipos

Campo	Detalle
ID	RF04
Nombre	Registro de fechas de recibimiento de equipos
Descripción	Habilitar el registro de la fecha en que se recibió cada equipo.
Objetivo	Registrar con precisión la fecha de ingreso del equipo para control de inventario y trazabilidad.
Prioridad	Alta
Usuarios	Electrónico y Control
Entrada	Selección de equipo y formulario de fecha.
Proceso	1. Seleccionar equipo.2. Registrar fecha de recibimiento.3. Validación automática del sistema (no futura).4. Guardar registro.
Salida	Fecha registrada en el historial del equipo.

Tabla 70. RF05 – Selección del estado de equipos

Campo	Detalle
ID	RF05
Nombre	Selección del estado de equipos
Descripción	Permitir la selección de aceptar o rechazar el equipo recibido.
Objetivo	Clasificar el estado del equipo para determinar su disponibilidad dentro del proyecto.
Prioridad	Alta
Usuarios	Electrónico y Control
Entrada	Equipo registrado + formulario de estado.
Proceso	1. Seleccionar equipo.2. Elegir estado (aceptado/rechazado).3. Si es rechazado: ingresar justificación.4. Validar información.5. Guardar estado.
Salida	Estado del equipo actualizado con trazabilidad.

Módulo de Control de Actividades de Gerencia Técnica

Tabla 71. RF01 – Ingresar datos de actividades

Campo	Detalle
ID	RF01
Nombre	Ingresar datos de actividades
Descripción	Registrar los detalles de la actividad realizada dentro del sistema.
Objetivo	Permitir el registro estructurado de las actividades ejecutadas en el proyecto para seguimiento y análisis.
Prioridad	Alta
Usuarios	Gerencia Técnica
Entrada	Formulario de actividad (descripción, recursos, personal, sección, fecha).
Proceso	1. Acceder al módulo de informes.2. Seleccionar la sección del proyecto.3. Registrar detalles de la actividad.4. Registrar fecha de ejecución.5. Sistema valida parámetros.6. Guardar información.
Salida	Actividad registrada y disponible para informes de gerencia.

Tabla 72. RF02 – Editar datos de actividades

Campo	Detalle
ID	RF02
Nombre	Editar datos de actividades
Descripción	Permitir la modificación de los datos de la actividad ingresados anteriormente.
Objetivo	Actualizar registros de actividades para garantizar precisión, trazabilidad y coherencia con el avance real del proyecto.
Prioridad	Alta
Usuarios	Gerencia Técnica
Entrada	Actividad existente seleccionada desde la lista.
Proceso	1. Seleccionar actividad registrada.2. Actualizar información requerida.3. Validar cambios ingresados.4. Guardar actualizaciones.5. Sistema genera trazabilidad del cambio.
Salida	Actividad actualizada en la base de datos.

Tabla 73. RF03 – Validar datos de actividades

Campo	Detalle
ID	RF03
Nombre	Validar datos de actividades
Descripción	Asegurar que los datos de las actividades cumplan con los parámetros estándar definidos y generar informes.
Objetivo	Garantizar coherencia técnica, cumplimiento de estándares y confiabilidad en los datos utilizados para la toma de decisiones.
Prioridad	Alta
Usuarios	Gerencia Técnica
Entrada	Actividad registrada en el sistema.
Proceso	1. Sistema revisa campos obligatorios.2. Verifica fecha dentro del cronograma.3. Analiza consistencia de recursos registrados.4. Aprueba o solicita corrección.5. Genera informe ejecutivo si los datos son válidos.
Salida	Actividad validada + informe generado.

Tabla 74. RF04 – Registro de fechas de actividad realizada

Campo	Detalle
ID	RF04
Nombre	Registro de fechas de actividad realizada
Descripción	Habilitar el registro de fecha en que se realizó la actividad dentro del proyecto.
Objetivo	Registrar correctamente la línea de tiempo del avance del proyecto.
Prioridad	Alta
Usuarios	Gerencia Técnica
Entrada	Fecha de ejecución de la actividad.
Proceso	1. Seleccionar actividad.2. Ingresar fecha de ejecución.3. Sistema valida fecha en el rango del cronograma.4. Guardar registro.

Salida	Fecha registrada y vinculada al avance por sección.
--------	---

Tabla 75. RF05 – Selección de la sección donde se realizó la actividad

Campo	Detalle
ID	RF05
Nombre	Selección de la sección donde se realizó la actividad
Descripción	Permitir la selección de la sección donde se realizó la actividad.
Objetivo	Asociar cada actividad a una sección específica para actualizar indicadores y avances del proyecto.
Prioridad	Alta
Usuarios	Gerencia Técnica
Entrada	Secciones activas del proyecto.
Proceso	1. Acceder al módulo.2. Seleccionar sección correspondiente.3. Asociarla a la actividad.4. Guardar datos.
Salida	Actividad clasificada por sección y reflejada en los indicadores.

4.2.1.1.6. Especificación de Requerimientos No Funcionales

Tabla 76. RNF01 – Usabilidad del sistema

Campo	Detalle
ID	RNF01
Nombre	Usabilidad del sistema
Descripción	El sistema debe contar con una interfaz intuitiva y fácil de usar para todos los usuarios.
Objetivo	Garantizar que los usuarios puedan interactuar con el sistema sin necesidad de capacitación extensa.
Prioridad	Alta
Usuarios	Todos los roles del sistema
Entrada	Interacción del usuario con las interfaces del sistema.
Proceso	1. Acceder a las interfaces del módulo correspondiente.2. Navegar mediante elementos visuales claros.3. Ejecutar acciones sin dificultades ni pasos innecesarios.
Salida	Experiencia de uso fluida y eficiente, con mínima curva de aprendizaje.

Tabla 77. RNF02 – Tiempo de respuesta

Campo	Detalle
ID	RNF02
Nombre	Tiempo de respuesta
Descripción	El sistema debe responder a las solicitudes del usuario en un tiempo máximo de 3 segundos.
Objetivo	Asegurar un rendimiento óptimo y evitar retrasos en las operaciones.
Prioridad	Media
Usuarios	Todos los usuarios
Entrada	Solicitudes del usuario (consultas, registros, ediciones).
Proceso	1. Usuario ejecuta una acción.2. El sistema procesa la petición.3. Debe devolver respuesta en ≤ 3 segundos.
Salida	Respuesta rápida y eficiente acorde al estándar establecido.

Tabla 78. RNF03 – Seguridad de acceso

Campo	Detalle
ID	RNF03
Nombre	Seguridad de acceso
Descripción	El sistema debe implementar autenticación y autorización mediante roles de usuario.
Objetivo	Garantizar que únicamente usuarios autorizados accedan a la información y módulos correspondientes.
Prioridad	Alta
Usuarios	Todos los roles autenticados
Entrada	Credenciales del usuario.
Proceso	1. Ingresar usuario y contraseña.2. Validación en el sistema.3. Asignación de permisos según rol.
Salida	Acceso controlado según privilegios y políticas de seguridad.

Tabla 79. RNF04 – Disponibilidad del sistema

Campo	Detalle
ID	RNF04
Nombre	Disponibilidad del sistema
Descripción	El sistema debe estar disponible el 99% del tiempo durante el horario laboral.
Objetivo	Garantizar continuidad operativa y mínima interrupción del servicio.
Prioridad	Media
Usuarios	Todos los usuarios
Entrada	Solicitudes en tiempo real al sistema.
Proceso	1. Monitoreo de funcionamiento.2. Gestión de uptime.3. Respaldo ante fallas.
Salida	Sistema disponible para operación continua.

Tabla 80. RNF05 – Integridad de datos

Campo	Detalle
ID	RNF05
Nombre	Integridad de datos
Descripción	El sistema debe garantizar la integridad y consistencia de los datos almacenados.
Objetivo	Evitar alteraciones, duplicaciones o pérdida de información.
Prioridad	Alta
Usuarios	Todos los módulos
Entrada	Registros y modificaciones realizadas por los usuarios.
Proceso	1. Validación de entradas.2. Control de duplicados.3. Mantenimiento de relaciones entre datos.
Salida	Información almacenada correctamente y sin inconsistencias.

Tabla 81. RNF06 – Escalabilidad

Campo	Detalle
ID	RNF06
Nombre	Escalabilidad
Descripción	El sistema debe ser capaz de soportar el crecimiento de usuarios y datos sin degradación del rendimiento.
Objetivo	Garantizar que el sistema pueda crecer sin afectar su funcionamiento.
Prioridad	Media
Usuarios	Toda la institución
Entrada	Aumento progresivo de carga y registros.
Proceso	1. Adaptación de recursos.2. Tolerancia a incrementos de carga.3. Soporte a mayor concurrencia.
Salida	Sistema funcionando correctamente aun con crecimiento sostenido.

Tabla 82. RNF07 – Respaldo de información

Campo	Detalle
ID	RNF07
Nombre	Respaldo de información
Descripción	El sistema debe realizar respaldos automáticos de la información de forma diaria.
Objetivo	Garantizar la recuperación de la información ante fallos o incidentes.
Prioridad	Alta
Usuarios	Administrador del sistema
Entrada	Información almacenada en la base de datos.
Proceso	1. Generación automática de respaldo.2. Almacenamiento seguro.3. Verificación periódica de integridad.
Salida	Copias de seguridad disponibles para recuperación.

Tabla 83. RNF08 – Compatibilidad

Campo	Detalle
ID	RNF08
Nombre	Compatibilidad
Descripción	El sistema debe ser compatible con los navegadores web más utilizados (Chrome, Firefox, Edge).
Objetivo	Permitir el uso del sistema de forma multiplataforma sin problemas de visualización.

Prioridad	Media
Usuarios	Todos los usuarios
Entrada	Navegador utilizado por el usuario.
Proceso	1. Acceder al sistema desde diferentes navegadores.2. Validar componentes visuales.3. Garantizar funcionamiento uniforme.
Salida	Interfaz operativa en todos los navegadores soportados.

Tabla 84. RNF09 – Portabilidad

Campo	Detalle
ID	RNF09
Nombre	Portabilidad
Descripción	El sistema debe ser accesible desde dispositivos móviles y tablets.
Objetivo	Facilitar el acceso remoto y operativo desde distintos dispositivos.
Prioridad	Alta
Usuarios	Todos los usuarios externos y móviles
Entrada	Dispositivo desde el cual se accede al sistema.
Proceso	1. Conexión desde dispositivo móvil.2. Adaptación automática de interfaz.3. Navegación optimizada.
Salida	Sistema operativo y adaptable en dispositivos móviles.

Tabla 85. RNF10 – Mantenibilidad

Campo	Detalle
ID	RNF10
Nombre	Mantenibilidad
Descripción	El código del sistema debe estar documentado y estructurado para facilitar su mantenimiento.
Objetivo	Permitir actualizaciones futuras, correcciones y mejoras sin afectar la operación del sistema.
Prioridad	Media
Usuarios	Equipo técnico de desarrollo
Entrada	Código fuente del sistema.
Proceso	1. Mantener documentación actualizada.2. Estandarizar estructura de código.3. Facilitar comprensión y modificación.
Salida	Sistema mantenible y preparado para evolución tecnológica.

4.2.1.2. Fase de Diseño

El diseño del sistema constituye una etapa clave en la que se define la estructura interna, la organización funcional y la forma en que interactúan los diferentes módulos desarrollados para la Dirección de Consultoría y Proyectos. En esta fase se establecieron los modelos de datos, la arquitectura de los componentes y las interfaces necesarias para asegurar que cada funcionalidad se integre adecuadamente dentro del entorno de Odoo 17.

El sistema fue diseñado bajo el enfoque modular de Odoo, utilizando Python para la lógica de negocio, XML para la definición de vistas, y PostgreSQL como motor de base de datos. Esta arquitectura permitió mantener una estructura clara y escalable, en la que cada módulo —como el control de probetas, la gestión de equipos y el seguimiento de actividades— se comunica con los demás manteniendo coherencia y trazabilidad en la información. La implementación se realizó sobre un servidor

Ubuntu 24.04, desde el cual se despliega la interfaz web utilizada por los funcionarios de la dirección.

El propósito de este diseño es asegurar que los procesos institucionales se representen correctamente dentro del sistema, evitando redundancia de información, optimizando los flujos de trabajo y facilitando la experiencia de uso para el personal administrativo y técnico. Para ello, se emplearon diagramas que permiten visualizar la arquitectura general, las interacciones entre los actores, la estructura de clases y el comportamiento esperado de cada funcionalidad.

4.2.1.2.1. Diagrama de componentes

El diagrama de componentes representa la arquitectura lógica del sistema ERP desarrollado para UPEC CREATIVA EP, mostrando las capas y tecnologías que lo conforman. En él se identifica el Front-End web basado en el cliente Odoo (HTML5, CSS3 y JavaScript), el Back-End de Odoo 17 con los módulos personalizados (asentamiento de concreto, rotura de probetas, control de equipos e informes de gerencia), el servidor de aplicaciones sobre Ubuntu Server 24.04 con la arquitectura MVC de Odoo y servicios como ORM, API y motor de reportes, y la base de datos PostgreSQL, donde se almacenan las tablas y registros operativos. El diagrama permite visualizar cómo estos componentes se comunican entre sí mediante peticiones asíncronas (AJAX/JSON) y consultas SQL, garantizando la integración de la información y el soporte a los procesos de la Dirección de Consultoría y Proyectos.

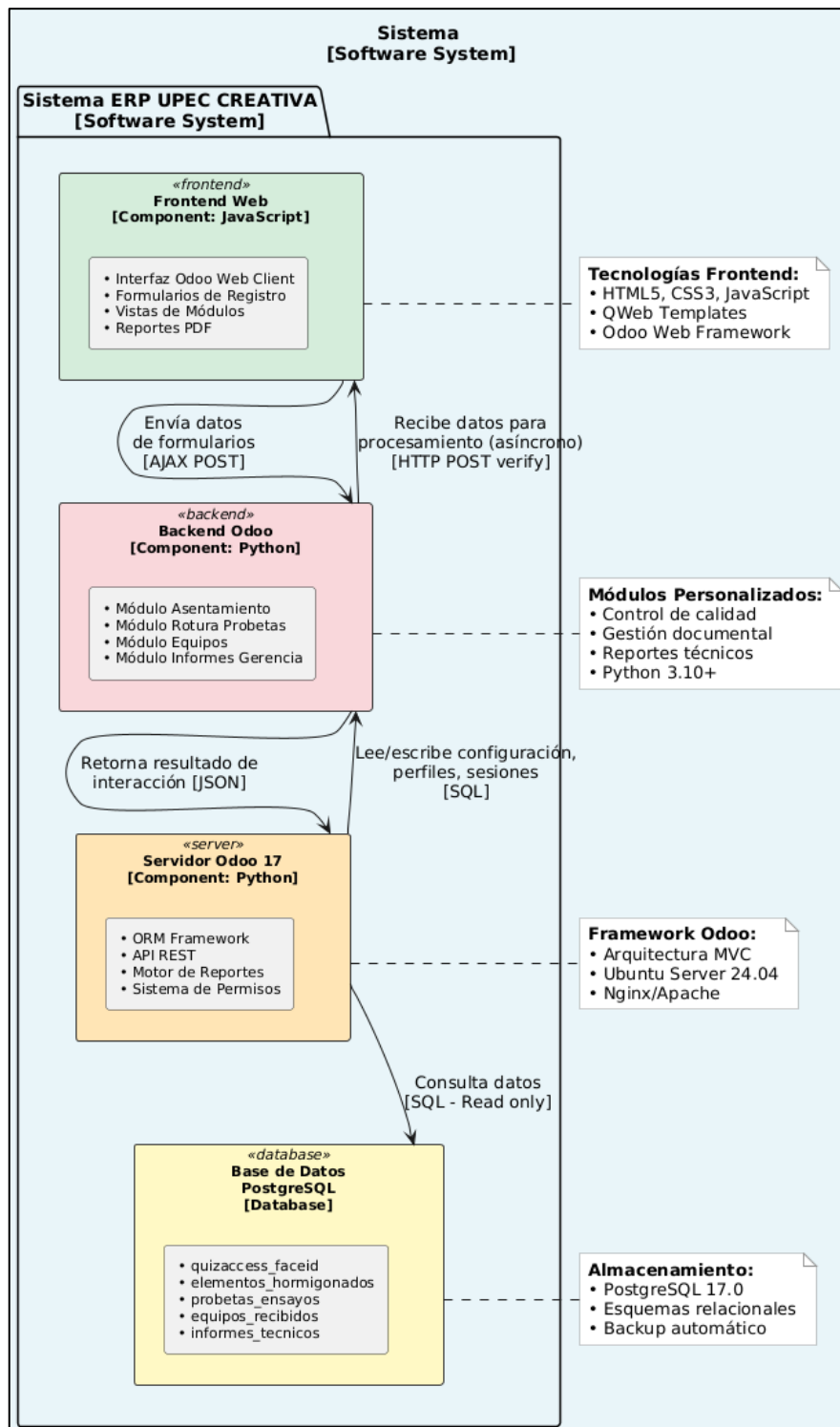
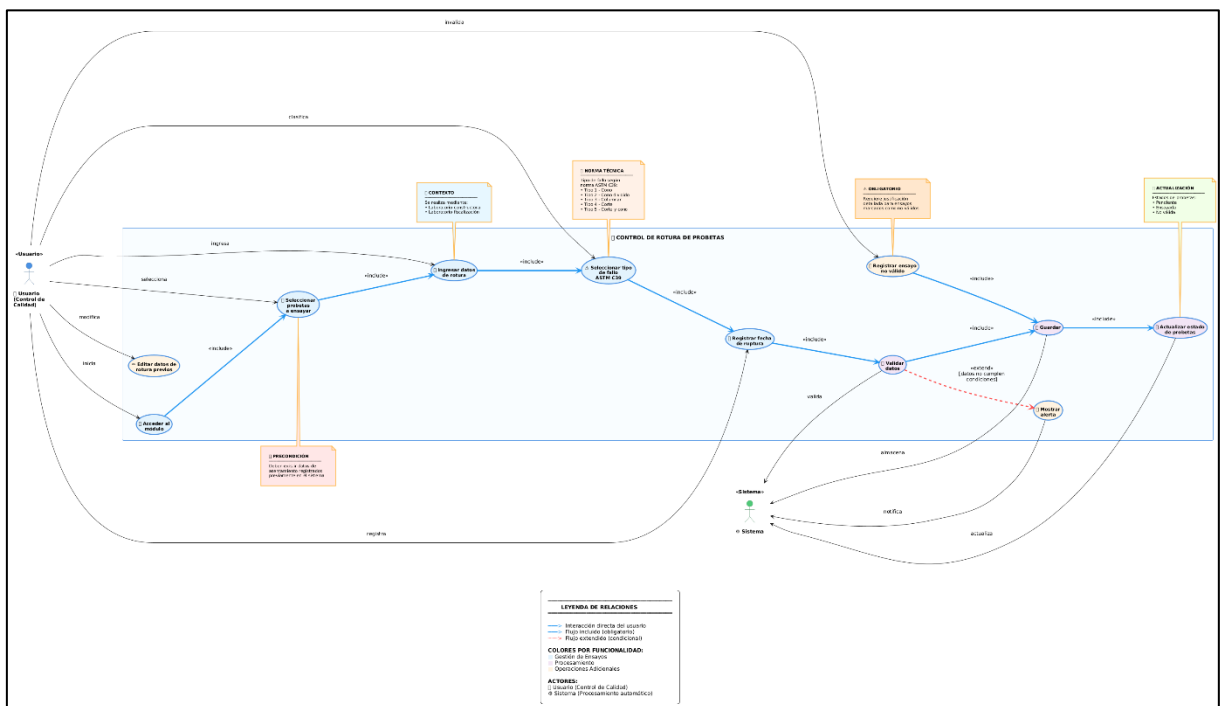
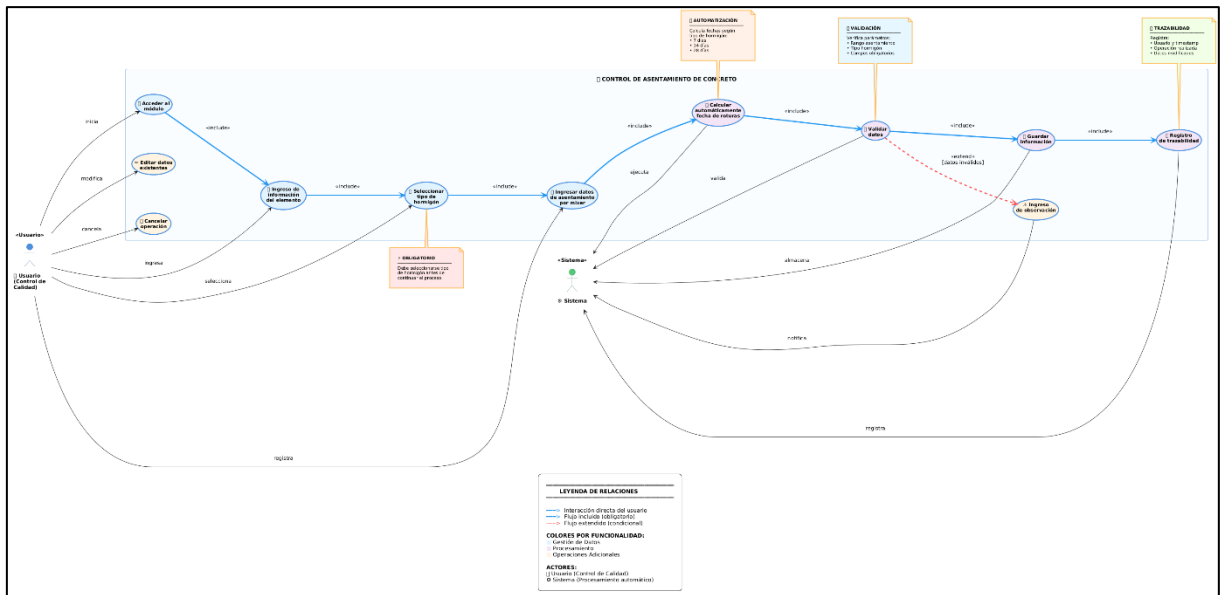


Figura 26. Diagrama de componentes del sistema

4.2.1.2.2. Diagramas de caso de uso

Los diagramas de casos de uso permiten visualizar las interacciones entre los usuarios del sistema y las funciones disponibles en cada módulo. Estos diagramas muestran qué acciones puede realizar cada actor y cómo el sistema responde, facilitando la comprensión del comportamiento del ERP desde la perspectiva operativa.



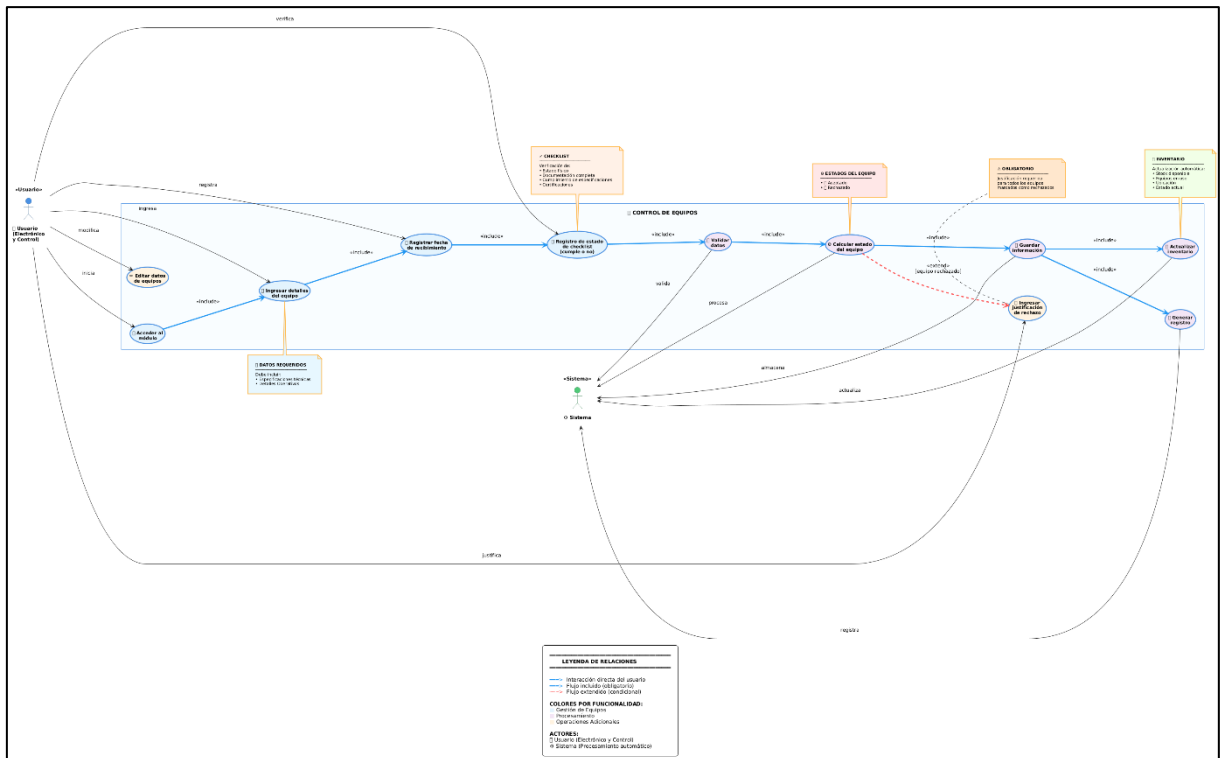


Figura 29. Diagrama de caso de uso del Módulo de Verificación de Equipos Electrónicos

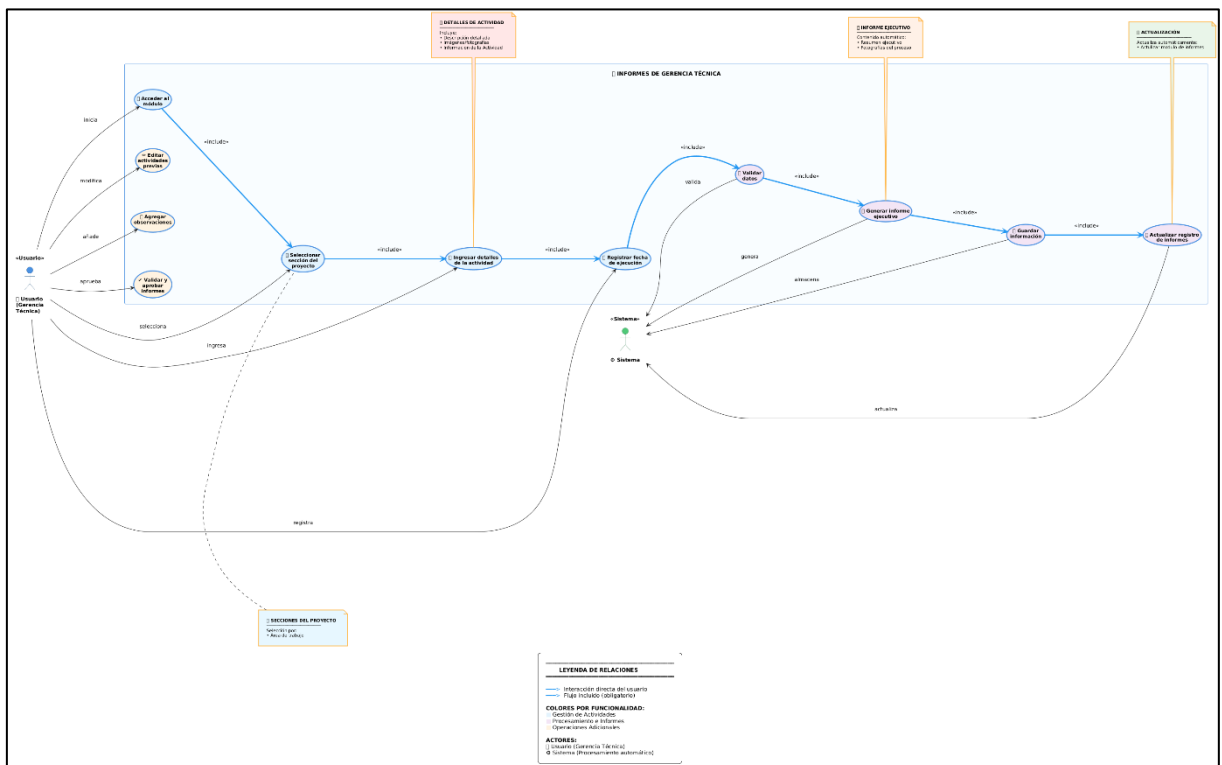


Figura 30. Diagrama de casos de uso del Módulo de Control de Actividades de Gerencia Técnica

4.2.1.2.3. Diagramas de clases

Los diagramas de clases permiten comprender cómo está organizada la lógica interna del ERP y cómo se relacionan los modelos de datos dentro de cada módulo. A través de estos diagramas es posible identificar las entidades principales, sus atributos, métodos, dependencias y el flujo estructural de la información. Esta representación asegura que el diseño de los módulos sea coherente, escalable y capaz de registrar información con trazabilidad y precisión, acorde a las necesidades operativas de la Dirección de Consultoría y Proyectos.

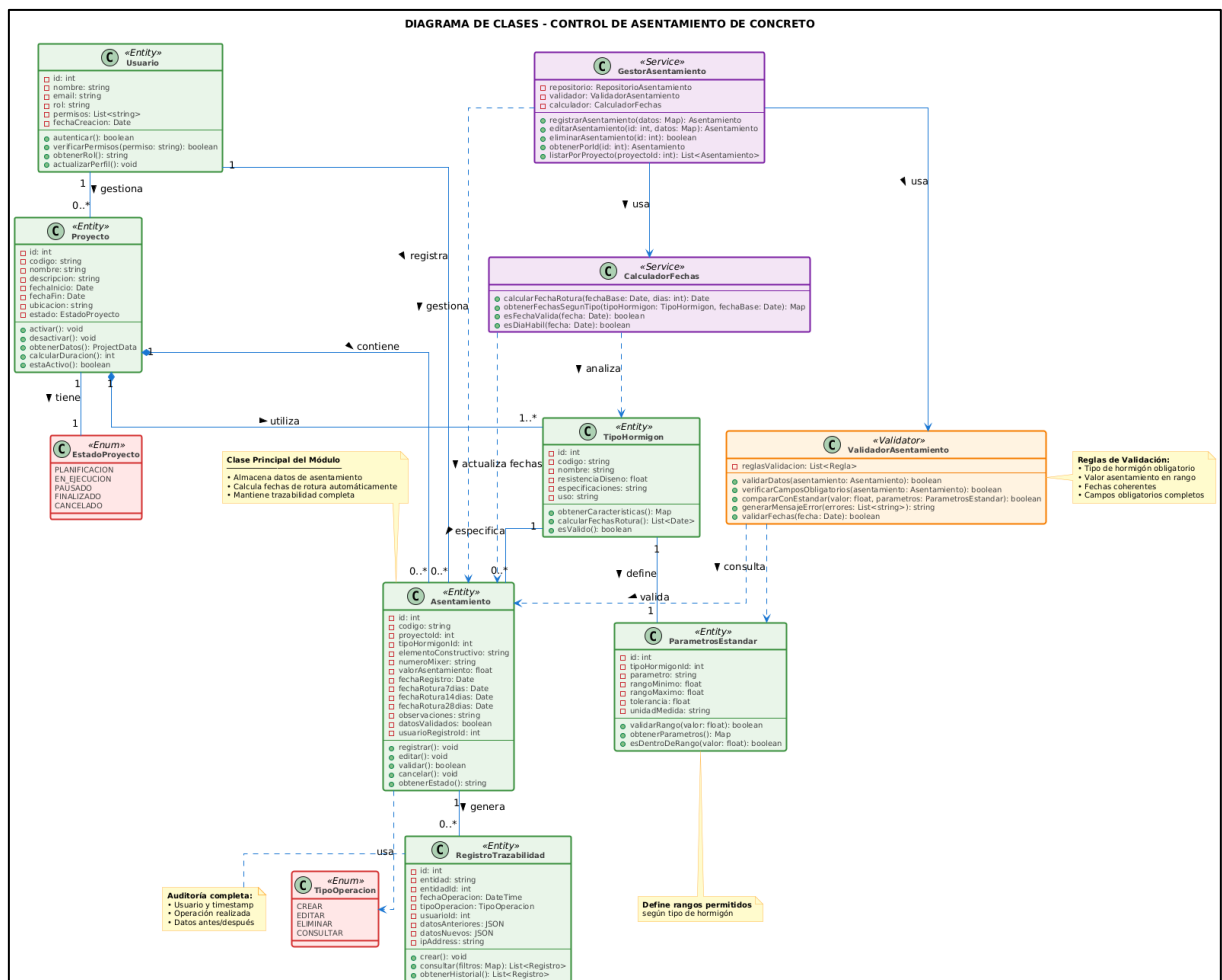


Figura 31. Diagrama de clases del Módulo de Control de Asentamiento de Hormigón



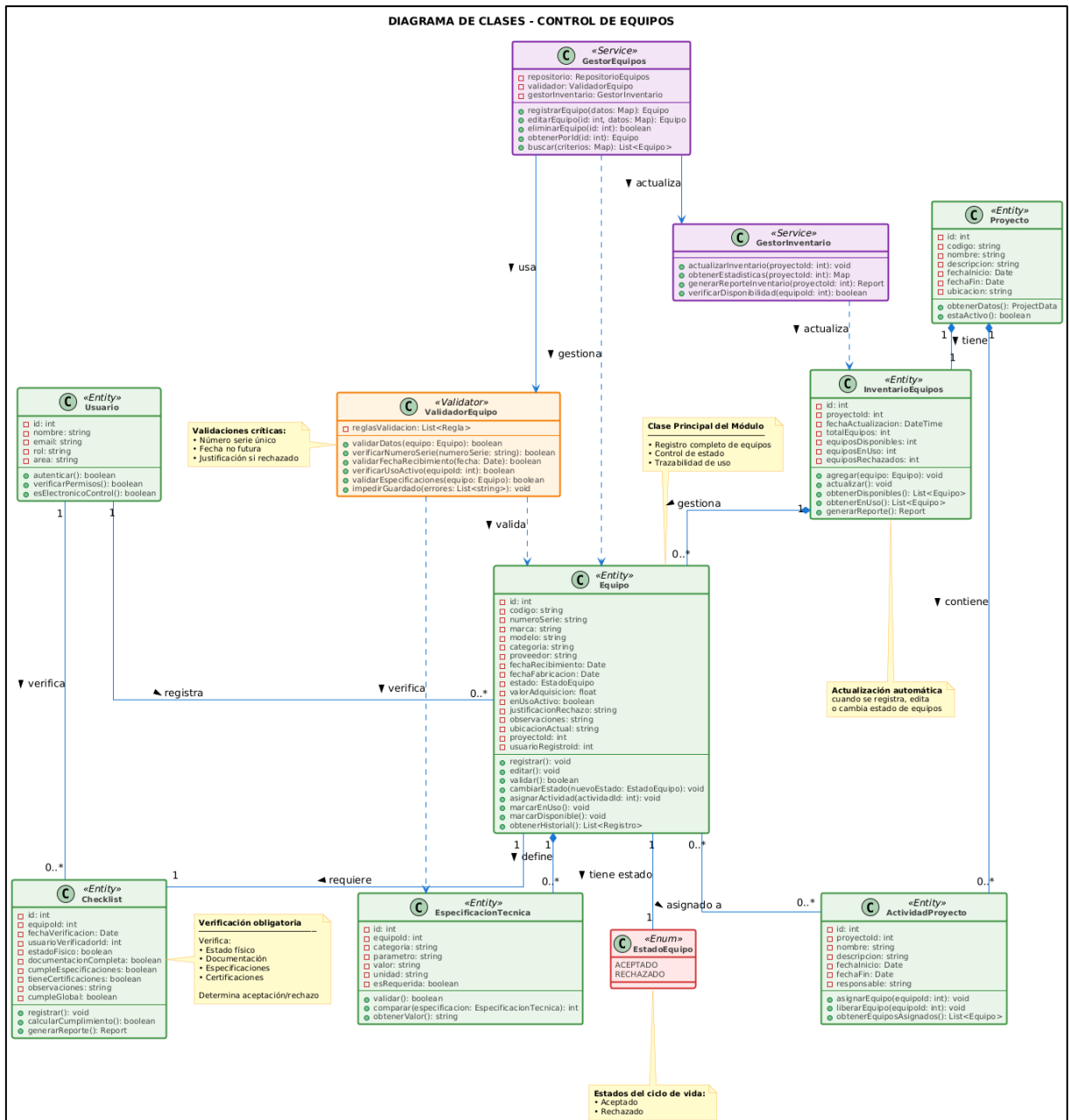


Figura 33. Diagrama de clases del Módulo de Verificación de Equipos Electrónicos

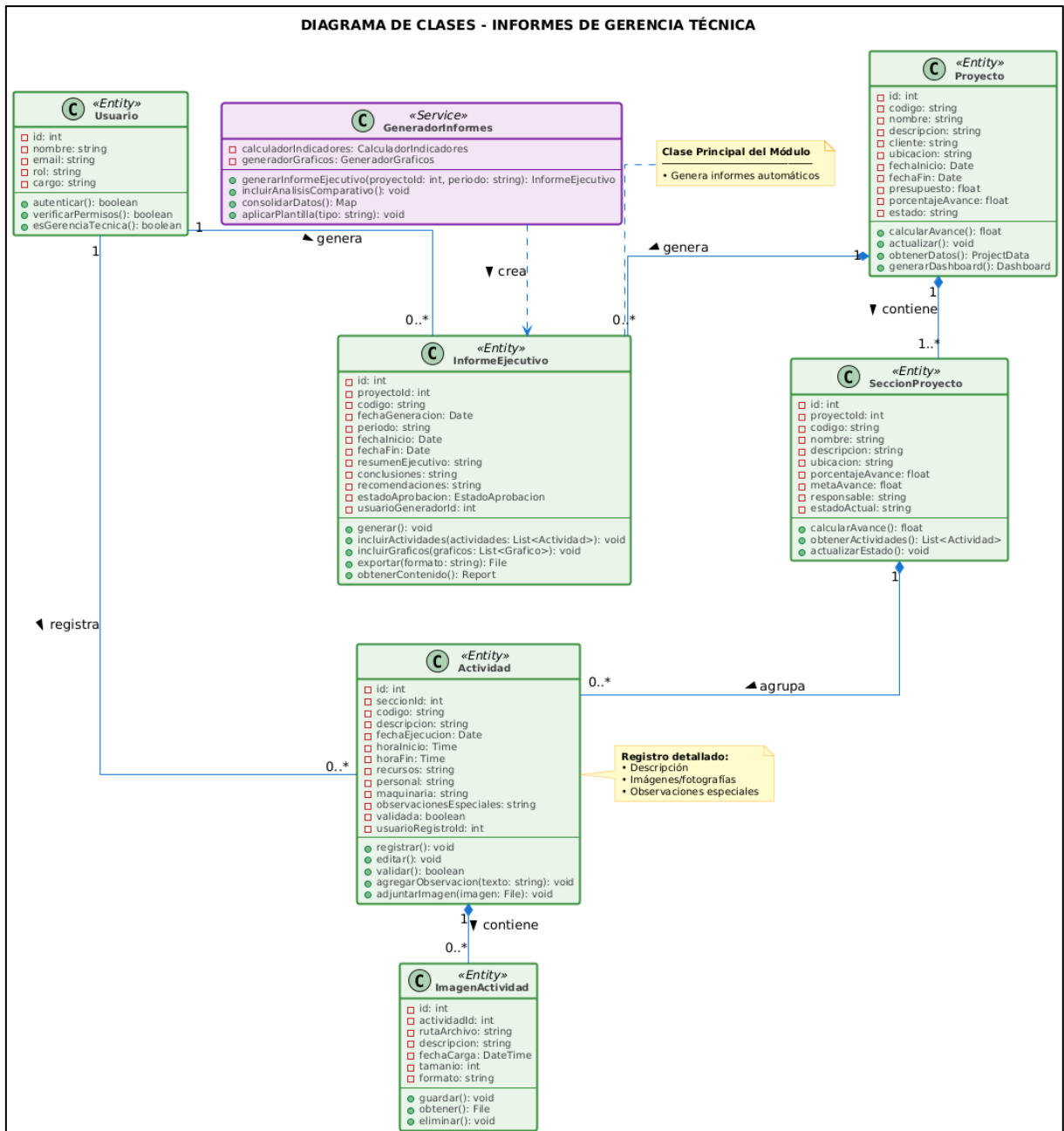


Figura 34. Diagrama de clase del Módulo de Control de Actividades de Gerencia Técnica

4.2.1.2.4. Especificaciones de uso

Tabla 86. Especificaciones de uso Control de Asentamiento de Hormigón

Módulo	ESPECIFICACIONES
Nombre del Módulo	Control de Asentamiento de Hormigón
Actor Principal	Control de Calidad
Descripción	Módulo que permite gestionar el registro, edición y validación de los datos relacionados con el asentamiento del concreto, incluyendo fechas de roturas y tipos de hormigón utilizados en los proyectos de construcción.
Precondiciones	- El usuario debe estar autenticado en el sistema. - El usuario debe tener permisos de Control de Calidad. - Debe existir un proyecto activo en el sistema.

Postcondiciones	- Los datos de asentamiento quedan registrados en la base de datos. - Se genera un registro de trazabilidad de las operaciones realizadas. - Los datos validados están disponibles para consultas y reportes.
Flujo Normal	1. El usuario accede al módulo de control de asentamiento. 2. Selecciona el tipo de hormigón del proyecto. 3. Ingresa los datos de asentamiento del concreto. 4. Registra las fechas de registro y programadas para roturas de probetas. 5. El sistema valida que los datos cumplan con los parámetros estándar. 6. El sistema guarda la información y muestra confirmación.
Flujo Alternativo	- Si los datos no cumplen con los parámetros estándar, el sistema muestra mensaje de error y solicita corrección. - Si el usuario necesita modificar datos existentes, selecciona la opción de editar y actualiza la información. - Si se cancela la operación, el sistema descarta los cambios sin guardar.
Reglas del Módulo	- El tipo de hormigón debe ser seleccionado obligatoriamente. - Solo usuarios con rol de Control de Calidad pueden modificar los datos. - Todos los campos obligatorios deben estar completados para guardar.

Tabla 87. Especificaciones de uso Control de Rotura de Probetas de Hormigón

MÓDULO	ESPECIFICACIONES
Nombre del Módulo	Control de Rotura de Probetas de Hormigón
Actor Principal	Control de Calidad
Descripción	Módulo que permite gestionar el registro, edición y validación de los datos relacionados con las pruebas de rotura de probetas de concreto, incluyendo el tipo de fallo según norma ASTM C39.
Precondiciones	- El usuario debe estar autenticado en el sistema. - El usuario debe tener permisos de Control de Calidad. - Deben existir datos previos de asentamiento registrados. - Las probetas deben estar previamente registradas en el sistema.
Postcondiciones	- Los datos de rotura quedan registrados en la base de datos. - Se actualiza el estado de las probetas ensayadas. - Los datos validados están disponibles para análisis técnico.
Flujo Normal	1. El usuario accede al módulo de rotura de probetas. 2. Selecciona las probetas a ensayar según fecha programada. 3. Ingresa los datos detallados de la rotura (carga, resistencia). 4. Selecciona el tipo de fallo según norma ASTM C39. 5. Registra la fecha real de ruptura. 6. El sistema valida que los datos cumplan con las condiciones definidas. 7. El sistema guarda y genera el informe correspondiente.
Flujo Alternativo	- Si los datos no cumplen con las condiciones establecidas, el sistema alerta al usuario. - Si se requiere editar datos de rotura previamente ingresados, el usuario selecciona la opción de modificación. - Si la probeta presenta anomalías, se puede registrar como ensayo no válido con justificación.
Reglas del Módulo	- Los valores de resistencia deben corresponder con el tipo de hormigón especificado. - El tipo de fallo debe ser uno de los definidos en la norma ASTM C39. - La fecha de rotura no puede ser anterior a la fecha de elaboración de la probeta. - Cada probeta solo puede tener un registro de rotura válido. - Los datos validados no pueden ser eliminados, solo editados con justificación.

Tabla 88. Especificaciones de uso Verificación de Equipos Electrónicos

MÓDULO	ESPECIFICACIONES
Nombre del Módulo	Verificación de Equipos Electrónicos
Actor Principal	Electrónico y Control
Descripción	Módulo que permite gestionar el registro, edición y validación de los datos relacionados con los equipos utilizados en los proyectos, incluyendo su recepción y estado de aceptación.
Precondiciones	- El usuario debe estar autenticado en el sistema. - El usuario debe tener permisos de Electrónico y control. - Los datos del equipo quedan registrados en la base de datos.
Postcondiciones	- Se actualiza el inventario de equipos del proyecto. - Se registra el estado de aceptación o rechazo del equipo. - Se genera trazabilidad del equipo en el proyecto.
Flujo Normal	1. El usuario accede al módulo de control de equipos. 2. Ingresa los detalles del equipo (marca, modelo, serie, especificaciones). 3. Registra la fecha de recibimiento del equipo. 4. El sistema valida que los datos cumplan con los parámetros estándar. 5. El usuario selecciona el estado del equipo (aceptado/rechazado). 6. El sistema guarda la información y actualiza el inventario.
Flujo Alternativo	- Si el equipo es rechazado, el sistema solicita ingresar la justificación. - Si se requiere modificar datos de equipos, el usuario accede a la opción de edición. - Si los datos no cumplen con los parámetros, el sistema impide el guardado hasta corrección. - Todos los equipos deben tener un número de serie o identificación única. - La fecha de recibimiento no puede ser futura.
Reglas del Módulo	- Los equipos rechazados deben incluir obligatoriamente la justificación. - Los equipos aceptados quedan disponibles para asignación en actividades. - Solo se pueden editar datos de equipos que no estén en uso activo.

Tabla 89. Especificaciones de uso de Control de Actividades de Gerencia Técnica

MÓDULO	ESPECIFICACIONES
Nombre del Módulo	Control de Actividades de Gerencia Técnica
Actor Principal	Gerencia Técnica
Descripción	Módulo que permite gestionar el registro, edición y validación de las actividades realizadas en los proyectos, generando informes ejecutivos para la toma de decisiones gerenciales.
Precondiciones	- El usuario debe estar autenticado en el sistema. - El usuario debe tener permisos de Gerencia Técnica. - Debe existir un proyecto activo con secciones definidas. - Deben existir actividades planificadas en el cronograma. - Los datos de la actividad quedan registrados en la base de datos.
Postcondiciones	- Se actualiza el avance del proyecto por sección. - Se generan informes automáticos para gerencia. - Los datos validados alimentan los indicadores de gestión.
Flujo Normal	1. El usuario accede al módulo de informes de gerencia técnica. 2. Selecciona la sección donde se realizó la actividad. 3. Ingresa los detalles de la actividad realizada (descripción, recursos, personal). 4. Registra la fecha de ejecución de la actividad. 5. El sistema valida que los datos cumplan con los parámetros estándar. 6. El sistema genera automáticamente el informe ejecutivo. 7. El sistema guarda la información y actualiza los indicadores.
Flujo Alternativo	- Si se requiere modificar datos de actividades previas, el usuario accede a la opción de edición. - Si los datos no cumplen con los parámetros, el sistema solicita corrección antes de generar informe. - Si la actividad requiere observaciones especiales, el usuario puede agregar notas adicionales.
Reglas del Módulo	- Todas las actividades deben estar asociadas a una sección específica del proyecto.

-
- La fecha de actividad debe estar dentro del rango del cronograma del proyecto.
 - Los informes generados incluyen automáticamente gráficos de avance y cumplimiento.
 - Solo usuarios de Gerencia Técnica pueden validar y aprobar informes.
 - Las actividades validadas actualizan automáticamente el porcentaje de avance del proyecto.
-

4.2.1.3. Fase de Codificación

Para la fase de codificación se busca garantizar contar con un producto que esté preparado para su entrega al usuario final.

4.2.1.3.1. Módulo de Asentamiento de Hormigonado

El módulo de asentamiento fue desarrollado para el área de control de calidad, implementando funcionalidades avanzadas para la gestión completa del proceso de evaluación. La construcción del prototipo se realizó utilizando el framework de desarrollo de Odoo, aprovechando sus capacidades de personalización y extensibilidad para crear una solución específicamente adaptada a las necesidades del sector de la construcción.

Arquitectura y Estructura del Módulo

La arquitectura del módulo fue diseñada siguiendo el patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC) propio de Odoo, implementando modelos de datos robustos que garantizan la integridad referencial y la consistencia de la información. Se crearon tablas especializadas en la base de datos PostgreSQL para almacenar los registros de asentamiento, vinculándolas mediante relaciones con otras entidades del sistema como proyectos, secciones y tipos de hormigón. La estructura permite la escalabilidad futura y facilita el mantenimiento del código.

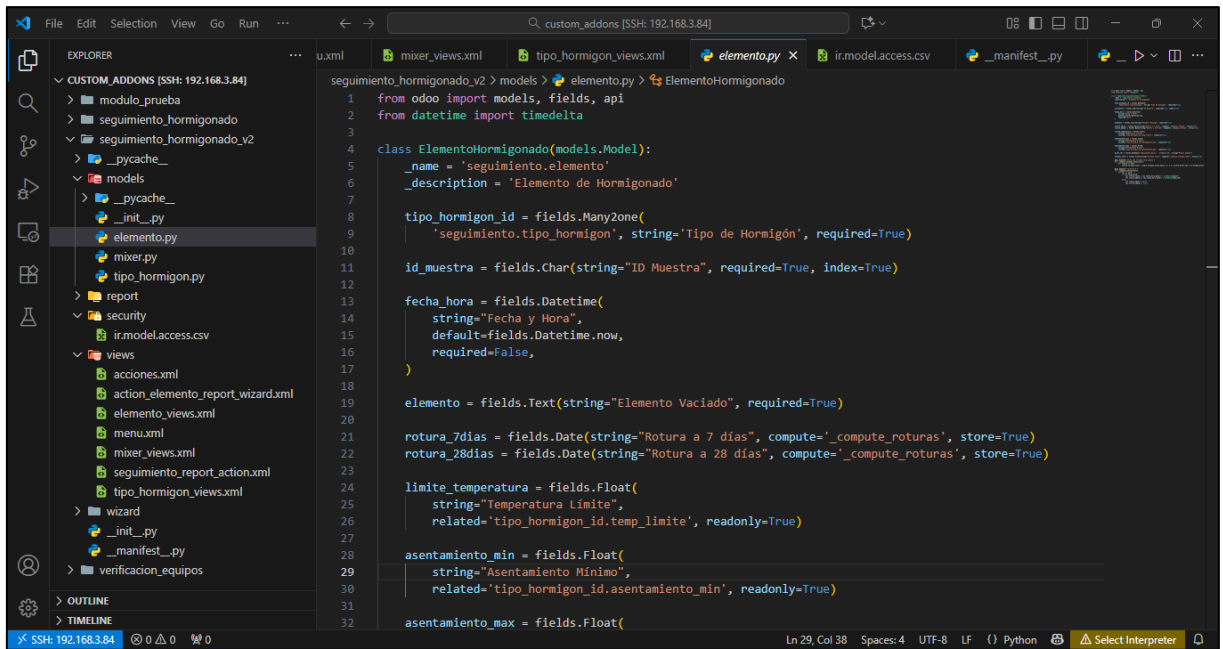


Figura 35. Modelo de datos del Elemento de Hormigonado

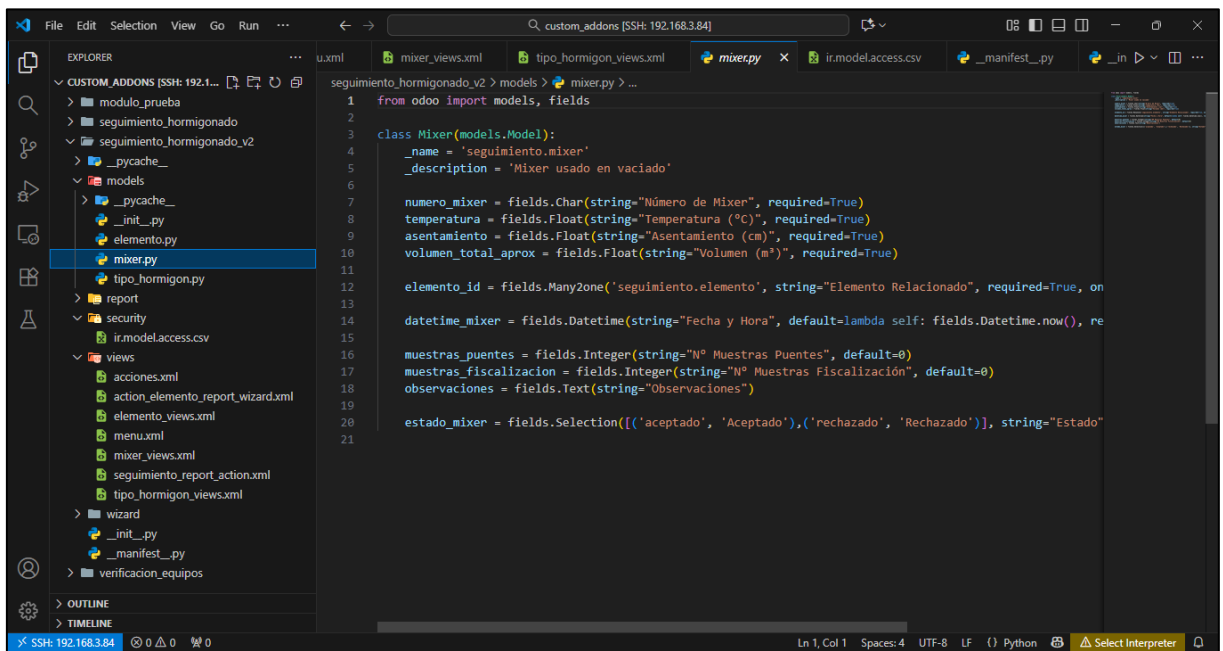


Figura 36. Modelo de datos del mixer usado en el Elemento Hormigonado

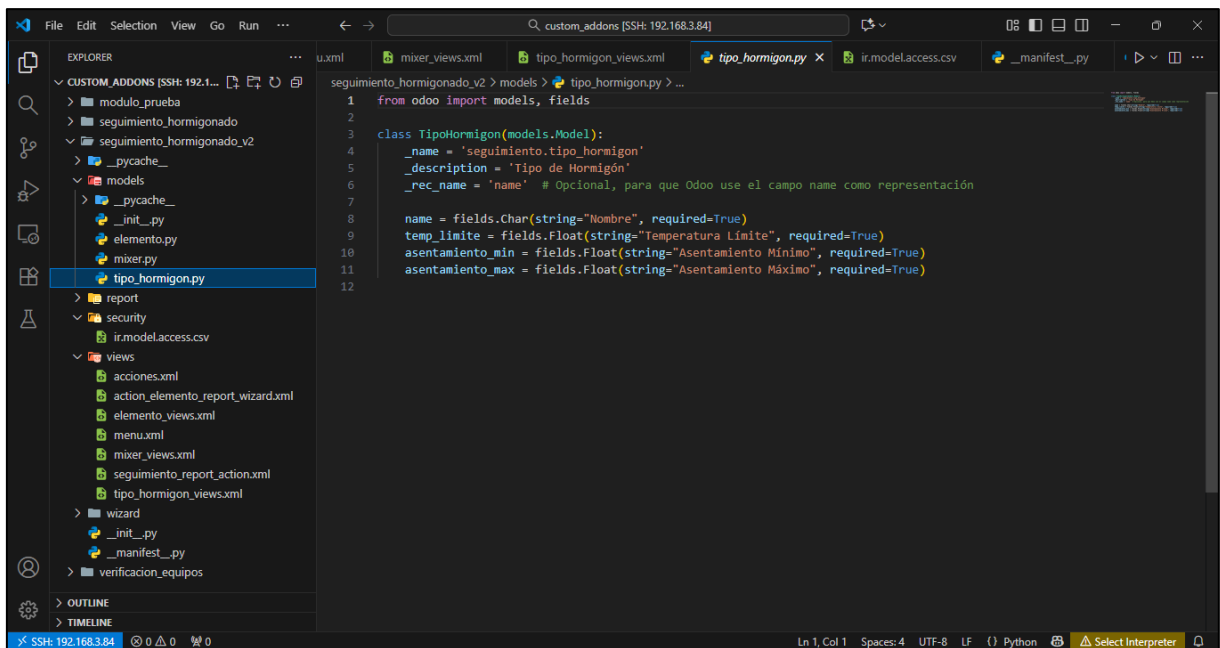


Figura 37. Modelo de datos del Tipo de Hormigón

Funcionalidades implementadas

El prototipo construido incorpora un formulario dinámico de captura de datos que incluye campos específicos para el registro de parámetros técnicos del concreto: tipo de hormigón utilizado, resistencia especificada, relación agua-cemento, temperatura ambiente, hora de elaboración y, naturalmente, el valor de asentamiento medido en centímetros. La interfaz fue diseñada con campos de selección inteligentes que previenen errores de digitación y aceleran el proceso de captura de información.

Se implementó un sistema de validación multinivel que opera en tiempo real durante el ingreso de datos. El primer nivel verifica que todos los campos obligatorios estén completos y que los formatos de datos sean correctos. El segundo nivel realiza validaciones técnicas, comparando los valores de asentamiento ingresados contra los rangos permitidos según el tipo de hormigón seleccionado y las especificaciones del proyecto. Si se detectan valores fuera de rango, el sistema genera alertas visuales inmediatas, requiriendo confirmación del usuario o justificación técnica antes de permitir el guardado.

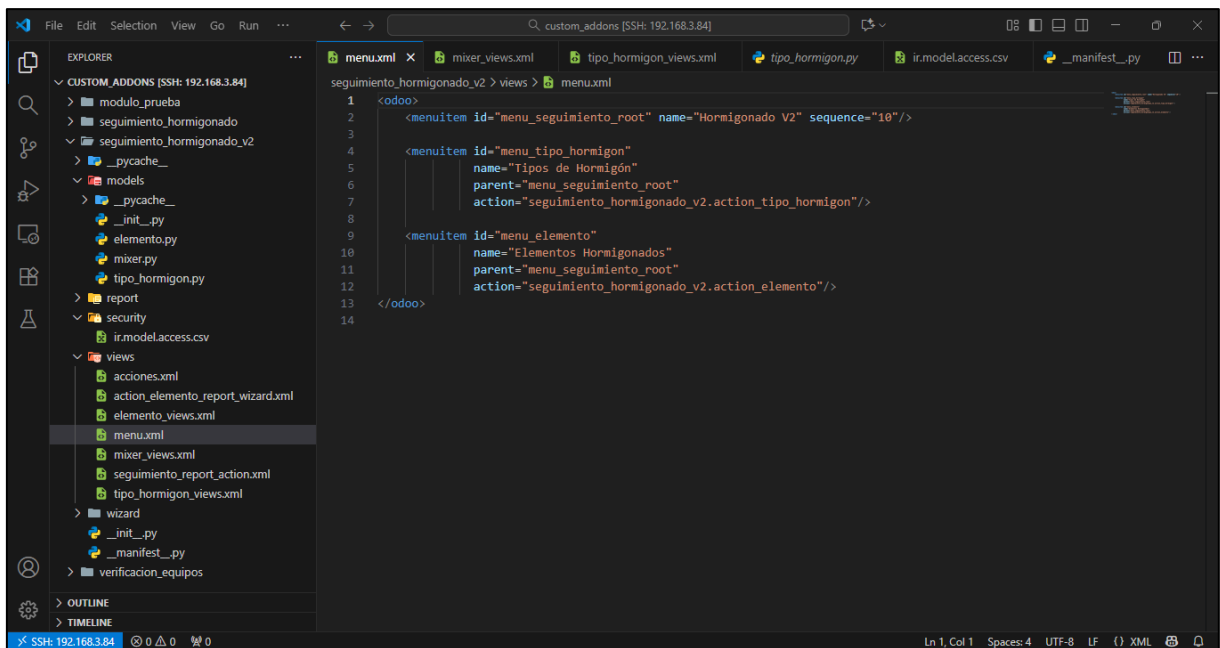


Figura 38. Diseño XML del menú de opciones del Módulo de Asentamiento

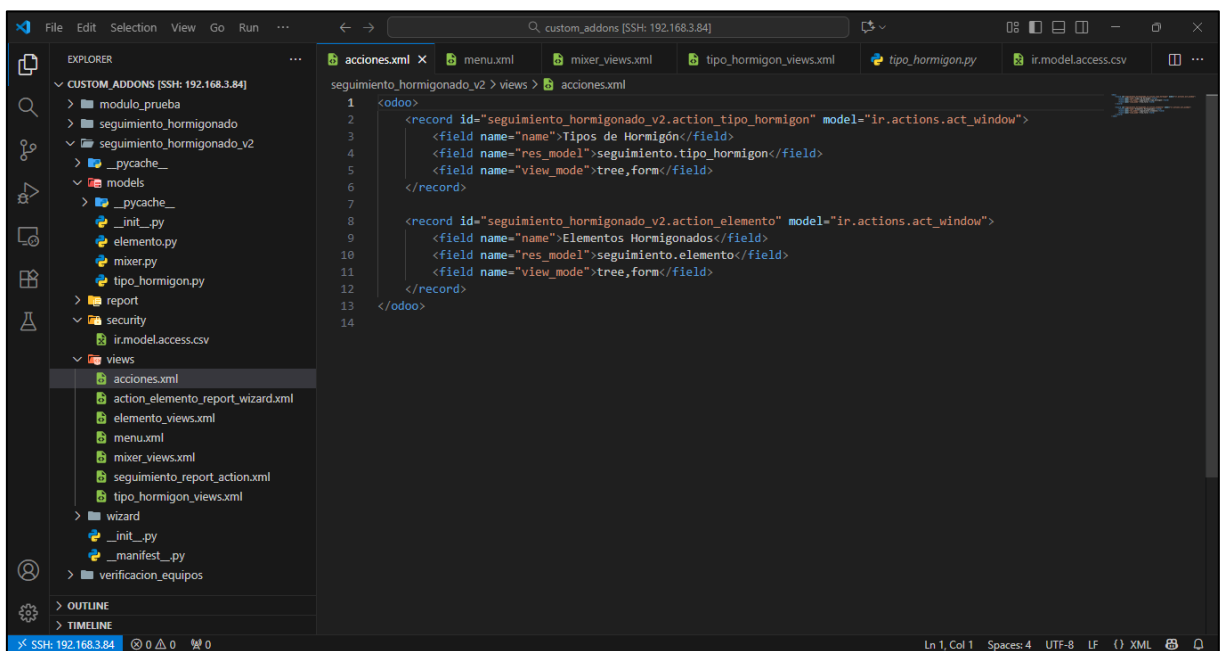


Figura 39. Acciones de Seguimiento de Hormigonado del Módulo de Asentamiento

Interfaz de usuario y experiencia

La interfaz fue desarrollada utilizando las capacidades de Odoo combinadas con personalizaciones en XML y JavaScript, creando vistas optimizadas tanto para pantallas de escritorio como para dispositivos móviles. Se implementaron vistas de formulario, lista y Kanban que facilitan diferentes formas de visualización y gestión de la información. Los usuarios pueden consultar rápidamente el historial de ensayos

mediante filtros avanzados por proyecto, fecha, tipo de hormigón o sección constructiva.

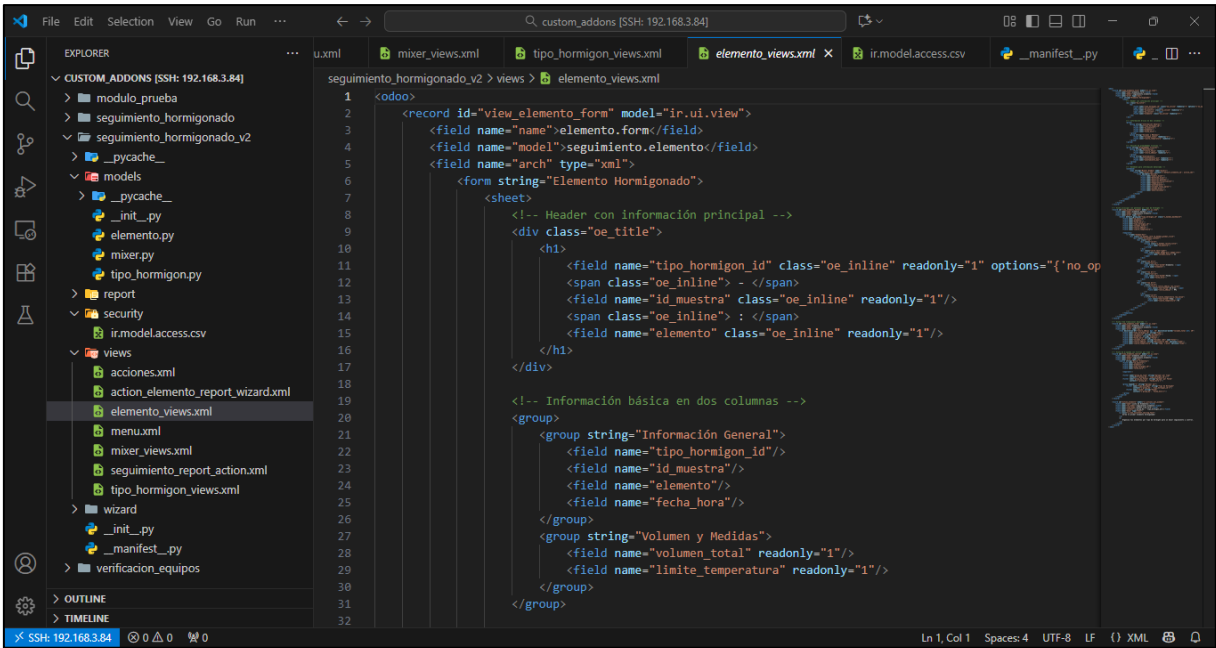


Figura 40. Diseño XML de interfaz de Elemento Hormigonado del Módulo de Asentamiento

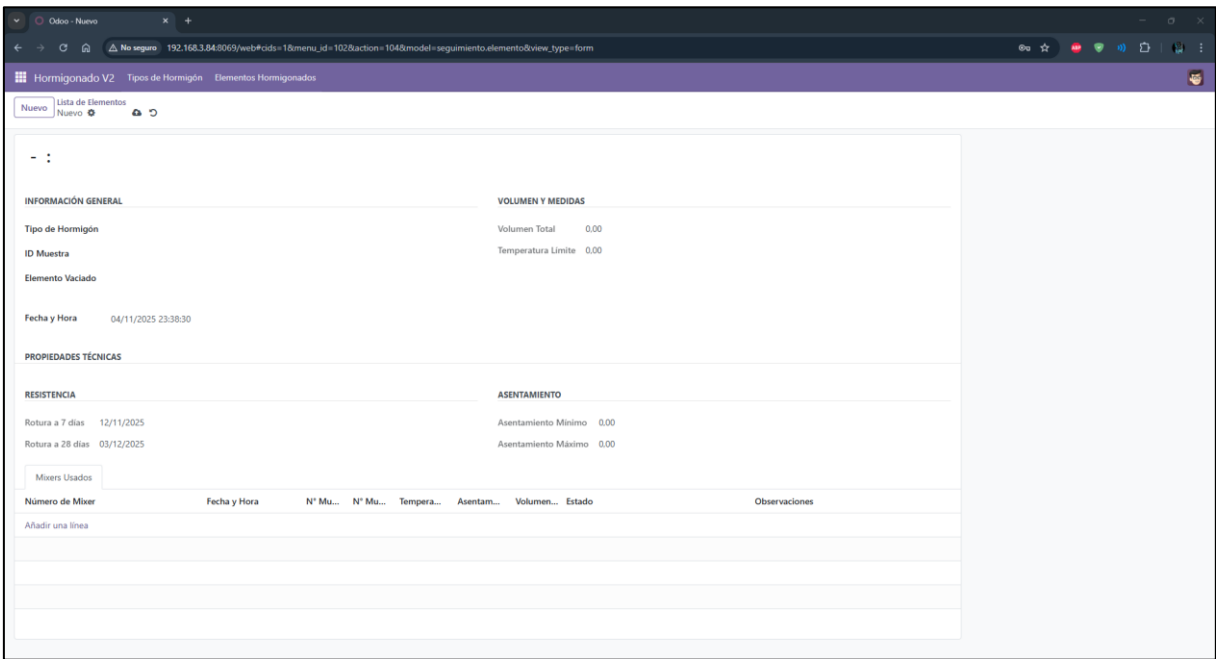


Figura 41. Interfaz de Elemento Hormigonado del Módulo de Asentamiento

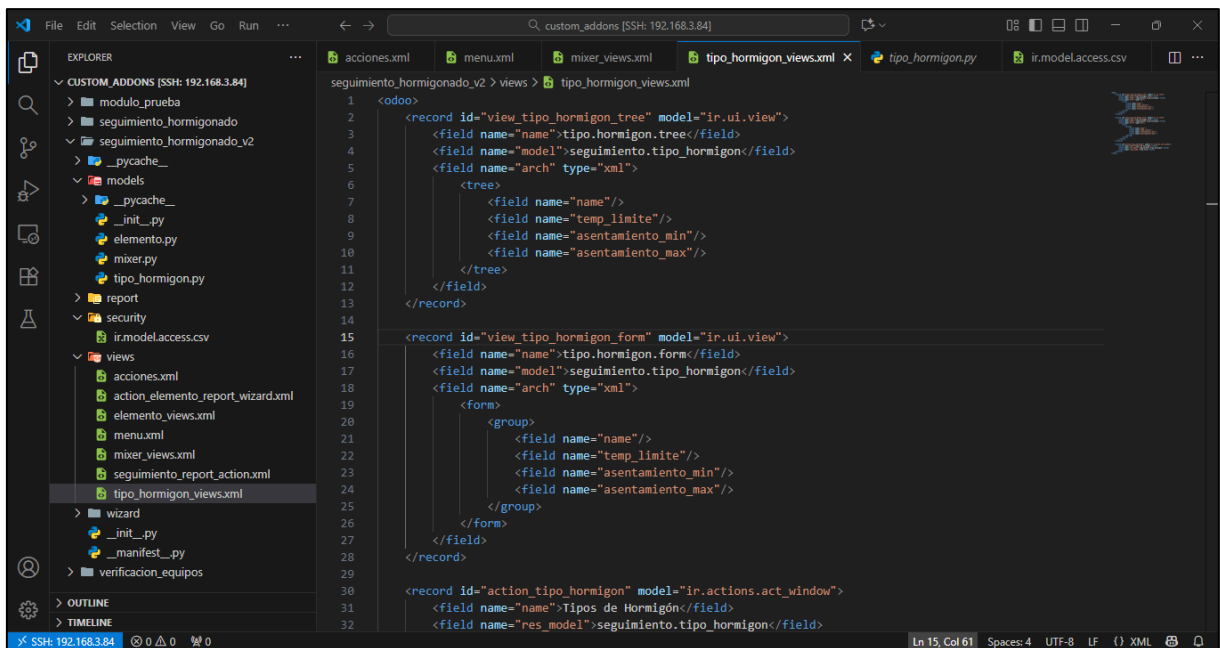


Figura 42. Diseño XML de interfaz de Tipo de Hormigón del Módulo de Asentamiento

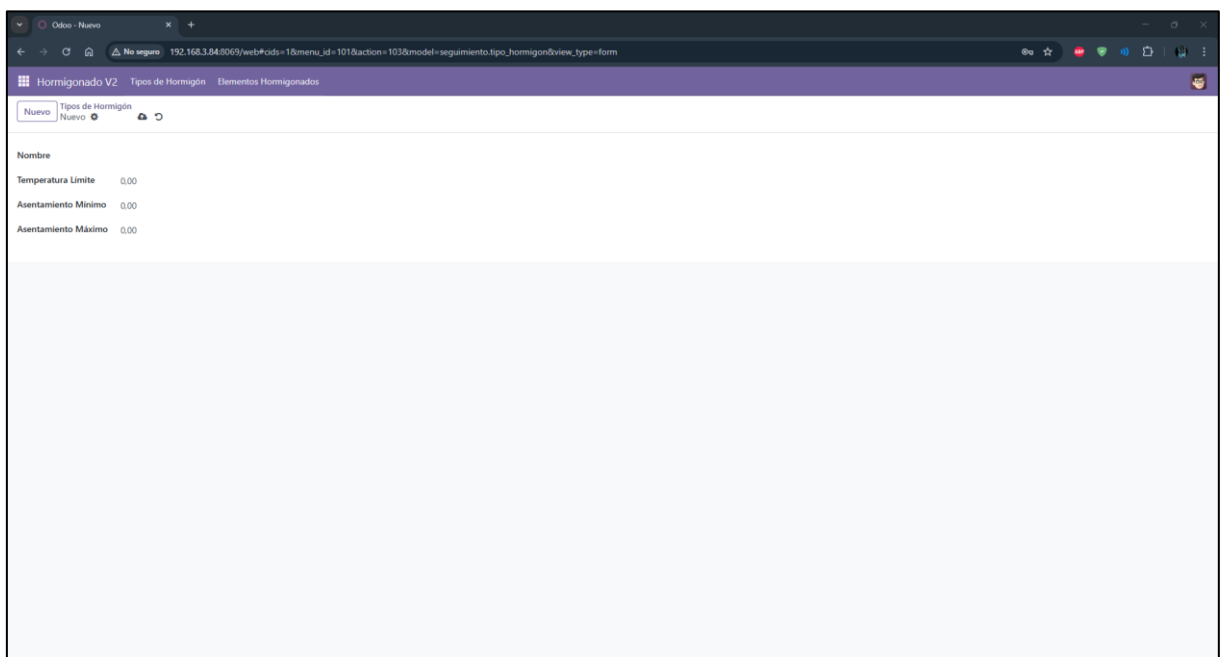


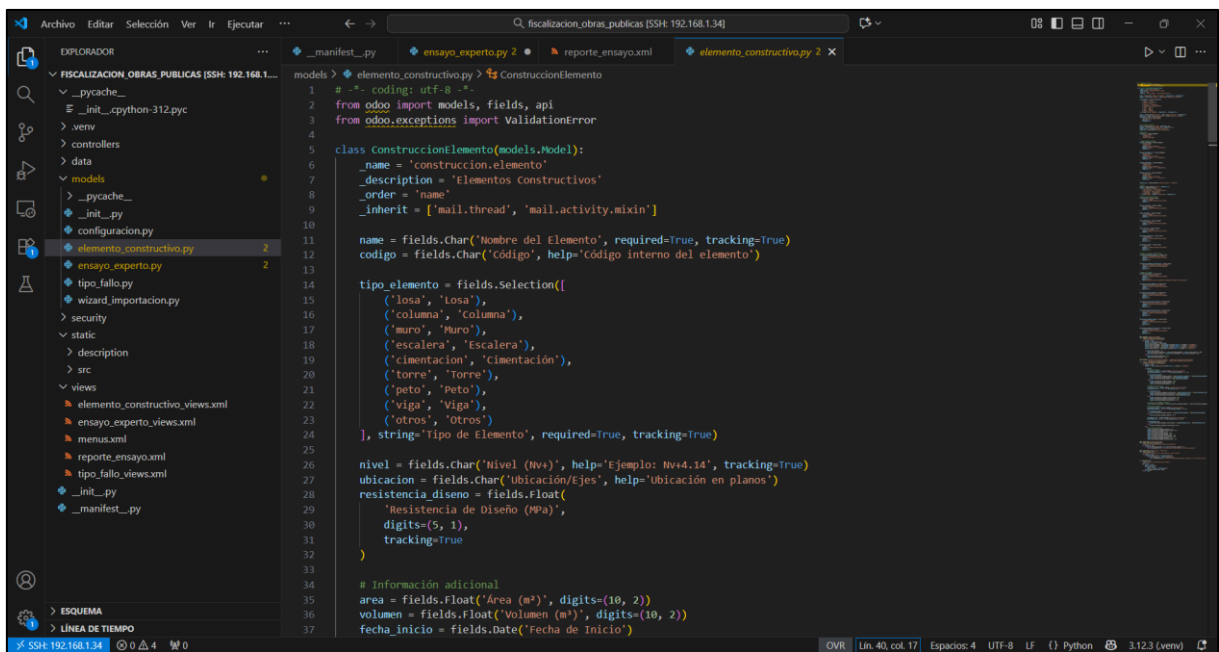
Figura 43. Interfaz de Tipo de Hormigón del Módulo de Asentamiento

4.2.1.3.2. Módulo de Rotura de Probetas de Hormigonado

El módulo de rotura de probetas constituye el componente central del sistema de control de resistencia del concreto endurecido, implementando funcionalidades especializadas que cubren todo el ciclo de vida de las probetas de ensayo, desde su identificación hasta la evaluación final de resultados. Este módulo fue desarrollado con especial atención a las normativas técnicas internacionales, particularmente la norma ASTM C39 para ensayos de compresión.

Arquitectura y modelo de datos

La construcción del módulo se basó en un modelo de datos relacional complejo que vincula múltiples entidades: probetas, ensayos de asentamiento y resultados de rotura. Se implementaron relaciones uno-a-muchos y muchos-a-muchos que permiten la trazabilidad completa desde el momento de elaboración de la probeta hasta su ensayo final. Cada probeta es identificada de manera única mediante un código generado automáticamente que incluye información del proyecto, fecha de elaboración y número secuencial.



```
1 # -*- coding: utf-8 -*-
2 from odoo import models, fields, api
3 from odoo.exceptions import ValidationError
4
5 class ConstruccionElemento(models.Model):
6     _name = 'construccion.elemento'
7     _description = 'Elementos Constructivos'
8     _order = 'name'
9     _inherit = ['mail.thread', 'mail.activity.mixin']
10
11     name = fields.Char('Nombre del Elemento', required=True, tracking=True)
12     codigo = fields.Char('Código', help='Código interno del elemento')
13
14     tipo_elemento = fields.Selection([
15         ('losa', 'Losa'),
16         ('columna', 'Columna'),
17         ('muro', 'Muro'),
18         ('escalera', 'Escalera'),
19         ('cimentacion', 'Cimentación'),
20         ('torre', 'Torre'),
21         ('peto', 'Peto'),
22         ('viga', 'Viga'),
23         ('otros', 'Otros')
24     ], string='Tipo de Elemento', required=True, tracking=True)
25
26     nivel = fields.Char('Nivel (N+)', help='Ejemplo: N+4.14', tracking=True)
27     ubicacion = fields.Char('Ubicación/Ejes', help='Ubicación en planos')
28     resistencia_diseno = fields.Float(
29         'Resistencia de Diseño (MPa)',
30         digits=(5, 1),
31         tracking=True
32     )
33
34     # Información adicional
35     area = fields.Float('Área (m²)', digits=(10, 2))
36     volumen = fields.Float('Volumen (m³)', digits=(10, 2))
37     fecha_inicio = fields.Date('Fecha de Inicio')
```

Figura 44. Modelo de datos del Elemento Hormigonado

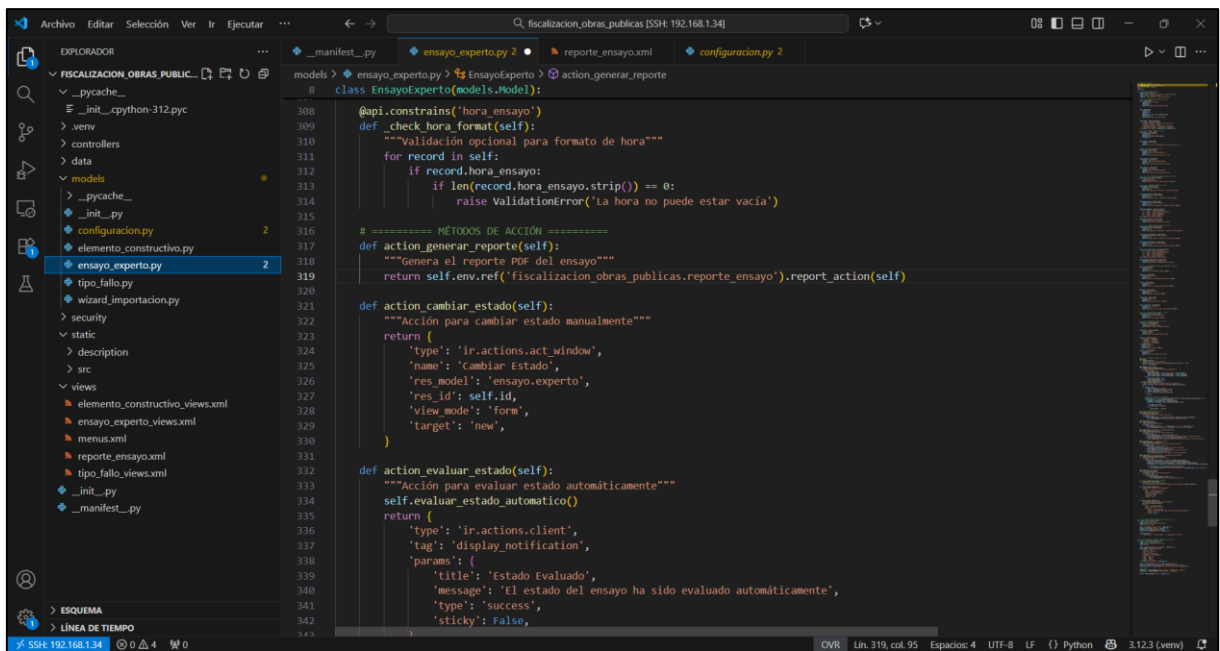


Figura 45. Modelo de datos del Ensayo de Rotura de la Probeta

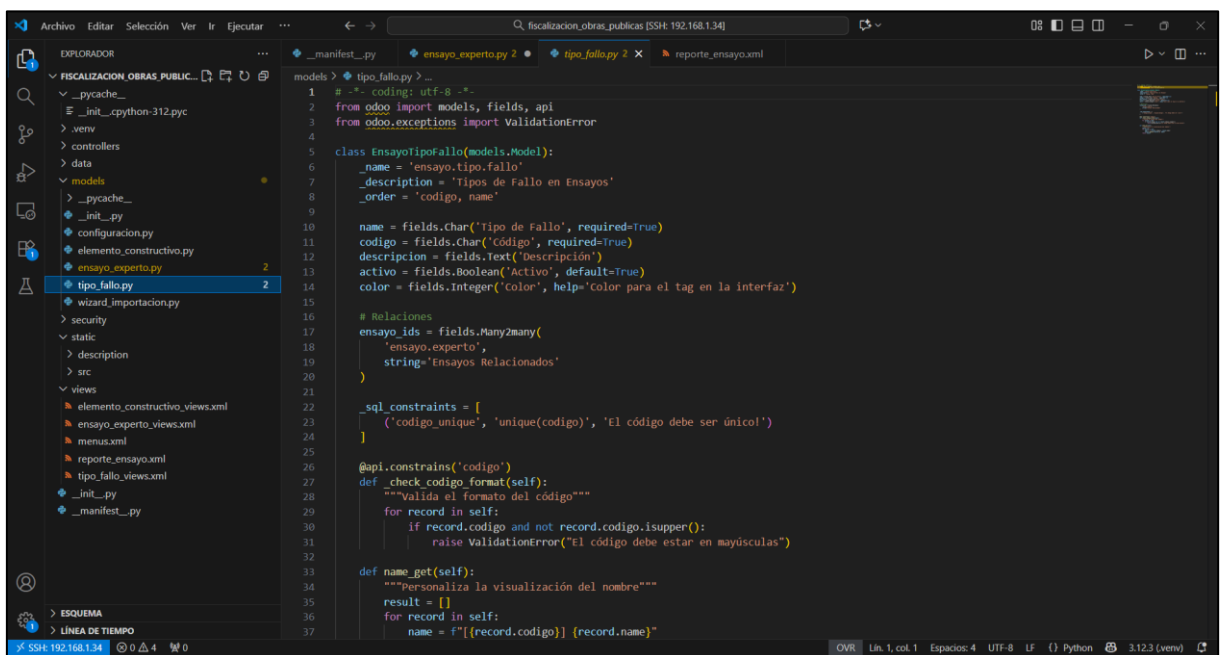


Figura 46. Modelo de datos del Tipo de Rotura

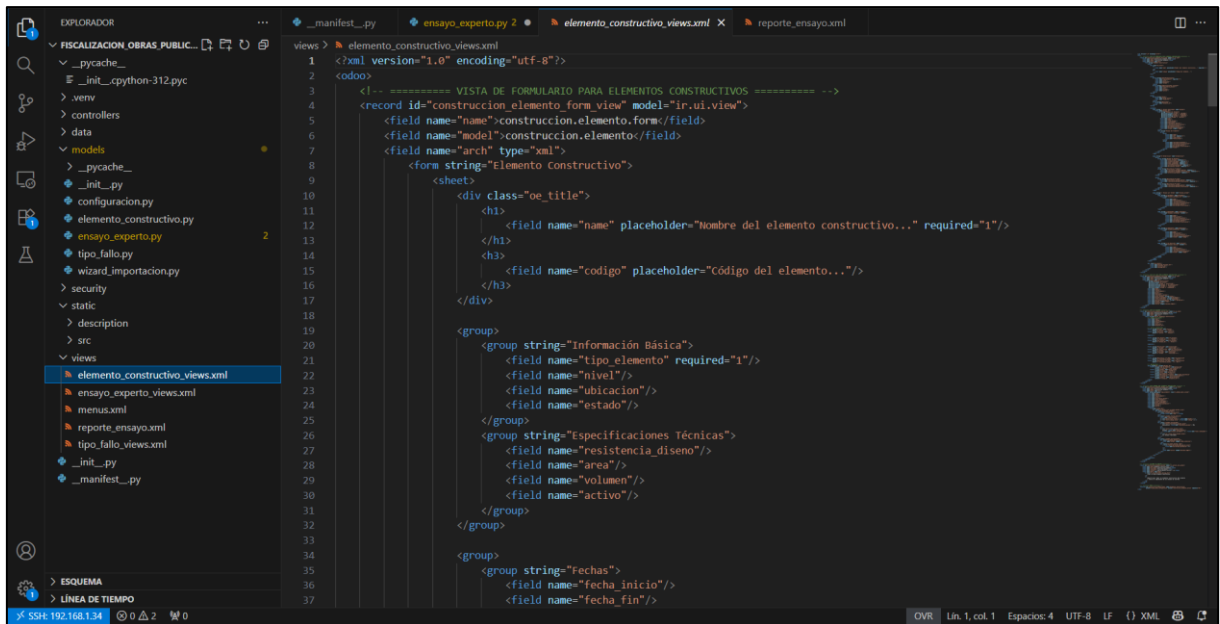


Figura 47. Diseño XML de la interfaz del Elemento Hormigonado

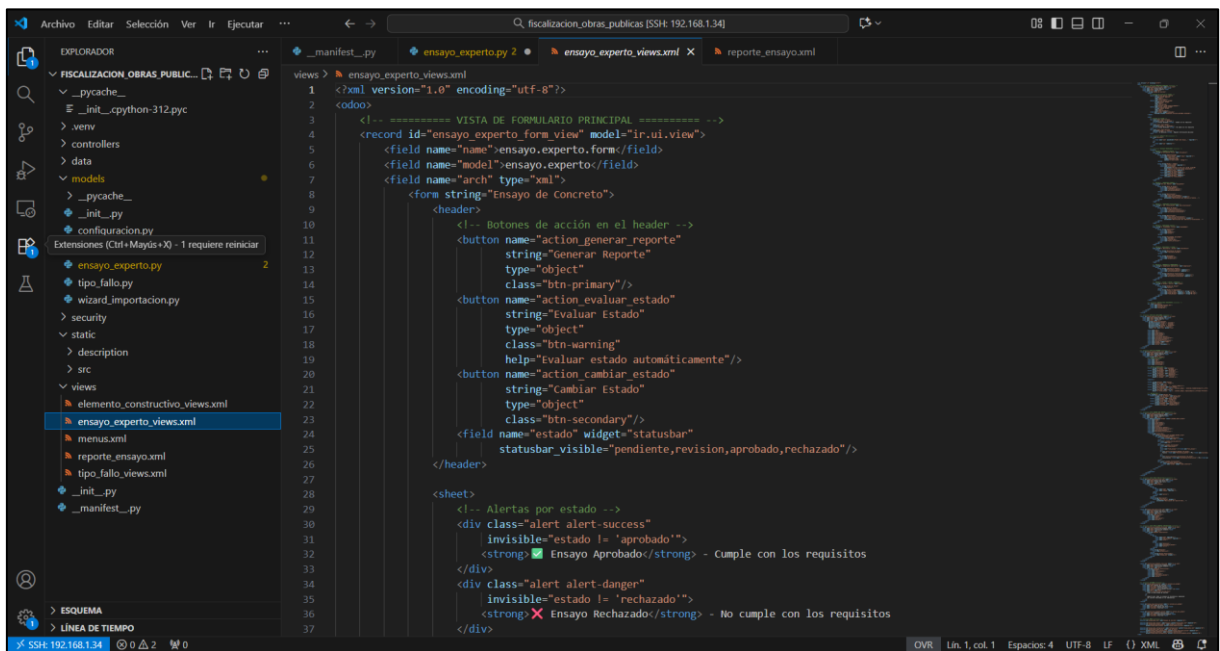


Figura 48. Diseño XML de la interfaz del Ensayo de Rotura de la Probeta

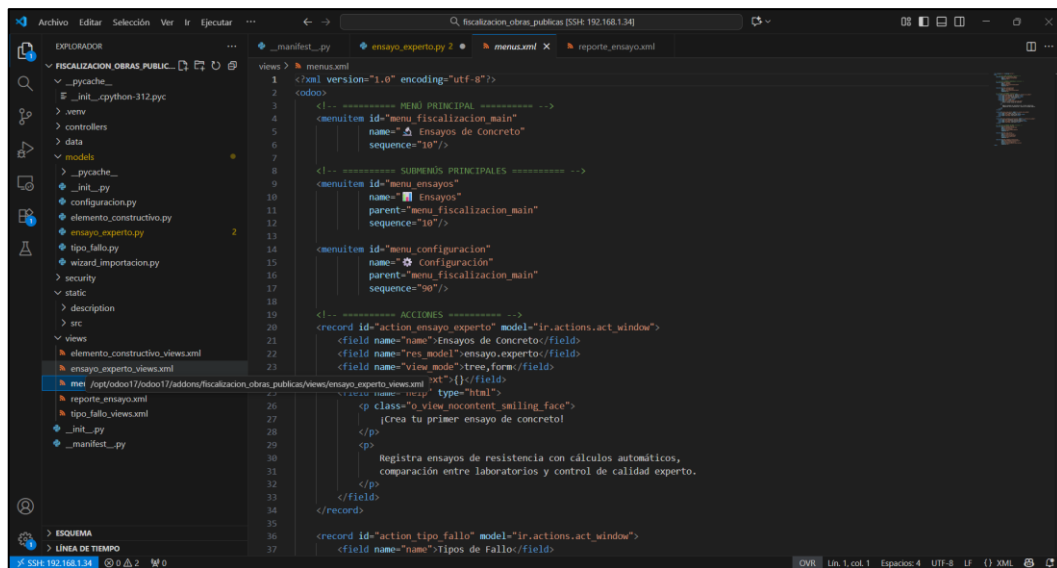


Figura 49. Diseño XML del menú de opciones del Módulo de Rotura de Probetas

Sistema de registro de ensayos

El prototipo implementa un formulario especializado para el registro detallado de los ensayos de compresión. Los campos incluyen: identificación de la probeta, edad de ensayo, dimensiones reales medidas (diámetro y altura), área de la sección transversal calculada automáticamente, carga máxima aplicada en kilo newtons, resistencia a la compresión calculada en MPa o kg/cm², tipo de fallo observado según ASTM C39, y condiciones del ensayo (temperatura, humedad relativa, equipo utilizado).

Ensayos de Concreto

Ensayos

Configuración

Nuevo

Ensayos de Concreto
UA-002 

Generar Reporte

Evaluar Estado

Cambiar Estado

Pendiente

Aprobado

Rechazado

En Revisión

UA-002

ENS-ENS-0035

Información Básica

Lab. Puentes

Lab. Fiscalización

Propiedades Físicas

Resistencia y Diseño

Comparación

IDENTIFICACIÓN

Tipo de Ensayo

☒ Concreto 35 MPa *

☐ Concreto 35 MPa Acelerado *

☐ Concreto 25 MPa *

☐ Resistencia a Flexión *

☐ Resistencia a Tracción *

Tipos de Fallo ?

Falla prematura x

FECHAS Y TIEMPO

Fecha de Ensayo

13/11/2025

Hora del Ensayo ?

14:30

Fecha + 7 días ?

20/11/2025

Fecha + 28 días ?

11/12/2025

Fecha + 60 días ?

12/01/2026

Ensayos de Concreto

Ensayos

Configuración

Nuevo

Ensayos de Concreto
UA-002

Generar Reporte

Evaluar Estado

Cambiar Estado

Pendiente

Aprobado

Rechazado

En Revisión

UA-002

ENS-ENS-0035

Información Básica

Lab. Puentes

Lab. Fiscalización

Propiedades Físicas

Resistencia y Diseño

Comparación

DATOS DE ENSAYO

Carga kN (Puentes) ?

301,10

Resistencia MPa (Puentes) ?

36,85

% Cumplimiento (Puentes) ?

105,3

OBSERVACIONES

Tipo de Rotura (Puentes)

Tipo 1 - Cono bien formado

Observaciones del laboratorio Puentes...

Nuevo Ensayos de Concreto UA-002

Generar Reporte **Evaluar Estado** Cambiar Estado Pendiente Aprobado Rechazado En Revisión

UA-002

ENS-ENS-0035

Información Básica Lab. Puentes **Lab. Fiscalización** Propiedades Físicas Resistencia y Diseño Comparación

DATOS DE ENSAYO		OBSERVACIONES	
Carga kN (Fiscalización) ?	0,00	Tipo de Rotura (Fiscalización)	Tipo 1 - Cono bien formado
Resistencia MPa (Fiscalización) ?	0,00	Observaciones del laboratorio o Fiscalización...	
% Cumplimiento (Fiscalización) ?	0,0		

Figura 52. Interfaz de las Probetas de Fiscalización del Módulo de Rotura de Probetas

Ensayos de Concreto Ensayos Configuración

Nuevo Ensayos de Concreto UA-002

Generar Reporte **Evaluar Estado** Cambiar Estado Pendiente Aprobado Rechazado En Revisión

UA-002

ENS-ENS-0035

Información Básica Lab. Puentes Lab. Fiscalización **Propiedades Físicas** Resistencia y Diseño Comparación

DIMENSIONES		PROPIEDADES CALCULADAS	
Masa (gr) ?	3.864,0	Densidad (kg/m³) ?	0,0
Diámetro (cm) ?	10,20	Relación H/D ?	2,01
Altura (cm) ?	20,47	Factor Corrección ?	0,000

Figura 53. Interfaz de las propiedades Físicas de las Probetas del Módulo de Rotura de Probetas

Ensayos de Concreto Ensayos Configuración

Nuevo Ensayos de Concreto UA-002

Generar Reporte **Evaluar Estado** Cambiar Estado Pendiente Aprobado Rechazado En Revisión

UA-002

ENS-ENS-0035

uentes Lab. Fiscalización Propiedades Físicas Resistencia y Diseño **Comparación Laboratorios** Estado y Control

LABORATORIO PUENTES		LABORATORIO FISCALIZACIÓN	
Resistencia MPa (Puentes) ?	36,85	Resistencia MPa (Fiscalización) ?	0,00
% Cumplimiento (Puentes) ?	105,3	% Cumplimiento (Fiscalización) ?	0,0

Figura 54. Interfaz de resultados de Ensayos de Probetas en laboratorio del Módulo de Rotura de Probetas

Ensayos de Concreto Ensayos Configuración

Nuevo Ensayos de Concreto UA-002

Generar Reporte **Evaluar Estado** Cambiar Estado Pendiente Aprobado Rechazado En Revisión

UA-002

ENS-ENS-0035

uentes Lab. Fiscalización Propiedades Físicas Resistencia y Diseño Comparación Laboratorios **Estado y Control**

ESTADO DEL ENSAYO	FECHAS DE SEGUIMIENTO
Activo ? ☒	7 días ? 20/11/2025
	28 días ? 11/12/2025
	60 días ? 12/01/2026

Figura 55. Interfaz de información del Control de los Ensayos de las Probetas del Módulo de Rotura de Probetas

Clasificación del tipo de fallo

Una característica distintiva del módulo es la implementación del sistema de clasificación de tipos de fallo según la norma ASTM C39. Se desarrolló un catálogo visual interactivo que muestra los seis tipos de fallo estándar. Los usuarios pueden seleccionar el tipo de fallo observado mediante una interfaz, y el sistema registra esta información para análisis posteriores de calidad del concreto y del proceso de ensayo.

The screenshot displays the 'Ensayos de Concreto' software interface. At the top, there's a navigation bar with 'Ensayos de Concreto', 'Ensayos', and 'Configuración'. Below this, a header section includes a 'Nuevo' button, the identifier 'Ensayos de Concreto UA-002', and a status bar with buttons: 'Generar Reporte', 'Evaluar Estado', 'Cambiar Estado', and a progress indicator showing 'Pendiente', 'Aprobado', 'Rechazado', and 'En Revisión'. The main content area is titled 'UA-002' and features a search bar with 'ENS-ENS-0035'. A horizontal menu below the search bar includes 'Información Básica', 'Lab. Puentes' (selected), 'Lab. Fiscalización', 'Propiedades Físicas', 'Resistencia y Diseño', and 'Comparación'. The 'Lab. Puentes' tab is active, showing two columns: 'DATOS DE ENSAYO' and 'OBSERVACIONES'. Under 'DATOS DE ENSAYO', there are input fields for 'Carga kN (Puentes) ?' (301,10), 'Resistencia MPa (Puentes) ?' (36,85), and '% Cumplimiento (Puentes) ?' (105,3). The 'OBSERVACIONES' column has a 'Tipo de Rotura (Puentes)' field with a dropdown menu open, listing five options: 'Tipo 1 - Cono bien formado', 'Tipo 2 - Cono y fisuras verticales', 'Tipo 3 - Fisuras diagonales' (highlighted), 'Tipo 4 - Fisuras laterales', and 'Tipo 5 - Falla irregular'.

Figura 56. Interfaz lista de opciones del tipo de Rotura de la Probeta del Módulo de Rotura de Probetas

4.2.1.3.3. Módulo de Verificación de Equipos Electrónicos

El módulo de registro de recepción de equipos fue desarrollado como un sistema integral de gestión de recursos materiales, implementando funcionalidades que cubren desde la recepción inicial de equipos hasta su seguimiento operativo durante toda la vida útil del proyecto. Este módulo es fundamental para mantener el control de activos y garantizar que todos los equipos utilizados cumplan con las especificaciones técnicas requeridas.

Modelo de datos y estructura

La arquitectura del módulo se construyó sobre un modelo de datos que contempla diferentes categorías de equipos: equipos tecnológicos y equipos de seguridad.

Tienen campos específicos adaptados a sus características particulares, pero todos comparten un núcleo común de información que incluye identificación única, especificaciones técnicas, proveedor, y estado operativo.

```

1 from odoo import models, fields, api
2
3 class VerificacionEquipo(models.Model):
4     _name = 'verificacion.equipo'
5     _description = 'Verificación de Equipos Electrónicos'
6
7     codigo = fields.Char(string="Código")
8     rubro = fields.Char(string="Rubro")
9     descripcion = fields.Html(string="Descripción")
10    especificaciones = fields.Text(string="Especificaciones")
11    imagen = fields.Binary(string="Imagen")
12    medicion_pago = fields.Text(string="Medición y forma de pago")
13    equipo_minimo = fields.Text(string="Equipo mínimo")
14    materiales = fields.Text(string="Materiales")
15    mano_obra = fields.Text(string="Mano de obra")
16
17    estado = fields.Selection([('aceptado', 'Aceptado'), ('rechazado', 'Rechazado')], default='rechazado',
18    checklist_ok = fields.Integer(string="Checklist OK", compute="_compute_checklist_totales")
19    checklist_total = fields.Integer(string="Total Items", compute="_compute_checklist_totales")
20
21    checklist_ids = fields.One2many('verificacion.checklist', 'equipo_id', string="Checklist")
22    accesorio_ids = fields.One2many('verificacion.accesorio', 'equipo_id', string="Accesorios")
23
24    @api.model
25    def create(self, vals):
26        # Crear el equipo
27        equipo = super(VerificacionEquipo, self).create(vals)
28
29        # Campos que se desean agregar como checklist automáticamente
30        campos = [
31            'Código', 'Rubro', 'Descripción', 'Especificaciones', 'Imagen',
32            'Medición y forma de pago', 'Equipo mínimo', 'Materiales', 'Mano de obra'

```

Figura 57. Modelo de datos del Equipo Recibido

```

1 from odoo import models, fields, api # Asegúrate de importar 'api'
2
3 class VerificacionAccesorio(models.Model):
4     _name = 'verificacion.accesorio'
5     _description = 'Accesorio del Equipo'
6
7     equipo_id = fields.Many2one('verificacion.equipo', string="Equipo", ondelete='cascade')
8     nombre = fields.Char(string="Nombre del Accesorio", required=True)
9     descripcion = fields.Text(string="Descripción")
10    caracteristicas = fields.Text(string="Características")
11    imagen = fields.Binary(string="Imagen")
12
13    checklist_ids = fields.One2many('verificacion.checklist', 'accesorio_id', string="Checklist")
14
15    @api.model
16    def create(self, vals):
17        accesorio = super(VerificacionAccesorio, self).create(vals)
18        campos = [
19            'Código', 'Rubro', 'Descripción', 'Especificaciones',
20            'Imagen', 'Medición y forma de pago', 'Equipo mínimo',
21            'Materiales', 'Mano de obra'
22        ]
23        for campo in campos:
24            self.env['verificacion.checklist'].create({
25                'nombre': campo,
26                'accesorio_id': accesorio.id,
27                'estado': 'cumple', # Valor por defecto
28                'observacion': ''
29            })
30        return accesorio

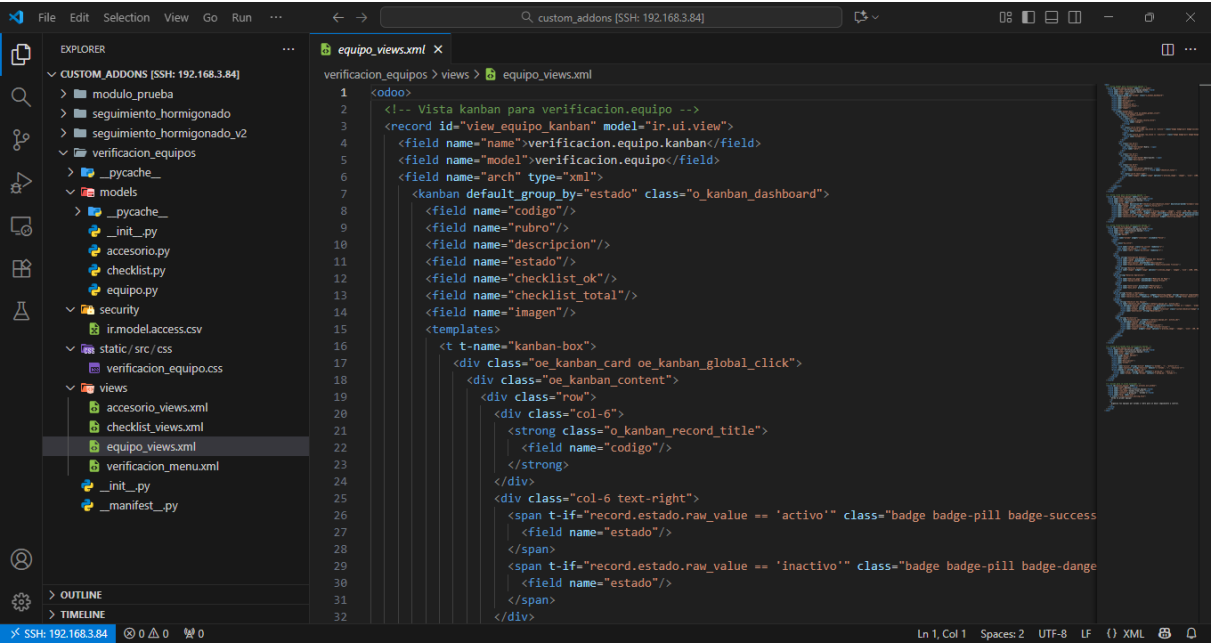
```

Figura 58. Modelo de datos de los accesorios del Equipo Recibido

Proceso de recepción de equipos

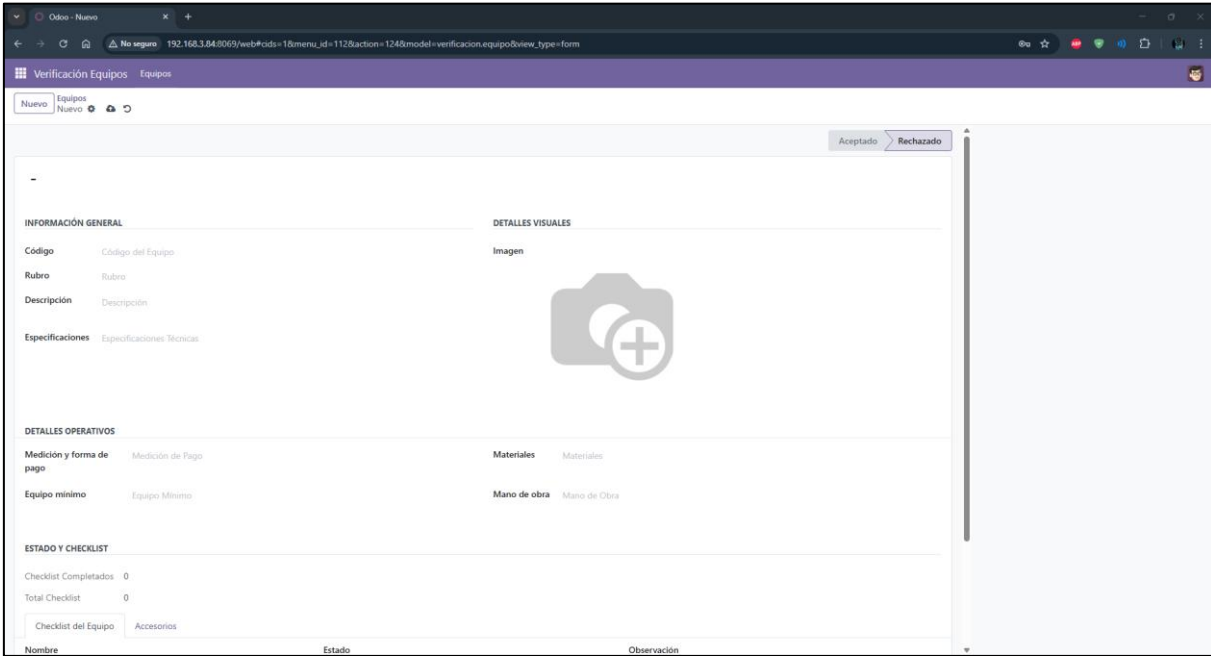
El prototipo implementa un flujo de trabajo estructurado para el proceso de recepción. Cuando llega un nuevo equipo al proyecto, el responsable de control de calidad accede al módulo e inicia un nuevo registro de recepción. El formulario de

recepción incluye campos para: datos del equipo (marca, modelo, número de serie, año de fabricación), especificaciones técnicas (capacidad, precisión, rangos de operación), documentación adjunta (manuales, certificados, garantías), y condición física al momento de la recepción.



The image shows a code editor window titled 'equipo_views.xml'. The left sidebar shows a file explorer with a tree structure under 'CUSTOM_ADDONS [SSH: 192.168.3.84]'. The main editor area displays XML code for a Kanban view. The code includes fields for 'name', 'model', 'codigo', 'rubro', 'descripcion', 'estado', 'checklist_ok', 'checklist_total', and 'imagen'. It also defines a template 'kanban-box' with a card structure containing a title, code, and status indicators (active/inactive) with corresponding CSS classes like 'badge-success' and 'badge-danger'.

Figura 59. Diseño XML de interfaz del registro del equipo del Módulo de Registro de Recepción de Equipos

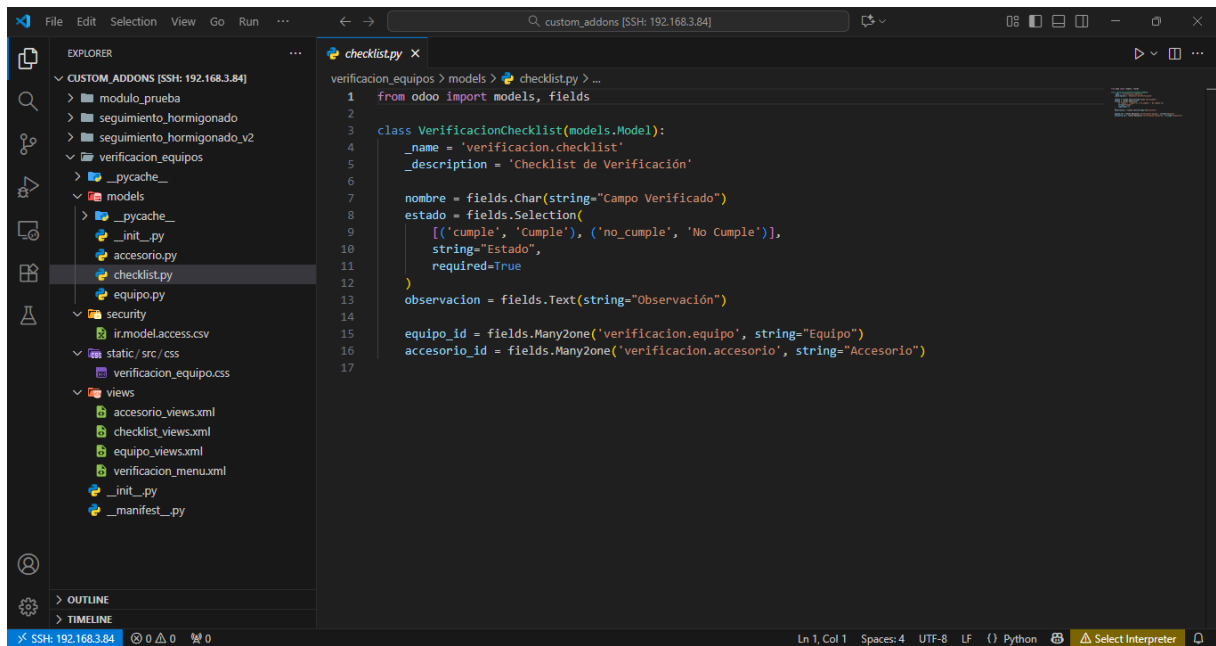


The image shows a web browser window displaying the 'Verificación Equipos' form. The form is divided into several sections: 'INFORMACIÓN GENERAL' (with fields for Código, Rubro, Descripción, and Especificaciones), 'DETALLES VISUALES' (with an Imagen field and a camera icon), 'DETALLES OPERATIVOS' (with fields for Medición y forma de pago, Equipo mínimo, Materiales, and Mano de obra), and 'ESTADO Y CHECKLIST' (with fields for Checklist Completados, Total Checklist, and a table for equipment status and observations). The interface is clean and modern, with a purple header and a white background.

Figura 60. Interfaz del registro del equipo del Módulo de Registro de Recepción de Equipos

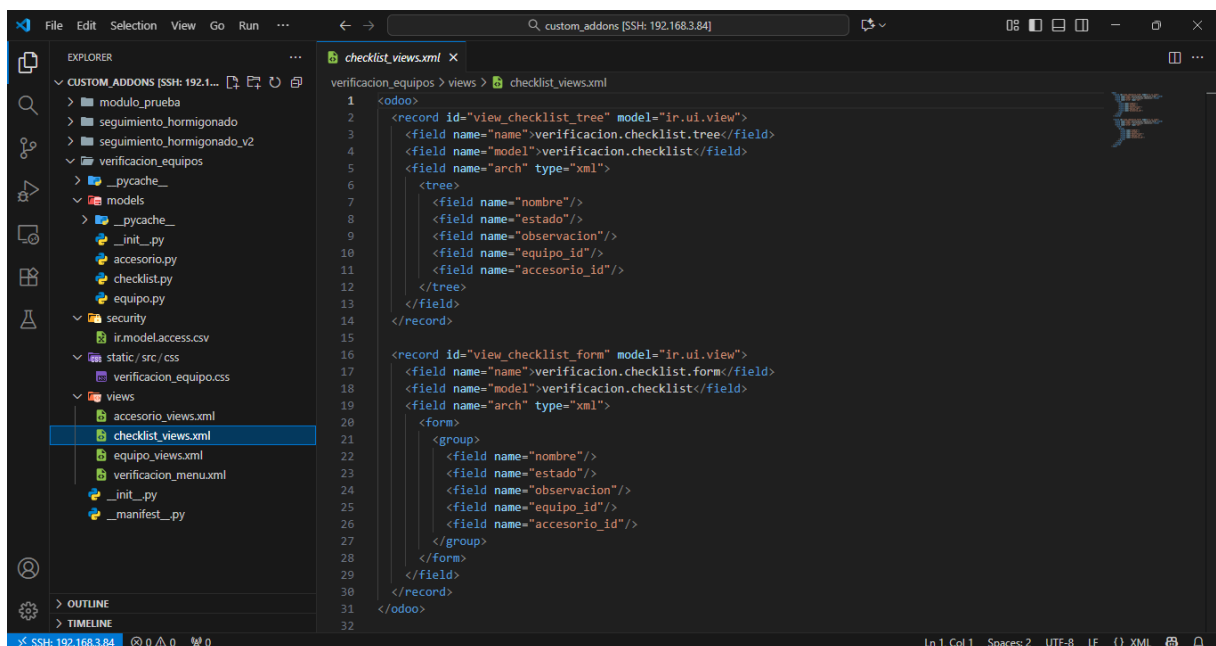
Sistema de inspección y aceptación

Una funcionalidad crítica implementada es el sistema de inspección y decisión de aceptación/rechazo. El módulo presenta una lista de verificación (checklist) personalizable según el tipo de equipo, que guía al inspector en la revisión de aspectos clave: integridad física, funcionamiento operativo, cumplimiento de especificaciones y documentación completa. Cada ítem de la lista puede ser marcado como conforme, no conforme o no aplicable, con espacio para observaciones detalladas.



```
1 from odoo import models, fields
2
3 class VerificacionChecklist(models.Model):
4     _name = 'verificacion.checklist'
5     _description = 'Checklist de Verificación'
6
7     nombre = fields.Char(string="Campo Verificado")
8     estado = fields.Selection(
9         [('cumple', 'Cumple'), ('no_cumple', 'No Cumple')],
10        string="Estado",
11        required=True
12    )
13     observacion = fields.Text(string="Observación")
14
15     equipo_id = fields.Many2one('verificacion.equipo', string="Equipo")
16     accesorio_id = fields.Many2one('verificacion.accesorio', string="Accesorio")
17
```

Figura 61. Modelo de datos del checklist del Equipo Recibido



```
1 <odoo>
2 <record id="view_checklist_tree" model="ir.ui.view">
3 <field name="name">verificacion.checklist.tree</field>
4 <field name="model">verificacion.checklist</field>
5 <field name="arch" type="xml">
6 <tree>
7 <field name="nombre"/>
8 <field name="estado"/>
9 <field name="observacion"/>
10 <field name="equipo_id"/>
11 <field name="accesorio_id"/>
12 </tree>
13 </field>
14 </record>
15
16 <record id="view_checklist_form" model="ir.ui.view">
17 <field name="name">verificacion.checklist.form</field>
18 <field name="model">verificacion.checklist</field>
19 <field name="arch" type="xml">
20 <form>
21 <group>
22 <field name="nombre"/>
23 <field name="estado"/>
24 <field name="observacion"/>
25 <field name="equipo_id"/>
26 <field name="accesorio_id"/>
27 </group>
28 </form>
29 </field>
30 </record>
31 </odoo>
```

Figura 62. Diseño XML de la Interfaz del checklist del Equipo Recibido

DETALLES OPERATIVOS

Medición y forma de pago: El pago se realizará en acuerdo con el proyecto y la cantidad real

Equipo mínimo: Taladro

Materiales: Kit de montaje

Mano de obra: Supervisor eléctrico

ESTADO Y CHECKLIST

Checklist Completados: 8
Total Checklist: 9

Checklist del Equipo: Accesorios

Nombre	Estado	Observación
Código	No Cumple	
Rubro	Cumple	
Descripción	Cumple	
Especificaciones	Cumple	
Imagen	Cumple	
Medición y forma de pago	Cumple	
Equipo mínimo	Cumple	
Materiales	Cumple	
Mano de obra	Cumple	
Añadir una línea		

Figura 63. Interfaz del checklist del Equipo Recibido

Gestión de rechazos y no conformidades

Cuando un equipo es rechazado, el sistema activa automáticamente un proceso de gestión de no conformidad que requiere la documentación detallada de las razones del rechazo.

Verificación Equipos Equipos

Nuevo Equipos verificación.equipo.3

1 / 1 < >

Aceptado Rechazado

Figura 64. Gestión de aceptación o Rechazo del Equipo

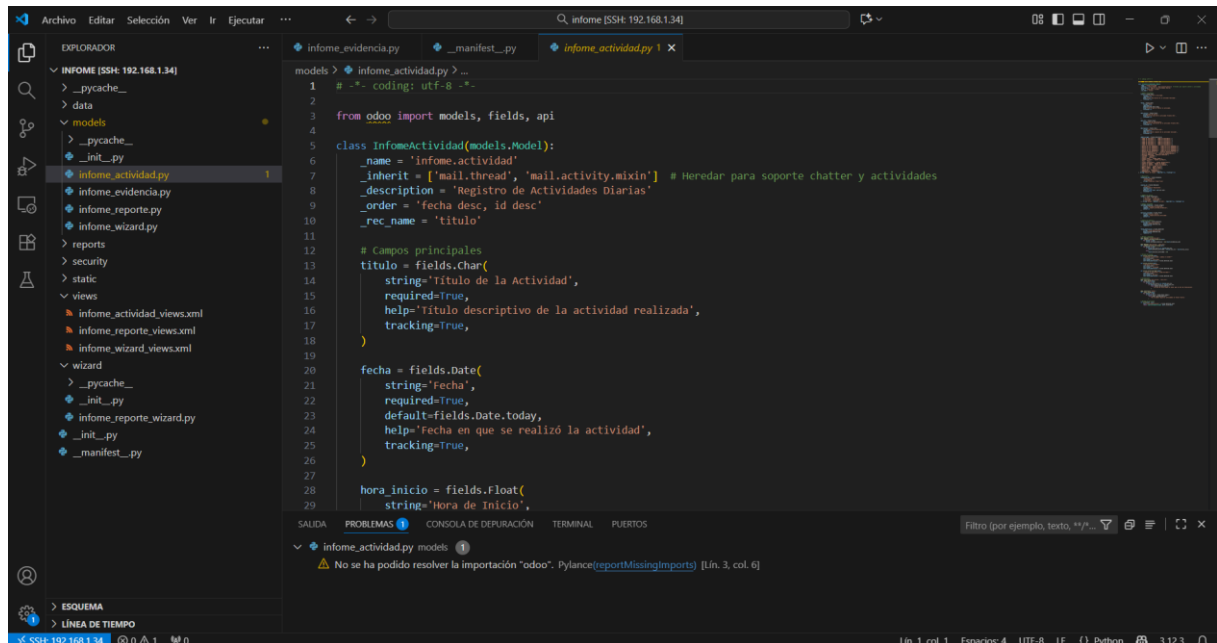
4.2.1.3.4. Módulo de Control de Actividades de Gerencia Técnica

El módulo de informes de gerencia técnica representa el componente de más alto nivel del sistema, desarrollado específicamente para satisfacer las necesidades de información estratégica de la dirección técnica de la empresa. Este módulo consolida, analiza y presenta información proveniente de todos los demás módulos del sistema, transformando datos operativos en inteligencia de negocio que facilita la toma de decisiones informadas.

Arquitectura de inteligencia de negocio

El módulo fue construido implementando una arquitectura de inteligencia de negocio (Business Intelligence) que incluye procesos de extracción, transformación y carga de datos (ETL). Se desarrollaron vistas materializadas en la base de datos que

pre-calculan indicadores clave de desempeño, optimizando los tiempos de respuesta al generar reportes y tableros de control. La arquitectura permite el procesamiento eficiente de grandes volúmenes de información histórica sin afectar el rendimiento del sistema transaccional.

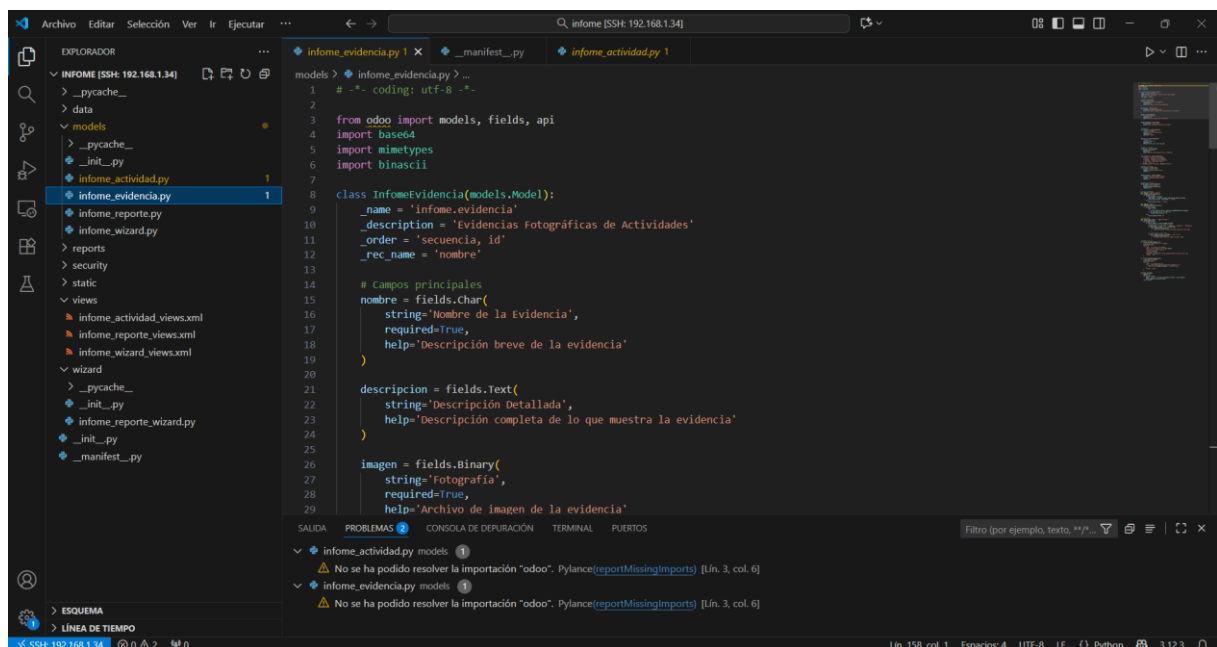


The screenshot shows the Visual Studio Code editor with a file explorer on the left and a code editor in the center. The file explorer shows a project structure for 'informe' with subfolders like 'data', 'models', 'views', and 'wizard'. The code editor displays the file 'informe_actividad.py' with the following Python code:

```
1 # -*- coding: utf-8 -*-
2
3 from odoo import models, fields, api
4
5 class InformeActividad(models.Model):
6     _name = 'informe.actividad'
7     _inherit = ['mail.thread', 'mail.activity.mixin'] # Heredar para soporte chatter y actividades
8     _description = 'Registro de Actividades Diarias'
9     _order = 'fecha desc, id desc'
10    _rec_name = 'titulo'
11
12    # Campos principales
13    titulo = fields.Char(
14        string='Título de la Actividad',
15        required=True,
16        help='Título descriptivo de la actividad realizada',
17        tracking=True,
18    )
19
20    fecha = fields.Date(
21        string='Fecha',
22        required=True,
23        default=fields.Date.today,
24        help='Fecha en que se realizó la actividad',
25        tracking=True,
26    )
27
28    hora_inicio = fields.Float(
29        string='Hora de Inicio',
```

The bottom panel shows the 'PROBLEMAS' (Problems) view with two error messages: 'No se ha podido resolver la importación "odoo". PyLance(reportMissingImports) [Lín. 3, col. 6]'.

Figura 65. Modelo de datos del Informe de Actividad



The screenshot shows the Visual Studio Code editor with a file explorer on the left and a code editor in the center. The file explorer shows a project structure for 'informe' with subfolders like 'data', 'models', 'views', and 'wizard'. The code editor displays the file 'informe_evidencia.py' with the following Python code:

```
1 # -*- coding: utf-8 -*-
2
3 from odoo import models, fields, api
4 import base64
5 import mimetypes
6 import binascii
7
8 class InformeEvidencia(models.Model):
9     _name = 'informe.evidencia'
10    _description = 'Evidencias fotográficas de Actividades'
11    _order = 'secuencia, id'
12    _rec_name = 'nombre'
13
14    # Campos principales
15    nombre = fields.Char(
16        string='Nombre de la Evidencia',
17        required=True,
18        help='Descripción breve de la evidencia'
19    )
20
21    descripcion = fields.Text(
22        string='Descripción Detallada',
23        help='Descripción completa de lo que muestra la evidencia'
24    )
25
26    imagen = fields.Binary(
27        string='Fotografia',
28        required=True,
29        help='Archivo de imagen de la evidencia'
```

The bottom panel shows the 'PROBLEMAS' (Problems) view with two error messages: 'No se ha podido resolver la importación "odoo". PyLance(reportMissingImports) [Lín. 3, col. 6]'.

Figura 66. Modelo de datos del Informe de Evidencia

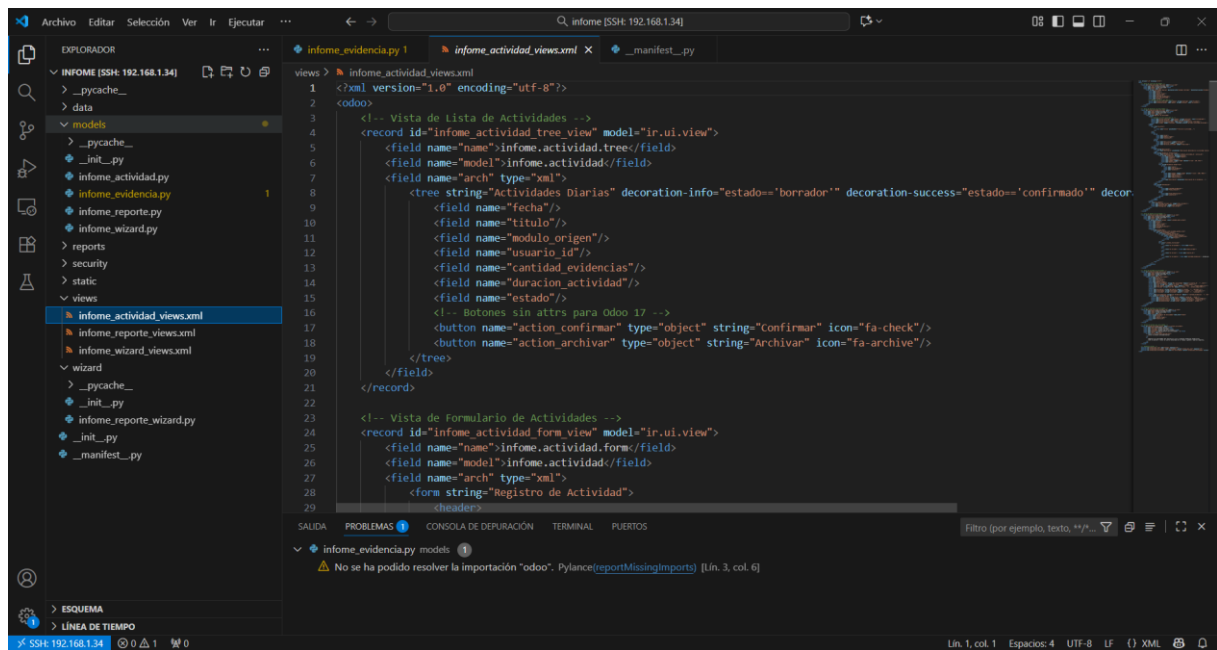


Figura 67. Diseño XML de la interfaz del informe de Actividad del Módulo de Informes de Gerencia Técnica

Sistema de Registro de Actividades

El prototipo implementa un formulario estructurado para el registro detallado de actividades ejecutadas en el proyecto. El formulario incluye: identificación de la sección o elemento constructivo donde se realizó la actividad, descripción detallada de la actividad ejecutada, fecha y hora de ejecución, cuadrilla o personal involucrado, equipos y materiales utilizados y observaciones o incidencias relevantes.

Infome Actividades Reportes

Nuevo Actividades Diarias Nuevo

Confirmar Archivar Volver a Borrador Borrador Confirmado Archivado

Título de la actividad...

Fecha ? 13/11/2025 Hora de Inicio ? 00:00

Módulo de Origen Hora de Finalización ? 00:00

Usuario Responsable EDIFICIO PRINCIPAL M.A.S. Duración (Horas) 00:00

EDIFICIO ADMINISTRATIVO

EDIFICIO SERVICIOS

CISTERNA

ARMERÍA

CUARTO DIESEL

CUARTO ELÉCTRICO

PTAR

PLANTA FOTOVOLTAICA

CUARTO DE BASURA

GARITA DE INGRESO

CUARTO DE GLP

MURALLA NORTE

MURALLA OESTE

CONCERTINA

URBANIZACIÓN

Descripción

Descripción detallada de la actividad

Figura 68. Interfaz del registro de actividad del Módulo de Control de Actividades de Gerencia Técnica

Infome Actividades Reportes

Nuevo Actividades Diarias Nuevo

Confirmar Archivar Volver a Borrador Borrador Confirmado Archivado

Título de la actividad...

Fecha ? 13/11/2025 Hora de Inicio ? 00:00

Módulo de Origen Hora de Finalización ? 00:00

Usuario Responsable Mitchell Admin Duración (Horas) 00:00

Descripción Evidencias Fotográficas Información

Nombre de la Evidencia	Tipo de Evidencia	Fotografía	Descripción Detallada
Agregar una línea			

Figura 69. Interfaz del registro de evidencia del Módulo de Informes de Gerencia Técnica

4.2.1.4. Fase de Pruebas

Para comprobar el correcto funcionamiento de los módulos desarrollados, se realizó testing en un servidor de prueba configurado en Ubuntu Server 24.04, ejecutado dentro de una máquina virtual. Este entorno permitió evaluar el comportamiento del sistema sin afectar la información institucional.

Durante el proceso de test se utilizaron datos simulados que permitieron verificar que los módulos de asentamiento del concreto, rotura de probetas, control de equipos e informes de gerencia técnica funcionaran según los flujos definidos en la fase de diseño. Se revisó que los formularios, vistas XML y modelos implementados en Odoo 17 operaran correctamente y que la interfaz web se mostrara de manera adecuada.

El testing también permitió confirmar que las principales funciones estuvieran disponibles según los permisos asignados a cada rol dentro del sistema. Tras la validación en este entorno, se ajustaron detalles menores y se preparó la versión final para su posterior despliegue en el servidor institucional.

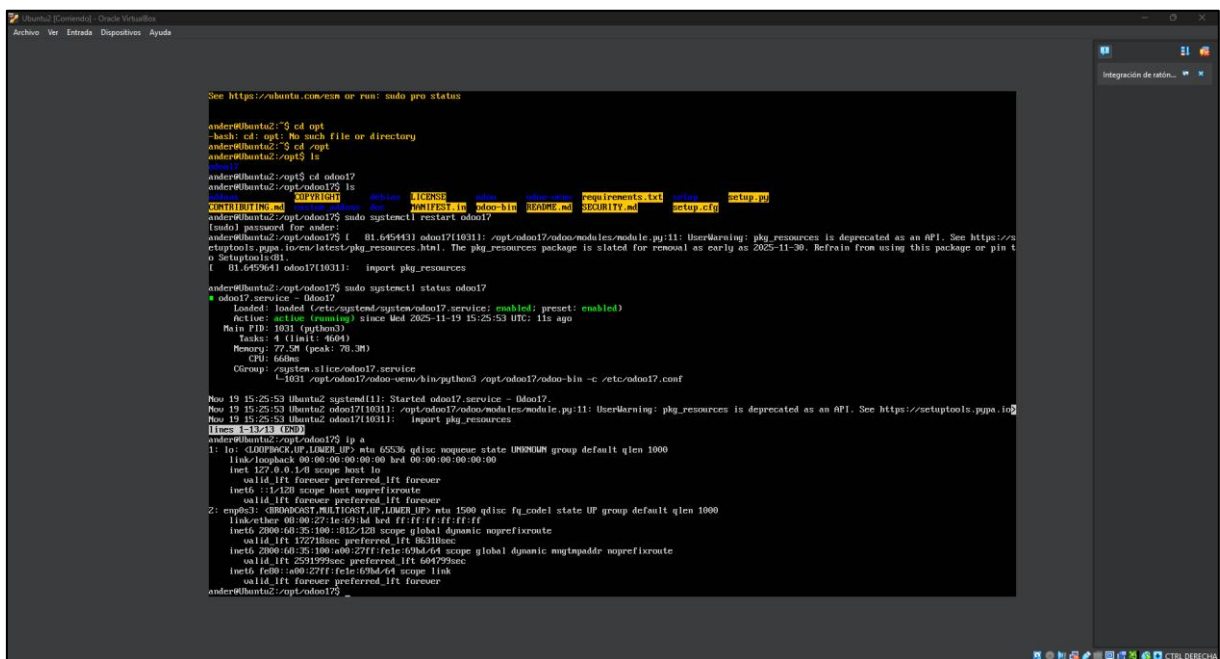


Figura 70. Entorno de testing en Ubuntu Server 24.04

En esta imagen se muestra el servidor de testing ejecutándose en Ubuntu Server 24.04 dentro de la máquina virtual, donde se realizaron las pruebas iniciales del sistema antes del despliegue institucional.

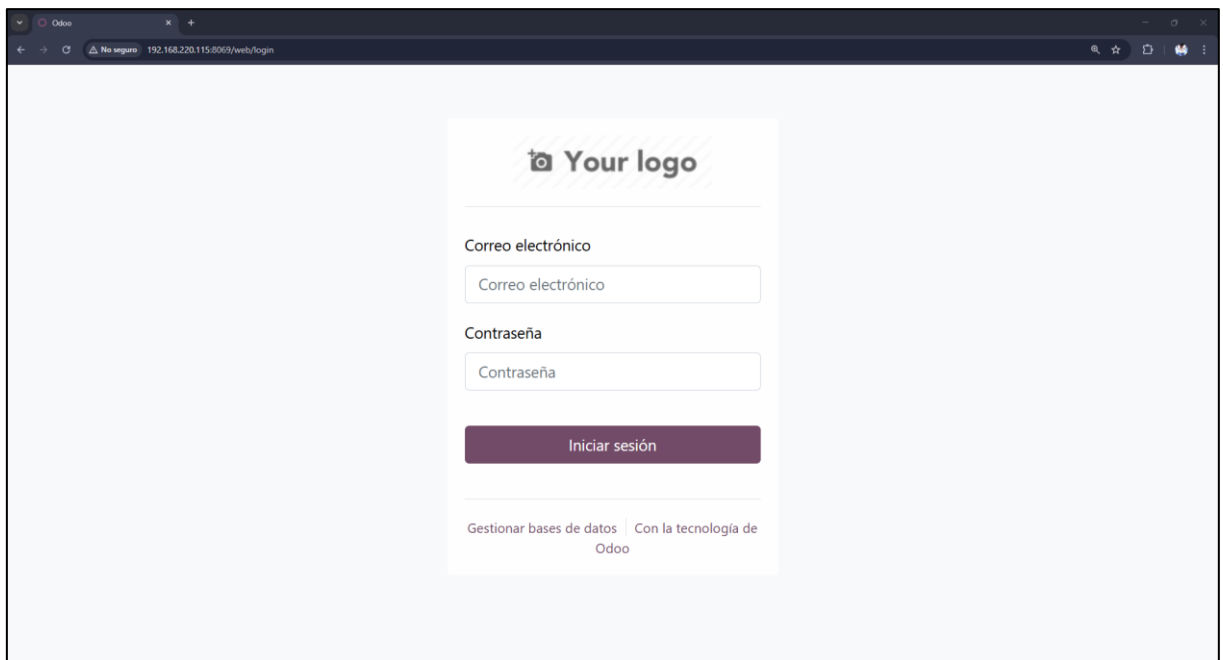


Figura 71. Interfaz web de Odoo 17 en la pantalla de inicio de sesión

La imagen presenta la interfaz web de Odoo 17 cargando correctamente en el entorno de prueba, evidenciando que el servidor y los módulos desarrollados responden adecuadamente durante el proceso de testing.

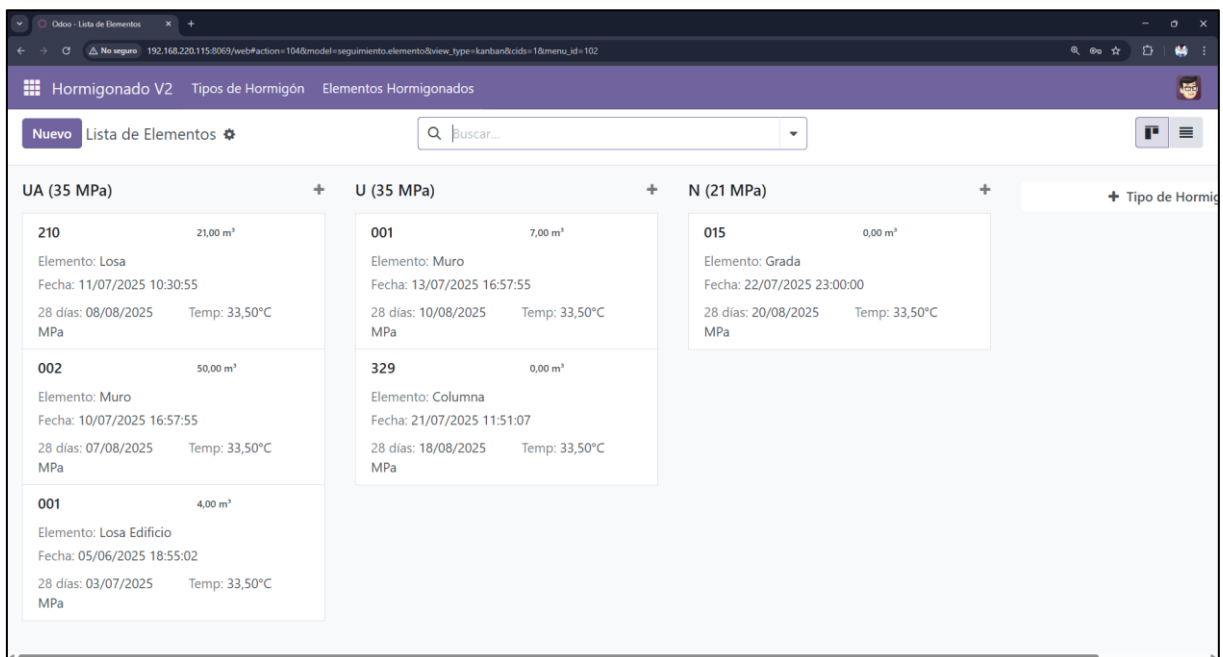


Figura 72. Módulo en ejecución con datos de prueba

Se observa uno de los módulos ejecutándose en Odoo 17 utilizando datos de prueba, lo cual permitió verificar el funcionamiento de formularios, vistas y flujos antes de cargar información real en el sistema.

4.2.1.5. Fase de Lanzamiento

4.2.1.5.1. Evaluación de la madurez del software propuesto

En el marco de la metodología Extreme Programming (XP), la fase de lanzamiento corresponde al momento en que el producto desarrollado se somete a una validación que permite estimar su preparación para un uso real. En esta investigación, debido a que el sistema ERP constituye una propuesta tecnológica y no un software aún implementado en la institución, la fase de lanzamiento se enfocó en evaluar el grado de madurez del prototipo, con el fin de determinar qué tan cercano se encuentra a un nivel operativo y qué mejoras serían necesarias para una futura adopción institucional.

Para realizar esta evaluación se aplicó un análisis técnico basado en el modelo de calidad ISO/IEC 25010, el cual establece ocho características esenciales para medir la calidad del producto de software: adecuación funcional, eficiencia del desempeño, compatibilidad, usabilidad, fiabilidad, seguridad, mantenibilidad y portabilidad. Estas dimensiones permiten valorar la completitud, estabilidad y consistencia del sistema, así como su capacidad para integrarse a otros procesos y adaptarse a nuevos requerimientos. La estructura conceptual utilizada para este proceso se basó en el trabajo de Peters & Aggrey (2020), quien detalla la relación entre los atributos de calidad y su aplicabilidad en sistemas de software contemporáneos, facilitando un marco de evaluación riguroso y alineado con estándares internacionales.

Durante esta fase, el desarrollador responsable aplicó una matriz de madurez por módulo, analizando cada característica mediante indicadores medidos en escala de 1 a 5. Este procedimiento permitió calcular un promedio por característica (C_i) y posteriormente un Índice Global de Madurez (IGM) para cada módulo, así como un nivel global del sistema. Con ello fue posible identificar áreas fuertes, aspectos críticos y oportunidades de mejora para iteraciones posteriores.

4.2.1.5.1.1. Fórmulas aplicadas

- Cálculo por característica (C_i):

$$C_i = \frac{\sum \text{Puntaje de los ítems}}{N_i}$$

- Índice Global del Módulo (IGM):

$$IGM = \frac{\sum_{i=1}^8 C_i}{8}$$

- Índice Global del Sistema (IGS):

$$IGS = \frac{\sum_{m=1}^4 IGM_m}{4}$$

4.2.1.5.1.2. Criterios y métricas para la evaluación de la madurez del software

Tabla 90. Características evaluadas según ISO/IEC 25010

Código	Característica	Subcaracterísticas evaluadas	Ítems
C1	Adecuación funcional	Compleitud, corrección, adecuación	3
C2	Eficiencia del desempeño	Tiempo de respuesta, utilización de recursos	2
C3	Compatibilidad	Interoperabilidad	1
C4	Usabilidad	Aprendizaje, accesibilidad, operabilidad, estética	4
C5	Fiabilidad	Madurez, tolerancia a fallos, recuperación	3
C6	Seguridad	Confidencialidad, integridad, control de acceso	3
C7	Mantenibilidad	Modificabilidad, analizabilidad	2
C8	Portabilidad	Instalación, adaptabilidad	2

Tabla 91. Escala likert utilizada

Valor	Significado
1	Muy en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni acuerdo ni desacuerdo
4	De acuerdo
5	Muy de acuerdo

Tabla 92. Interpretación del índice global de madurez

Rango IGM	Nivel	Interpretación general
1.00–1.99	Inicial	Alto riesgo, requiere rediseño
2.00–2.99	Básico	Existen deficiencias importantes
3.00–3.49	Intermedio	Cumple parcialmente, requiere mejoras
3.50–3.99	Avanzado	Buen desempeño con ajustes menores
4.00–5.00	Optimizado	Software maduro listo para operación

4.2.1.5.1.3. Resultados de la evaluación del grado de madurez del software

Módulo: Control de Asentamiento de Hormigón

Tabla 93. Grado de Madurez del Software Módulo Control de Asentamiento de Hormigón

Código	Característica	Ítems	Promedio (Ci)
C1	Adecuación funcional	5, 5, 5	5.00
C2	Eficiencia del desempeño	3, 4	3.50
C3	Compatibilidad	2	2.00
C4	Usabilidad	5, 5, 5, 5	5.00
C5	Fiabilidad	5, 5, 2	4.00
C6	Seguridad	5, 5, 1	3.67
C7	Mantenibilidad	3, 3	3.00
C8	Portabilidad	2, 2	2.00

$$IGM = \frac{5.00 + 3.50 + 2.00 + 5.00 + 4.00 + 3.67 + 3.00 + 2.00}{8}$$

$$IGM = 3.52$$

Análisis: El módulo de Control de Asentamiento presenta un nivel de madurez Avanzado (IGM = 3.52), lo que refleja un software sólido y funcional en la mayor parte de sus componentes. Los puntajes obtenidos muestran una adecuación funcional sobresaliente, donde los usuarios perciben que el módulo permite registrar los datos del asentamiento de manera completa, exacta y acorde al proceso real. Esto se complementa con una usabilidad muy alta (5.00), lo que indica que la interfaz es clara, ordenada y fácil de utilizar.

En términos de fiabilidad y seguridad, el módulo demuestra estabilidad operativa y control adecuado del acceso, aunque se evidencian debilidades en trazabilidad y mecanismos para identificar cambios, lo que explica los valores moderados en fiabilidad (C5) y seguridad (C6). Los aspectos más críticos se observan en compatibilidad (2.00) y portabilidad (2.00), lo que indica limitaciones para integrarse con otros módulos y adaptarse a nuevos requerimientos sin ajustes significativos.

En conjunto, el desempeño de este módulo es consistente con un sistema que ya puede considerarse funcional, pero que requiere mejoras en integración e interoperabilidad antes de su implementación definitiva.

Módulo de Rotura de Probetas de Hormigón

Tabla 94. Grado de madurez del software Módulo Rotura de Probetas de Hormigón

Código	Característica	Ítems	Promedio (Ci)
C1	Adecuación funcional	4, 5, 5	4.67
C2	Eficiencia del desempeño	3, 5	4.00
C3	Compatibilidad	2	2.00
C4	Usabilidad	4, 4, 4, 5	4.25
C5	Fiabilidad	5, 5, 1	3.67
C6	Seguridad	5, 5, 1	3.67
C7	Mantenibilidad	3, 3	3.00
C8	Portabilidad	3, 3	3.00

$$IGM = \frac{4.67 + 4.00 + 2.00 + 4.25 + 3.67 + 3.67 + 3.00 + 3.00}{8}$$

$$IGM = 3.53$$

Análisis: El módulo de Rotura de Probetas de Hormigonado también se ubica en nivel Avanzado (IGM = 3.53), destacándose por su alta calidad funcional y facilidad de uso. Los resultados revelan que el módulo cumple adecuadamente con los

procedimientos del laboratorio, permitiendo registrar resistencia, carga y fechas de ensayo de forma precisa. La usabilidad también presenta valores superiores, lo que confirma que el personal puede manejar el módulo sin dificultades significativas.

La fiabilidad y seguridad del módulo son aceptables, con mecanismos apropiados para mantener la integridad de los datos y proteger el acceso. Sin embargo, al igual que el módulo anterior, se identifican carencias importantes en compatibilidad (2.00), lo que evidencia una limitada capacidad de intercambio de información con otros procesos del ERP. Además, la mantenibilidad y portabilidad, aunque aceptables, sugieren que la evolución del módulo podría requerir intervenciones adicionales.

En términos generales, el módulo ofrece una base funcional sólida y es usable y confiable, pero necesita mejoras en interoperabilidad para facilitar su integración en un entorno institucional real.

Módulo de Verificación de Equipos Electrónicos

Tabla 95. Grado de madurez del software Módulo Verificación de Equipos Electrónicos

Código	Característica	Ítems	Promedio (Ci)
C1	Adecuación funcional	3, 3, 2	2.67
C2	Eficiencia del desempeño	3, 2	2.50
C3	Compatibilidad	1	1.00
C4	Usabilidad	4, 4, 4, 3	3.75
C5	Fiabilidad	3, 4, 3	3.33
C6	Seguridad	4, 2, 5	3.67
C7	Mantenibilidad	4, 3	3.50
C8	Portabilidad	3, 2	2.50

$$IGM = \frac{2.67 + 2.50 + 1.00 + 3.75 + 3.33 + 3.67 + 3.50 + 2.50}{8}$$

$$IGM = 2.86$$

Análisis: Este es el módulo con el desempeño más bajo, alcanzando el nivel Básico (IGM = 2.86). El análisis evidencia deficiencias significativas en adecuación funcional, eficiencia del desempeño y compatibilidad. Los puntajes reflejan que el registro de equipos no siempre es completo o coherente y que la respuesta del sistema durante consultas o búsquedas puede ser lenta o poco eficiente. La compatibilidad (1.00) destaca como el aspecto más crítico, indicando que este módulo no se integra adecuadamente con los demás componentes del sistema.

A pesar de estas debilidades, se identifican fortalezas importantes en usabilidad (3.75) y mantenibilidad (3.50), lo que indica que, aunque el módulo no opera de manera

óptima, su interfaz es comprensible y su estructura permite aplicar mejoras sin afectar gravemente su funcionamiento.

En síntesis, el módulo requiere una revisión técnica más profunda para corregir limitaciones estructurales, especialmente en interoperabilidad y eficiencia, siendo el componente que más afecta el promedio global del sistema.

Módulo de Control de Actividades de Gerencia Técnica

Tabla 96. Grado de madurez del software Módulo de Control de Actividades de Gerencia Técnica

Código	Característica	Ítems	Promedio (Ci)
C1	Adecuación funcional	5, 4, 4	4.33
C2	Eficiencia del desempeño	3, 4	3.50
C3	Compatibilidad	2	2.00
C4	Usabilidad	4, 3, 5, 4	4.00
C5	Fiabilidad	3, 5, 5	4.33
C6	Seguridad	3, 5, 3	3.67
C7	Mantenibilidad	5, 4	4.50
C8	Portabilidad	4, 4	4.00

$$IGM = \frac{4.33 + 3.50 + 2.00 + 4.00 + 4.33 + 3.67 + 4.50 + 4.00}{8}$$

$$IGM = 3.79$$

Análisis: El módulo de Control de Actividades de Gerencia Técnica presenta el resultado más alto entre los cuatro componentes evaluados, alcanzando un nivel Avanzado ($IGM = 3.79$). Los valores obtenidos evidencian una adecuación funcional destacada, permitiendo registrar, editar y revisar informes de manera precisa y alineada al flujo real del área. La usabilidad (4.00) y la fiabilidad (4.33) confirman que el módulo opera de manera estable y que la presentación de la información es clara y verificable.

Además, este módulo demuestra una mantenibilidad sobresaliente (4.50), lo que facilita la corrección de errores, actualizaciones y ajustes sin generar conflictos con otros componentes. La portabilidad también obtiene valores altos, sugiriendo que el módulo puede adaptarse a cambios futuros sin requerir una reestructuración significativa.

No obstante, se identifican áreas de mejora en compatibilidad (2.00), lo que indica que la interoperabilidad con los otros módulos del ERP aún es limitada. También se observa la necesidad de optimizar ciertos tiempos de respuesta durante la edición de informes.

En conjunto, este módulo constituye la parte más madura del sistema y establece un estándar técnico adecuado para las mejoras de los módulos restantes.

Índice Global del Sistema (IGS)

Tabla 97. Índice Global del Sistema (IGS)

Módulo Evaluado	Índice Global de Madurez (IGM)	Nivel de Madurez
Control de Asentamiento de Hormigón	3.52	Avanzado
Rotura de Probetas	3.53	Avanzado
Control de Equipos	2.86	Básico
Informes Técnicos	3.79	Avanzado

$$IGS = \frac{3.52 + 3.53 + 2.86 + 3.79}{4}$$

$$IGS = 3.43$$

Análisis: El sistema ERP evaluado alcanzó un Índice Global del Sistema (IGS) de 3.43, lo que corresponde al nivel Intermedio dentro de la escala de madurez establecida. Este nivel indica que el prototipo cumple parcialmente con los criterios definidos por el modelo de calidad ISO/IEC 25010, mostrando un desempeño aceptable en la mayoría de sus características, pero aún con aspectos que requieren fortalecimiento antes de ser considerado apto para una implementación institucional.

El resultado global refleja la combinación de tres módulos con niveles Avanzados (Asentamiento, Rotura de Probetas e Informes Técnicos) y un módulo con nivel Básico (Control de Equipos), cuya valoración más baja ejerce un impacto directo en la media global. Los módulos con nivel Avanzado evidencian buena adecuación funcional, alta usabilidad y fiabilidad aceptable, lo que demuestra que el prototipo tiene una base técnica sólida en áreas críticas del proceso. No obstante, el nivel intermedio del sistema revela la presencia de brechas relevantes.

Los valores obtenidos muestran que las fortalezas del ERP se encuentran en la usabilidad, la adecuación funcional y la fiabilidad, aspectos que los usuarios perciben como bien logrados. En contraste, las debilidades principales se concentran en la compatibilidad y la portabilidad, dos características que limitan la capacidad del software para integrarse de manera eficiente con otros procesos del área y adaptarse a futuros requerimientos.

Asimismo, la presencia de un módulo con nivel Básico indica la necesidad de ajustar su estructura interna, optimizar su eficiencia y mejorar su interoperabilidad, ya que estos aspectos afectan la coherencia y consistencia del sistema como unidad.

En términos generales, un IGS de 3.43 sugiere que el sistema se encuentra en un estado funcional aceptable y con un avance significativo hacia la madurez, pero aún requiere iteraciones adicionales, ajustes técnicos específicos y mejoras orientadas a la integración, trazabilidad y estabilidad operativa. Estos resultados permiten establecer una hoja de ruta clara para optimizar el software en futuras fases de desarrollo, garantizando que su evolución mantenga alineación con los estándares internacionales de calidad de producto.

4.2.1.5.2. Evaluación de la madurez del software propuesto

En el marco de la metodología Extreme Programming (XP), la fase de lanzamiento corresponde al momento en el que el producto desarrollado es sometido a una evaluación orientada a analizar su impacto sobre los procesos para los cuales fue diseñado. En esta investigación, considerando que el sistema ERP constituye una propuesta tecnológica en fase de prototipo funcional, esta fase se enfocó en evaluar el grado de mejora de los procesos institucionales, mediante una comparación entre el escenario antes, caracterizado por la ejecución manual de los procesos, y el escenario después, en el que dichos procesos son apoyados por el uso del ERP.

Para realizar esta evaluación se utilizó como marco de referencia el modelo de calidad del producto de software definido en la norma ISO/IEC 25010, considerando las características de adecuación funcional, eficiencia del desempeño, compatibilidad, usabilidad, fiabilidad, seguridad, mantenibilidad y portabilidad. Estas dimensiones permitieron analizar de manera estructurada cómo el uso del ERP contribuye a optimizar la ejecución de los procesos, reducir tiempos operativos, mejorar el control de la información y facilitar la adaptación a nuevos requerimientos institucionales. La estructura conceptual adoptada se fundamenta en el trabajo de Peters & Aggrey (2020), quienes destacan la utilidad del modelo ISO/IEC 25010 como instrumento de análisis comparativo para evaluar mejoras en sistemas de software contemporáneos.

Durante esta fase se aplicó una encuesta comparativa antes–después, conformada por 20 ítems, distribuidos en las ocho características definidas por el modelo de calidad. Cada ítem fue valorado mediante una escala Likert de cinco niveles (1 a 5), lo que permitió obtener puntajes tanto para el escenario manual como para el escenario con ERP. Este procedimiento permitió calcular promedios por característica y, posteriormente, establecer un grado de mejora global del sistema,

identificando los principales avances y oportunidades de mejora para futuras iteraciones del desarrollo.

4.2.1.5.2.1. Métricas y fórmulas aplicadas

Con el fin de garantizar una evaluación cuantitativa objetiva, se definieron métricas específicas para el cálculo del grado de mejora, basadas en los puntajes obtenidos en la encuesta aplicada. Estas métricas permiten sintetizar los resultados por característica y, a su vez, obtener una medición global del impacto del ERP sobre los procesos institucionales.

Cálculo del promedio por característica (C_i)

Esta métrica representa el desempeño promedio de cada característica evaluada, considerando el número de ítems que la conforman:

$$C_i = \frac{\sum \text{Puntaje de los ítems}}{N_i}$$

Donde:

- C_i es el promedio de la característica i .
- N_i corresponde al número de ítems asociados a dicha característica.

Complemento metodológico: El promedio por característica permite reducir la dispersión propia de los ítems individuales y consolidar una medición más estable por dimensión, facilitando la comparación entre el escenario manual y el escenario con ERP.

Cálculo del grado de mejora por característica

El grado de mejora por característica se obtiene como la diferencia entre el promedio alcanzado después del uso del ERP y el promedio correspondiente al escenario manual:

$$\Delta C_i = C_{i \text{ Después}} - C_{i \text{ Antes}}$$

Este valor permite identificar si la implementación del ERP generó mejoras, estabilidad o cambios marginales en cada dimensión evaluada.

Complemento metodológico: Valores positivos reflejan una mejora percibida tras el uso del ERP; valores cercanos a cero indican estabilidad del proceso; mientras que valores negativos evidenciarían deterioro, lo cual sería considerado una alerta de ajuste.

Cálculo del grado de mejora global del sistema

Para determinar el impacto general del ERP sobre los procesos institucionales, se calculó el promedio global de todos los ítems evaluados en cada escenario y se obtuvo la diferencia entre ambos valores:

$$\Delta_{Global} = \overline{Después} - \overline{Antes}$$

Esta métrica resume el efecto agregado del sistema sobre el conjunto de procesos analizados.

Complemento metodológico: La métrica global se fundamenta en la suma total de los puntajes de los 20 ítems. Al promediar la suma total en cada escenario, se obtiene un indicador comparativo general que representa el desempeño percibido de los procesos antes y después de la intervención tecnológica.

4.2.1.5.2.2. Criterios, métrica e interpretación para la Evaluación del Grado de Mejora

Las características evaluadas corresponden a las definidas por la norma ISO/IEC 25010 y se operacionalizaron de acuerdo con la estructura de la encuesta aplicada. Cada característica representa una dimensión específica del impacto del ERP sobre la ejecución de los procesos institucionales.

Tabla 98. Características de calidad del proceso evaluadas según la norma ISO/IEC 25010

Código	Característica	Descripción	N.º ítems
C1	Adecuación funcional	Capacidad del proceso para cumplir correctamente las funciones requeridas.	3
C2	Eficiencia del desempeño	Optimización del tiempo y reducción de demoras operativas.	2
C3	Compatibilidad	Capacidad del proceso para integrarse con otros procesos institucionales.	1
C4	Usabilidad	Facilidad de aprendizaje, uso y comprensión del proceso.	4
C5	Fiabilidad	Estabilidad del proceso y consistencia de la información.	3
C6	Seguridad	Protección de la información y control de accesos.	3
C7	Mantenibilidad	Facilidad para realizar ajustes y mejoras al proceso.	2
C8	Portabilidad	Capacidad de adaptación a nuevos requerimientos.	2
Total			20

Interpretación del grado de mejora: Para interpretar los valores calculados se estableció la siguiente escala, la cual permite categorizar el impacto del ERP por característica y a nivel global.

Tabla 99. Escala de interpretación del grado de mejora del proceso

Rango	Nivel	Interpretación
0.00 – 0.50	Mejora baja	Cambios mínimos respecto al proceso manual.
0.51 – 1.50	Mejora media	Mejoras perceptibles en la ejecución del proceso.
1.51 – 2.50	Mejora alta	Optimización significativa del proceso.
> 2.50	Mejora muy alta	Transformación sustancial del proceso.

4.2.1.5.2.3. Resultados de la evaluación del grado de mejora

Los resultados obtenidos en la encuesta reflejan el desempeño percibido de los procesos institucionales tanto en el escenario manual (antes) como en el escenario apoyado por el ERP (después).

Tabla 100. Comparación de resultados antes y después de la implementación del ERP por ítem de calidad

Código	Característica	Antes	Después
C1.1	Adecuación funcional	5	5
C1.2	Adecuación funcional	5	5
C1.3	Adecuación funcional	5	5
C2.1	Eficiencia del desempeño	4	5
C2.2	Eficiencia del desempeño	3	5
C3.1	Compatibilidad	4	5
C4.1	Usabilidad	3	5
C4.2	Usabilidad	5	5
C4.3	Usabilidad	5	5
C4.4	Usabilidad	3	5
C5.1	Fiabilidad	4	4
C5.2	Fiabilidad	3	5
C5.3	Fiabilidad	3	4
C6.1	Seguridad	4	5
C6.2	Seguridad	4	5
C6.3	Seguridad	5	5
C7.1	Mantenibilidad	2	4
C7.2	Mantenibilidad	2	4
C8.1	Portabilidad	1	5
C8.2	Portabilidad	1	4
Total		71	95

Análisis: Se observa que en el escenario manual existen valores bajos concentrados en mantenibilidad (2, 2) y portabilidad (1, 1), lo que evidencia dificultades para ajustar los procesos y adaptarlos a nuevos requerimientos sin apoyo tecnológico. En contraste, en el escenario con ERP los valores se concentran en niveles altos (4 y 5), lo

que sugiere una mejora generalizada y una mayor estandarización en la ejecución de los procesos.

4.2.1.5.2.4. Cálculo del grado de mejora por característica

A partir de los puntajes por ítem, se calcularon los promedios por característica en ambos escenarios ($C_{i \text{ Antes}}$ y $C_{i \text{ Después}}$) y su correspondiente diferencia (ΔC_i).

Tabla 101. Promedios por característica y grado de mejora

Código	Característica	Ci Antes	Ci Después	Grado de mejora	Nivel
C1	Adecuación funcional	5.00	5.00	0.00	Baja
C2	Eficiencia del desempeño	3.50	5.00	1.50	Media
C3	Compatibilidad	4.00	5.00	1.00	Media
C4	Usabilidad	4.00	5.00	1.00	Media
C5	Fiabilidad	3.33	4.33	1.00	Media
C6	Seguridad	4.33	5.00	0.67	Media
C7	Mantenibilidad	2.00	4.00	2.00	Alta
C8	Portabilidad	1.00	4.50	3.50	Muy alta

Ejemplo de cálculo aplicado:

Para C7 (mantenibilidad), el promedio Antes se obtuvo de $(2+2)/2=2.00$ y el promedio Después de $(4+4)/2=4.00$. Por tanto, el grado de mejora es $4.00-2.00=2.00$, categorizado como mejora alta. Este procedimiento se aplicó de forma equivalente para cada característica.

4.2.1.5.2.5. Cálculo del grado de mejora global

La suma total de los puntajes obtenidos en los 20 ítems evaluados fue de 71 puntos en el escenario manual y 95 puntos en el escenario con ERP. Estos valores se utilizaron para calcular el promedio global de cada escenario dividiendo para el total de ítems.

Detalle de cálculo (sustento de 71 y 95):

- Total Antes (71): suma de los 20 valores "Antes" registrados en la Tabla 95.
- Total Después (95): suma de los 20 valores "Después" registrados en la Tabla 95.

Promedio global – Escenario Antes

$$\overline{\text{Antes}} = \frac{71}{20} = 3,55$$

Promedio global – Escenario Después

$$\overline{\text{Después}} = \frac{95}{20} = 4,75$$

Grado de mejora global

$$\Delta_{Global} = 4,75 - 3,55$$

$$\Delta_{Global} = 1,20$$

De acuerdo con la escala de interpretación definida, este resultado corresponde a un nivel de mejora media.

Análisis: El resultado global confirma que el ERP incrementa el desempeño percibido de los procesos institucionales en promedio 1,20 puntos sobre una escala de cinco niveles, reflejando una mejora consistente sin llegar aún al máximo potencial de optimización.

4.2.1.5.2.6. Equivalencia del grado de mejora en términos porcentuales

Con el fin de facilitar la interpretación del impacto alcanzado, el grado de mejora global fue expresado también en términos porcentuales. Dado que la escala Likert utilizada presenta un rango máximo de variación de 4 puntos (de 1 a 5), este valor representa el incremento máximo teórico posible entre el escenario manual y el escenario con ERP.

La conversión se realizó mediante la siguiente expresión:

$$Mejora (\%) = \frac{\Delta_{Global}}{4} \times 100$$

Aplicando los valores obtenidos:

$$Mejora (\%) = \frac{1,20}{4} \times 100$$

$$Mejora (\%) = 30\%$$

Este porcentaje indica que el ERP permitió alcanzar aproximadamente un 30 % del máximo potencial de mejora posible, evidenciando un impacto positivo y medible sobre la calidad percibida de los procesos institucionales. No obstante, el resultado también señala la existencia de oportunidades de mejora adicionales que pueden ser abordadas en futuras iteraciones del desarrollo.

Complemento analítico: Expresar el resultado en porcentaje permite comprender el impacto como una proporción del rango total de mejora disponible. En este sentido, el 30 % representa un avance relevante para una primera iteración de implementación, especialmente considerando que algunas características (como

C1) ya se encontraban en valores óptimos antes de la digitalización, lo que reduce el margen de mejora posible en esa dimensión.

4.2.1.5.2.7. Análisis del grado de mejora e impacto institucional

Los resultados obtenidos evidenciaron que el uso del ERP generó mejoras significativas en la ejecución de los procesos institucionales, reflejadas en incrementos positivos en todas las características evaluadas. En términos globales, el sistema pasó de un promedio de 3.55 en el escenario manual a 4.75 con el uso del ERP, lo que representó un grado de mejora global de 1.20, correspondiente a un nivel de mejora media. Este resultado equivalió a un incremento aproximado del 30 % en la calidad percibida de los procesos, en comparación con el modelo de ejecución manual.

A nivel de características, destacó especialmente la portabilidad (C8), la cual presentó un grado de mejora muy alto ($\Delta = 3,50$). Este comportamiento indicó que el ERP dotó a la Dirección de una mayor capacidad de adaptación a nuevos requerimientos institucionales, superando las limitaciones observadas en el escenario manual y facilitando la evolución de los procesos sin requerir reestructuraciones complejas.

De igual manera, la mantenibilidad (C7) evidenció una mejora alta ($\Delta = 2$), lo que reflejó una mayor facilidad para realizar ajustes y correcciones de manera ágil, favoreciendo la identificación del origen de errores y reduciendo el impacto de los cambios sobre el funcionamiento general de los procesos. En conjunto, estas mejoras se asociaron con una mayor eficiencia operativa y una gestión más controlada y flexible.

Las características de eficiencia del desempeño (C2), compatibilidad (C3), usabilidad (C4), fiabilidad (C5) y seguridad (C6) presentaron mejoras de nivel medio, evidenciando avances consistentes en la reducción de tiempos operativos, la facilidad de uso del proceso, la estabilidad de la información y el fortalecimiento de los mecanismos de control frente al escenario manual. Estos resultados mostraron que el ERP contribuyó a estandarizar la ejecución de los procesos y a disminuir las variaciones operativas propias del modelo manual.

En cuanto a la adecuación funcional (C1), se observó que el ERP mantuvo un nivel óptimo (5,00) tanto antes como después de su uso, lo que indicó que la transición hacia un entorno digital no comprometió la integridad ni la completitud de la

información requerida por el área, sino que permitió formalizar y consolidar un desempeño que ya era adecuado en el proceso manual.

Finalmente, aunque la seguridad (C6) presentó una mejora de nivel medio, el análisis permitió identificar oportunidades de fortalecimiento en los mecanismos de trazabilidad y auditoría interna, particularmente en la identificación de responsables de los registros, aspecto relevante para reforzar el control institucional del sistema.

En conjunto, el análisis del grado de mejora permitió caracterizar el impacto del ERP sobre la ejecución de los procesos institucionales, evidenciando avances relevantes en términos de adaptabilidad, mantenibilidad y eficiencia operativa, así como áreas susceptibles de mejora que podrán ser abordadas en etapas posteriores del desarrollo.

4.3. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el desarrollo del sistema ERP para la Dirección de Consultoría y Proyectos permiten valorar su contribución frente a los objetivos planteados y contrastarlos con la literatura y antecedentes institucionales. La evidencia levantada mediante encuestas de madurez, entrevistas y observación directa demuestra que los módulos desarrollados Asentamiento de Hormigonado, Rotura de Probetas, Control de Equipos y Control de Actividades de Gerencia Técnica responden directamente a la necesidad detectada en la organización: superar procesos manuales, dispersos y con baja trazabilidad, situación que ya había sido identificada en investigaciones internas de UPEC CREATIVA EP.

En primer lugar, los resultados concuerdan con lo reportado por Leyton & Rodríguez (2022) en el Sistema Integrado para el CEC de UPEC Creativa EP, donde se evidenció que los procesos manuales generaban pérdida de información, duplicidad de tareas y falta de control institucional. En el caso del presente ERP, los usuarios confirmaron problemas similares: retrasos en reportes, ausencia de un repositorio central y dificultad para verificar evidencias técnicas. Esto demuestra que la problemática es consistente en distintas áreas de la empresa pública y que la implementación de sistemas integrados constituye una necesidad transversal.

Asimismo, los hallazgos coinciden con investigaciones que analizan el impacto de los ERP en organizaciones. El estudio ERP Adoption and Organizational Performance destaca que la adopción de un ERP incrementa la productividad, centraliza la información y mejora la toma de decisiones, siempre que exista alineación con los

procesos reales de la institución. En la presente investigación, la evaluación de madurez por característica (ISO 25010) evidencia que los módulos propuestos alcanzan niveles altos en adecuación funcional, uso eficiente del desempeño y usabilidad, lo que reafirma los beneficios descritos en la literatura.

Al contrastar los resultados con la tesis Sistema ERP para la gestión de mantenimiento Conauto C.A. (2021), se observa que ambas investigaciones reportan mejoras significativas en la trazabilidad y la automatización de registros técnicos. En el caso de Conauto, el ERP permitió eliminar fallos producidos por el registro manual; de manera similar, en el presente estudio los técnicos afirmaron que el módulo de rotura de probetas reduce errores en el ingreso de datos y facilita la verificación de cumplimiento de normas ASTM. Esto muestra correspondencia metodológica y técnica con investigaciones previas sobre ERP en áreas operativas.

También existe alineación con los hallazgos del Sistema Cloud ERP para asociaciones universitarias de Verduga (2024), donde se reportó que la centralización, los roles de usuario y los mecanismos de seguridad fortalecen la disponibilidad e integridad de la información. El ERP propuesto para la Dirección de Consultoría y Proyectos integra controles por credenciales, almacenamiento estructurado y reportes automáticos, aspectos que en ambos estudios se identifican como determinantes para reducir vulnerabilidades y mejorar la eficiencia institucional.

En relación con los factores críticos de éxito, el artículo Fatores críticos de sucesso na implementação de ERP cloud em PMEs señala que la simplicidad de uso, la adaptación al proceso real y la formación del personal son variables que influyen en la adopción. La discusión de los resultados demuestra que, aunque el sistema obtuvo altos puntajes de madurez, persisten desafíos en compatibilidad e interoperabilidad, especialmente para integrarse en el futuro con otros sistemas institucionales. Esto concuerda con el estudio mencionado, que advierte que la madurez inicial de un ERP no garantiza una implementación sin barreras si no existe planificación integradora.

Por otro lado, comparando los resultados con la tesis Implementación de un ERP en Plural JID (2019), se observa una diferencia significativa: mientras aquella investigación reportó resistencia al cambio y baja capacitación, en la presente investigación los usuarios expresaron disposición positiva hacia el sistema y reconocieron mejoras en tiempo de respuesta y claridad de la interfaz. Esto indica

que, en este caso, el modelo evolutivo basado en XP favoreció la aceptación temprana al permitir retroalimentación continua y demostraciones funcionales durante el desarrollo.

Finalmente, los resultados obtenidos no contradicen investigaciones previas, sino que las complementan y las extienden al contexto específico de una empresa pública universitaria dedicada a la construcción y consultoría técnica. Mientras algunos estudios se centraron en procesos académicos, administrativos o financieros, esta investigación aporta evidencia en un campo menos explorado: la gestión técnica de obras, ensayos de laboratorio y control de actividades. Se demuestra que un ERP puede adaptarse de manera eficaz a procesos altamente operativos, logrando estandarizar procedimientos, mejorar la trazabilidad y establecer bases para una futura integración institucional más amplia.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La interpretación de los procesos de calidad, gerencia técnica y electrónico y control de la unidad de Fiscalización permitió identificar que el uso de procedimientos manuales y herramientas de ofimática básica limita la integración de la información y la trazabilidad de los procesos. Estas condiciones generan duplicidad de registros, retrasos y dificultades en el seguimiento de los proyectos, evidenciando la necesidad de definir requerimientos claros y estructurar los flujos de trabajo institucionales.
- El análisis de los sistemas de Planificación de Recursos Empresariales disponibles permitió determinar que Odoo es el software ERP más adecuado para la Dirección de Consultoría y Proyectos de UPEC CREATIVA EP. Su condición de software de código abierto, junto con su modularidad y compatibilidad con tecnologías como Python y PostgreSQL, facilita el desarrollo de módulos personalizados y responde a las necesidades institucionales, superando las limitaciones de integración y dependencia tecnológica presentes en otras soluciones.
- La propuesta de una solución tecnológica basada en un ERP permitió diseñar módulos orientados a mejorar los procedimientos de asentamiento de hormigonado, rotura de probetas, verificación de equipos electrónicos y control de actividades. Esta propuesta contribuye a la centralización de la información, mejora la trazabilidad de los procesos y apoya el seguimiento de las tareas administrativas y operativas de la unidad de Fiscalización.
- La propuesta del Software de Planificación de Recursos Empresariales basado en Odoo permite mejorar la eficiencia y organización de los procesos de construcción, fiscalización y consultorías de obras de la Dirección de Consultoría y Proyectos de UPEC CREATIVA EP. El sistema propuesto representa una alternativa viable para reducir el uso de procedimientos manuales y fortalecer la gestión interna de la institución.

- El sistema ERP propuesto no se limita a automatizar actividades, sino que plantea una reorganización de los procesos internos, orientada a reducir problemas asociados a la pérdida de información, la duplicidad de datos y la falta de seguimiento. De esta manera, la propuesta responde directamente a la problemática identificada y establece una base para la mejora continua de la gestión institucional.
- La evaluación del prototipo del sistema, realizada mediante la norma ISO/IEC 25010, determinó un Índice Global de Madurez de 3.43, considerado adecuado para una solución propuesta en etapa inicial. Asimismo, el análisis del grado de mejora global evidenció un incremento promedio de 1.20 puntos en el desempeño percibido de los procesos, pasando de 3.55 en el escenario manual a 4.75 en el escenario propuesto con ERP, lo que corresponde a un nivel de mejora media según la escala de interpretación definida.

Expresado en términos porcentuales, este resultado representa aproximadamente un 30 % del máximo potencial de mejora posible. Este valor confirma que la solución tecnológica propuesta genera un impacto positivo y medible en la calidad percibida de los procesos institucionales, aunque también evidencia la existencia de oportunidades de mejora que pueden ser abordadas en futuras iteraciones del diseño del sistema.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar una estrategia integral de gestión del cambio organizacional, que asegure una comunicación clara sobre los beneficios del ERP, incorpore espacios para resolver dudas de los usuarios y establezca mecanismos permanentes de retroalimentación. Esta estrategia debe favorecer la motivación institucional y fortalecer el compromiso de los equipos durante el proceso de adopción tecnológica.
- Es recomendable desarrollar un programa de capacitación continua diferenciada por roles, orientado a garantizar que todos los usuarios comprendan adecuadamente el uso del sistema. La formación debe incluir el manejo de nuevas funcionalidades, la disponibilidad de documentación técnica y un repositorio centralizado de guías y manuales que respalde el aprendizaje y reduzca errores operativos.
- Se sugiere realizar una evaluación formal del sistema después de seis meses de operación real, con el propósito de medir el desempeño del ERP mediante

indicadores como tiempo de elaboración de informes, tasas de error en registros técnicos, cumplimiento de cronogramas y nivel de satisfacción del usuario. Los resultados permitirán orientar mejoras futuras y confirmar la eficacia del software en el entorno institucional.

- Se recomienda fortalecer las capacidades técnicas del personal institucional, impulsando la formación en administración de Odoo, manejo de bases de datos PostgreSQL y conocimientos básicos de Python. La participación en comunidades especializadas y la búsqueda de certificaciones técnicas contribuirán a que la institución pueda asumir de forma autónoma el mantenimiento y evolución del ERP.
- Es aconsejable ampliar progresivamente el alcance del ERP hacia nuevas áreas de gestión, integrando módulos complementarios y mejorando los mecanismos actuales de registro, interacción y control. Esta ampliación permitirá consolidar el sistema como una herramienta de apoyo estratégico para la Dirección de Consultoría y Proyectos.
- Finalmente, se recomienda fortalecer los aspectos que obtuvieron menor puntuación en la evaluación del grado de madurez, particularmente la compatibilidad, seguridad y mantenibilidad del software. Mejorar estas características incrementará la robustez del sistema y facilitará su futura implementación en un entorno de producción.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulkareem, S. A., & Abboud, A. J. (2021). Evaluating Python, C++, JavaScript and Java Programming Languages Based on Software Complexity Calculator (Halstead Metrics). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1076(1), 012046. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1076/1/012046>
- Adekotujo, A., Odumabo, A., Adedokun, A., & Aiyeniko, O. (2020). A Comparative Study of Operating Systems: Case of Windows, UNIX, Linux, Mac, Android and iOS. *International Journal of Computer Applications*, 176(39), 975–8887.
- Alami, A., Krancher, O., & Krancher olik, O. (2022). How Scrum adds value to achieving software quality? *Empirical Software Engineering*. <https://doi.org/10.1007/s10664-022-10208-4>
- Al-Amin, Md., Hossain, Md. T., Islam, Md. J., & Biwas, S. K. (2023). History, Features, Challenges, and Critical Success Factors of Enterprise Resource Planning (ERP) in The Era of Industry 4.0. *European Scientific Journal, ESJ*, 19(6), 31–31. <https://doi.org/10.19044/ESJ.2023.V19N6P31>
- AlLazzawi, A., Yas, Q. M., & Rahmatullah, B. (2023). A Comprehensive Review of Software Development Life Cycle methodologies: Pros, Cons, and Future Directions. *Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics*, 4(4), 173–190. <https://doi.org/10.52866/IJCSM.2023.04.04.014>
- Alkhatib, A., Shaheen, A., & Albustanji, R. N. (2025). A Comparative Analysis of Cloud Computing Services: AWS, Azure, and GCP. *International Journal of Computing and Digital Systems*, 18(1). <https://doi.org/10.12785/ijcds/1571111846>
- AltexSoft. (2023, May 15). *Comparing Database Management Systems: MySQL, PostgreSQL, MSSQL Server, MongoDB, Elasticsearch, and others*. <https://www.altexsoft.com/blog/comparing-database-management-systems-mysql-postgresql-mssql-server-mongodb-elasticsearch-and-others/?referrer>
- Amajuoyi, P., Benjamin, L. B., & Adeusi, K. B. (2024). Optimizing agile project management methodologies in high-tech software development. *GSC Advanced Research and Reviews*, 19(02), 268–274. <https://doi.org/10.30574/gscarr.2024.19.2.0182>
- Amazon Web Services. (2024). *¿Qué es XML? - Explicación del lenguaje de marcado extensible (XML) - AWS*. <https://aws.amazon.com/what-is/xml/>
- Amazon Web Services. (2025). *Welcome to AWS Documentation*. <https://docs.aws.amazon.com/>

- American Society for Testing and Materials. (2024). *Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. https://doi.org/10.1520/C0039_C0039M-23
- Anicas, M., Heidi, E., & Kurup, M. (2025, July 31). *UFW Essentials: Common Firewall Rules and Commands for Linux Security*. <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/ufw-essentials-common-firewall-rules-and-commands?referrer>
- Archana, M., Varadarajan, D. V., & Medicherla, S. S. (2022a). *Study on the ERP Implementation Methodologies on SAP, Oracle NetSuite, and Microsoft Dynamics 365: A Review*. <https://arxiv.org/pdf/2205.02584>
- Archana, M., Varadarajan, D. V., & Medicherla, S. S. (2022b). *Study on the ERP Implementation Methodologies on SAP, Oracle NetSuite, and Microsoft Dynamics 365: A Review*. <https://arxiv.org/pdf/2205.02584>
- Atay, M. (2020). *DEVELOPMENT AND MAINTENANCE OF XML-BASED VERSUS HTML-BASED WEBSITES: A CASE STUDY*.
- Aucapina, R. A. (2023). *Impacto empresarial, post pandemia, implementando el ERP ODOO en Guayaquil*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24066>
- Avantis. (2025, March 5). *SAP Business One, Microsoft Dynamics 365 y NetSuite: ¿Cuál es el mejor ERP para empresas en crecimiento?* https://blog.avantis.mx/sap-business-one-microsoft-dynamics-365-y-netsuite-cual-es-el-mejor-erp-para-empresas-en-crecimiento?utm_source
- Awan, M. T. (2022). Linux vs. Windows: A Comparison of Two Widely Used Platforms. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 4(1), 41–53. <https://doi.org/10.32996/JCSTS.2022.4.1.4>
- Awan, M. T., & Khan, K. (2022). Linux vs. Windows: A Comparison of Two Widely Used Platforms. *AL-KINDI CENTER FOR RESEARCH AND DEVELOPMENT*. <https://doi.org/10.32996/jcsts>
- Bajrami, E., Memeti, A., Idrizi, F., & Memeti, E. (2024). COMPARATIVE ANALYSIS OF SOAP AND REST APIs: SYSTEMATIC REVIEW AND PERFORMANCE EVALUATION WITH PYTHON. *Journal of Natural Sciences and Mathematics of UT-JNSM*, 9(17–18), 228–243. <https://doi.org/10.62792/ut.jnsm.v9.i17-18.p2818>
- Balić, A., Turulja, L., Kuloglija, E., & Pejić-Bach, M. (2022). ERP Quality and the Organizational Performance: Technical Characteristics vs. Information and Service. *Information* 2022, Vol. 13, Page 474, 13(10), 474. <https://doi.org/10.3390/INFO13100474>
- Barbieri, L. M., & Sott, M. K. (2025). Fatores críticos de sucesso na implementação de ERP cloud em PMEs: Um estudo de caso em organizações brasileiras. *REGEPE Entrepreneurship and Small Business Journal*, 14, e2463. <https://doi.org/10.14211/regepe.esbj.e2463>

- Barna, L. E. L., Ionescu, B. Ștefan, & Ionescu-Feleagă, L. (2021). The Relationship between the Implementation of ERP Systems and the Financial and Non-Financial Reporting of Organizations. *Sustainability* 2021, Vol. 13, Page 11566, 13(21), 11566. <https://doi.org/10.3390/SU132111566>
- Beillahi, S. M., Bouajjani, A., Enea, C., & Lahiri, S. (2022). *Automated Synthesis of Asynchronizations*.
- Belson, B., Holdsworth, J., Xiang, W., & Philippa, B. (2019). A survey of asynchronous programming using coroutines in the internet of things and embedded systems. *ACM Transactions on Embedded Computing Systems*, 18(3). <https://doi.org/10.1145/3319618>
- Bitew Aniley, D., Alemneh Jalew, E., & Abeba Agegnehu, G. (2024). Selection of Software Development Life Cycle Models using Machine Learning Approach. *International Journal of Computer Applications*, 186(42), 975–8887.
- Bizagi. (2025). *Plataforma de Bizagi en la nube*. https://help.bizagi.com/platform/es/index.html?get_started.html
- Blake, H. (2025, June). *Oracle vs. PostgreSQL: Key Architectural Differences and Compatibility Considerations*. https://www.researchgate.net/publication/392591058_Oracle_vs_PostgreSQL_Key_Architectural_Differences_and_Compatibility_Considerations?referrer
- Bodke, N., Fatima Baig, K., Maurya, A., & Hatekar, A. (2025). Navigating Project Management: A Comparative Analysis of Agile, Waterfall, and Hybrid Methodologies. *International Research Journal of Engineering and Technology*. www.irjet.net
- Boras, M., Balen, J., & Vdovjak, K. (2020). *Performance Evaluation of Linux Operating Systems*. Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek.
- Borra, P. (2024). Comparison and Analysis of Leading Cloud Service Providers (AWS, Azure and GCP). *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET)*, 15(3), 266–278. https://www.researchgate.net/publication/381157365_COMPARISON_AND_ANALYSIS_OF_LEADING_CLOUD_SERVICE_PROVIDERS_AWS_AZURE_AND_GCP
- Canonical Group Ltd. (2026a). *System requirements - Ubuntu Server documentation*. <https://documentation.ubuntu.com/server/reference/installation/system-requirements/?referrer>
- Canonical Group Ltd. (2026b). *Ubuntu Server*.
- Carpio-Talleux, alNHOA. (2025, November 12). *Odoo o Microsoft Dynamics: el duelo de los ERP para una gestión empresarial óptima*. https://www.appvizer.es/revista/organizacion-planificacion/sistema-erp/odoo-vs-microsoft-dynamics?utm_source

- Casarrubias, C., Larios, E., Toxqui, M., Romero, J., & Soriano, J. (2025). SIGNIFICANCE OF USING, IMPLEMENTING OR DEVELOPING ERP AND MRP BASED OFFICE SOFTWARE IN PUEBLA MSMEs TRADE OPERATIONS BY 2025. NEYART. <https://doi.org/10.61273/neyart.v1i2.105>
- CFO READY. (2025, August 1). *Comparativo de ERPs: Odoo vs SAP vs Microsoft Dynamics 365 - cfo ready*. https://cfo-ready.com/comparativo-erps-odoo-sap-dynamics-365/?utm_source
- Chinta, U., Jain, S., & Pandian, K. G. (2023). *A Comparative Study of Agile, Iterative, and Waterfall SDLC Methodologies in Salesforce Implementations*. www.ijnrd.org
- Choina, M., & Skublewska-Paszkowska, M. (2022). Performance analysis of relational databases MySQL, PostgreSQL and Oracle using Doctrine libraries. *Journal of Computer Sciences Institute*, 24, 250–257. <https://doi.org/10.35784/JCSI.3000>
- Ciurumelea, A., Alexandru, C. V., Gall, H. C., & Proksch, S. (2023a). Completing Function Documentation Comments Using Structural Information. *Empirical Software Engineering*, 28(4). <https://doi.org/10.1007/S10664-022-10284-6>
- Ciurumelea, A., Alexandru, C. V., Gall, H. C., & Proksch, S. (2023b). Completing Function Documentation Comments Using Structural Information. *Empirical Software Engineering*, 28(4). <https://doi.org/10.1007/S10664-022-10284-6>
- ClefinCode. (2025, June 6). *Comparative Analysis of Leading ERP Systems (2025 Edition)*. <https://clefincode.com/blog/global-digital-vibes/en/comparative-analysis-of-leading-erp-systems-2025-edition?referrer>
- Crespo, E., Astudillo-Rodríguez, C., Chica-Contreras, G., & Vásquez-Aguilera, A. (2023). Technology Acceptance Model of ERP software in Small Business: A Systematic Literature review. *Enfoque UTE*, 14(1). <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.884>
- CubePath. (2026, January 11). *Ubuntu vs Debian vs CentOS vs Rocky Linux*. <https://cubepath.com/docs/gu%C3%ADa-de-comparaci%C3%B3n/ubuntu-vs-debian-vs-centos-vs-rocky-linux?referrer>
- Dahule, P. (2023). The Strategic Impact of Project Management and Kanban in Enhancing Data Analysis Efficiency. *The Eastasouth Journal of Information System and Computer Science*, 1(02), 118–125. <https://doi.org/10.58812/ESISCS.V1I02.494>
- Darlami Magar, B. (2025). *COMPARATIVE STUDY OF AGILE METHODOLOGIES: SCRUM, KANBAN, AND EXTREME PROGRAMMING (XP)*.
- De León, C. H., & Gutiérrez, L. (2025). Criterios principales para la elección entre un sistema de gestión de relaciones con el cliente (CRM) o un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) para mipymes en Latinoamérica Key criteria for choosing between a customer relationship ma.... *Pag*, 163(04). <https://doi.org/10.48082/espacios-a25v46n04p16>
- Debian. (2025). *Debian -- Documentación*. <https://www.debian.org/doc/>

- Delone, W. H., & Mclean, E. R. (2003). The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. *Information Systems Research, Journal of Management Information Systems*, 19(4), 9–30.
- Demirağ, A., & Ünal, C. (2023). Analysis and Comparison of Waterfall Model and Agile Approach in Software Projects. *Academic Journal of Information Tecnology*. <https://doi.org/10.5824/ajite.2023.03.002.x>
- Diansyah, A. F., Rahman, M. R., Handayani, R., Nur Cahyo, D. D., & Utami, E. (2023). Comparative Analysis of Software Development Lifecycle Methods in Software Development: A Systematic Literature Review. *International Journal of Advances in Data and Information Systems*, 4(2), 97–106. <https://doi.org/10.25008/IJADIS.V4I2.1295>
- Diego, S. J., Fuentes, I., José, A., & Quiña, M. (2024). *Comparación de la eficacia entre tres metodologías ágiles en el desarrollo de software basada en el estándar de la ISO/IEC 25022*.
- DigitalOcean. (2023, August 16). *Comparing AWS, Azure, GCP* | DigitalOcean. <https://www.digitalocean.com/resources/articles/comparing-aws-azure-gcp?referrer#use-cases-for-aws-vs-azure-vs-gcp>
- DigitalOcean. (2025). *DigitalOcean Docs* | DigitalOcean Documentation. <https://docs.digitalocean.com/>
- Dwyer, T. (2021, September 2). *HTML as a Declarative Language* | Good Times Paradigms. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5226210>
- Dymora, P., & Paszkiewicz, A. (2020). Performance Analysis of Selected Programming Languages in the Context of Supporting Decision-Making Processes for Industry 4.0. *Applied Sciences* 2020, Vol. 10, Page 8521, 10(23), 8521. <https://doi.org/10.3390/APP10238521>
- ECMA. (2025, December 4). *ECMAScript® 2026 Language Specification*. <https://tc39.es/ecma262/>
- Egdair, I., Hachicha, M., Samedia, A. A., & Rajemi, M. F. (2024). Enterprise Resource Planning Adoption and Organizational Performance: An Investigated Study in Libyan Public Organizations Using Structural Equation Modeling. *Open Journal of Business and Management*, 12(5), 2927–2948. <https://doi.org/10.4236/OJBM.2024.125150>
- Ekren, N., Sensoy, M., & Akinci, T. C. (2025). Smart Buildings Using Web of Things with .NET Core: A Framework for Inter-Device Connectivity and Secure Data Transfer. *Information* 2025, Vol. 16, Page 123, 16(2), 123. <https://doi.org/10.3390/INFO16020123>
- ElevatiQ. (2023). *ERP SELECTION THE ULTIMATE GUIDE* (ElevatiQ, Ed.). <https://www.elevatiq.com/guides-and-reports/erp-selection-guide/>

- Engkus. (2025). The impact of digital transformation on public sector organizational commitment: A case study of public management practices. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 9(2), 2256–2269. <https://doi.org/10.55214/25768484.v9i2.5062>
- EnterpriseDB Corporation. (2026a). *Comparative Analysis of Postgres Database Providers: EDB & Others*. <https://www.enterprisedb.com/postgres-database-provider-comparative-analysis?referrer>
- EnterpriseDB Corporation. (2026b). *Enterprise Data Security & Compliance in PostgreSQL - EDB*. <https://www.enterprisedb.com/data-security-compliance-postgresql-enterprises?referrer>
- Galbraith, J. R. (1974). ORGANIZATION DESIGN: AN INFORMATION PROCESSING VIEW. *Interfaces*, 4(3). <https://jaygalbraith.com/wp-content/uploads/2024/03/infoprocess1974.pdf>
- Gbli Tetteh, S. (2024). Empirical Study of Agile Software Development Methodologies: A Comparative Analysis. *Asian Journal of Research in Computer Science*, 17(5), 30–42. <https://doi.org/10.9734/AJRCOS/2024/v17i5436>
- Gómez-Llanaez, C. Y., Diaz-Leal, N. R., & Angarita-Sanguino, C. R. (2020). A comparative analysis of the ERP tools, Odoo and Openbravo, for business management. *Aibi, Revista de Investigacion Administracion e Ingenierias*, 8(3), 145–153. <https://doi.org/10.15649/2346030X.789>
- Google Cloud. (2025). *Documentación de Google Cloud | Documentation*. <https://cloud.google.com/docs?hl=es>
- Government Accountability Office. (2023). *Agile Assessment Guide: Best Practices for Adoption and Implementation*.
- Gurung, G., Shah, R., & Jaiswal, D. P. (2020). *Software Development Life Cycle Models- A Comparative Study*. <https://doi.org/10.32628/CSEIT206410>
- Hernández-Sampieri, Roberto., & Mendoza, C. Paulina. (2023). *Metodología de la investigación : las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Hossain, M. I. (2023). Software Development Life Cycle (SDLC) Methodologies for Information Systems Project Management. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 5(5). <https://doi.org/10.36948/IJFMR.2023.V05I05.6223>
- HouseBlend. (2025). *ERP Comparison: NetSuite vs. SAP, Dynamics, QuickBooks, Oracle*. <https://www.houseblend.io/articles/netsuite-erp-comparison-guide>
- Hustad, E., & Stensholt, J. (2023). Customizing ERP-systems: A framework to support the decision-making process. *Procedia Computer Science*, 219, 789–796. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2023.01.352>
- IBM. (2025). *What is the Software Development Lifecycle (SDLC)? | IBM*. <https://www.ibm.com/think/topics/sdlc>

- iCodeBees. (2025, September 28). *Cloud Hosting for Magento: AWS vs Google Cloud vs Azure vs DigitalOcean – Which is Better?* <https://www.icodebees.com/cloud-hosting-for-magento-aws-vs-google-cloud-vs-azure-vs-digitalocean-which-is-better/?referrer>
- Idris, M., Idris Isma, A., Ibrahim, M., Isah Abubakar, A., & Umar Diggins, M. (2022). *A Comparative Study of Operating Systems: Case of Windows, Mac and Linux*. www.sjournalaed.org.ng
- Jacobs, D. M., & Kabaso, B. (2025). Enhancing Enterprise Resource Planning: an Empirical Analysis of Feature Utilisation and Competitive Advantage in Small-and Medium-Sized Enterprises. *Southern African Journal of Entrepreneurship and Small Business Management*, 17(1), 1–10. <https://doi.org/10.4102/SAJESBM.V17I1.956>
- Jain, S., Jotwani, D., & Agrawal, S. (2024a). Comparative Analysis of Agile Frameworks: Evaluating their Impact on Software Development Lifecycle Efficiency. In *Original Research Paper International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering IJISAE* (Vol. 2024, Issue 23s). www.ijisae.org
- Jain, S., Jotwani, D., & Agrawal, S. (2024b). Comparative Analysis of Agile Frameworks: Evaluating their Impact on Software Development Lifecycle Efficiency. In *Original Research Paper International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering IJISAE* (Vol. 2024, Issue 23s). www.ijisae.org
- Jaiswal, A., & Nikum, N. (2025). A COMPREHENSIVE STUDY OF RED HAT ENTERPRISE LINUX (RHEL): SYSTEM ADMINISTRATION, SECURITY, AUTOMATION AND ENTERPRISE DEPLOYMENT. *Www.Irjmets.Com@International Research Journal of Modernization in Engineering*, 580. <https://doi.org/10.56726/IRJMETS86402>
- Janicke, H., Amine Ferrag, M., Aparicio-Navarro, F. J., Bucko, A., Vishi, K., Krasniqi, B., & Rexha, B. (2023). Enhancing JWT Authentication and Authorization in Web Applications Based on User Behavior History. *Computers* 2023, Vol. 12, Page 78, 12(4), 78. <https://doi.org/10.3390/COMPUTERS12040078>
- Jashnani, P., Verrier, J.-F., Weill, K., Ashdown, L., Bednar, T., Beldalker, A., Chien, T., Dilman, M., Dizdar, S., Fisher, W., Fogel, S., Guzman, R., Haisley, S., Hu, W., Hwang, A., Joshi, A., Krishnaswamy, V., Lee, J. W., Moore, V., ... Martinez, S. (2023). *Oracle Database Backup and Recovery Reference*, 21c.
- Jenkins, A. (2025, December 11). *16 Key Benefits of ERP in Construction | NetSuite*. https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/benefits-of-erp-construction-industry.shtml?utm_source
- Juturi, V. P. K. (2024a). Embedded Architecture of SAP S/4 HANA ERP Application. *Universal Journal of Computer Sciences and Communications*, 3(1), 6–9. <https://doi.org/10.31586/UJCSC.2024.899>
- Juturi, V. P. K. (2024b). Universal Evaluation of SAP S/4 Hana ERP Cloud System. *Journal of Artificial Intelligence and Big Data*, 4(1), 14–18. <https://doi.org/10.31586/JAIBD.2024.882>

- Katuu, S. (2020). New Review of Information Networking Enterprise Resource Planning: Past, Present, and Future. *New Review of Information Networking*, 25(1), 37–46. <https://doi.org/10.1080/13614576.2020.1742770>
- Khan, M. Y., & Ab-Rahim, R. (2025). A Conceptual Overview of Enterprise Resource Planning Systems Sin Kit Yeng. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ACADEMIC RESEARCH IN BUSINESS AND SOCIAL SCIENCES*, 15(5). <https://doi.org/10.6007/IJARBSS/v15-i5/25490>
- Khan Mohd, T., Thompson, J., Carmine, A., & Reuter, G. (2022). Comparative Analysis on Various CSS and JavaScript Frameworks. *Journal of Software*. <https://doi.org/10.17706/jsw.17.282-291>
- Kostenko, A. (2024, August 27). *DigitalOcean vs AWS vs Google Cloud in 2025: Which is Best?* <https://spdload.com/blog/digital-ocean-vs-aws-vs-google-cloud/?referrer>
- Lakshminarayan, C. (2025, April 14). *Best Backups For Linux: Top 10 Solutions Compared In 2025*. <https://www.zmanda.com/blog/best-backups-for-linux/?referrer>
- Lee, C., Kim, H. F., & Lee, B. G. (2024). A Systematic Literature Review on the Strategic Shift to Cloud ERP: Leveraging Microservice Architecture and MSPs for Resilience and Agility. *Electronics* 2024, Vol. 13, Page 2885, 13(14), 2885. <https://doi.org/10.3390/ELECTRONICS13142885>
- Leyton, A. D., & Rodríguez, R. A. (2022). *Sistema integrado enfocado a la gestión administrativa del Centro de Educación Continua (CEC) de la Empresa Pública UPEC Creativa EP* (UPEC, Ed.). <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1508>
- Li, X., Ji, X., & He, J. (2024). Modular design and custom development in ERP systems. *Applied and Computational Engineering*, 93(1), 155–160. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/93/20240955>
- Madyatmadja, E. D., Hakim, A. N., & Sembiring, D. J. M. (2021). Performance testing on Transparent Data Encryption for SQL Server's reliability and efficiency. *Journal of Big Data* 2021 8:1, 8(1), 134-. <https://doi.org/10.1186/S40537-021-00520-Z>
- Maharao, C. S. (2022). A COMPARATIVE ANALYSIS OF AGILE, WATERFALL, AND HYBRID METHODOLOGIES IN SOFTWARE PROJECT SUCCESS. *ShodhKosh: Journal of Visual and Performing Arts*, 3(2), 917-926–917–926. <https://doi.org/10.29121/SHODHKOSH.V3.I2.2022.3396>
- Malmi, T., & Brown, D. A. (2008). Management control systems as a package—Opportunities, challenges and research directions. *Management Accounting Research*, 19(4), 287–300. <https://doi.org/10.1016/J.MAR.2008.09.003>
- Mansour, K., Elkhoully, M., Kassem, S., & Fahim, I. (2022). Novel Integrated Framework for ERP Selection and Implementation. *Journal Europeen Des Systemes Automatisés*, 55(6), 787–792. <https://doi.org/10.18280/JESA.550611>

- Medicherla, S. S., & Madabattula, A. (2022). *Study on the ERP Implementation Methodologies on SAP, Oracle NetSuite, and Microsoft Dynamics 365: A Review*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.02584>
- Microsoft. (2012). *Backup and Restore of SQL Server Databases SQL Server 2012 Books Online*.
<http://www.microsoft.com/about/legal/en/us/IntellectualProperty/Trademarks/EN-US.aspx>
- Microsoft. (2024). *Documentación de Windows Server | Microsoft Learn*.
<https://learn.microsoft.com/es-mx/windows-server/>
- Microsoft. (2025a). *Documentation for Visual Studio Code*.
<https://code.visualstudio.com/docs>
- Microsoft. (2025b). *TypeScript: The starting point for learning TypeScript*.
<https://www.typescriptlang.org/docs/>
- Microsoft. (2026). *Find Answers | Microsoft Dynamics 365 Community*.
<https://community.dynamics.com/>
- Morawiec, P., & Sołtysik-Piorunkiewicz, A. (2023). ERP System Development for Business Agility in Industry 4.0—A Literature Review Based on the TOE Framework. *Sustainability* 2023, Vol. 15, Page 4646, 15(5), 4646.
<https://doi.org/10.3390/SU15054646>
- Mossa, Y., Smith, P., & Bland, K. (2025). Reconceptualizing Enterprise Resource Planning (ERP) Systems from a Software Architecture Perspective Using a Framework Based on ERP System Characteristics. *Procedia Computer Science*, 256, 174–189.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.02.110>
- Mountasser, T., & Abdellatif, M. (2023). Digital Transformation in Public Administration: A Systematic Literature Review. *International Journal of Professional Business Review*, 8(10), e02372. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i10.2372>
- Mozilla Developer Network. (2025a). *HTML: HyperText Markup Language | MDN*.
<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML>
- Mozilla Developer Network. (2025b). *JavaScript | MDN*.
<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript>
- Nandha, R. J., & Patel, R. D. (2025). *Linux for Everyone: Can Standardization Drive Mainstream Adoption?* <https://arxiv.org/pdf/2503.23068>
- Neeli, S. (2020, July). *Real-Time Data Management with In-Memory Databases: A Performance-Centric Approach*.
https://www.researchgate.net/publication/391733334_Real-Time_Data_Management_with_In-Memory_Databases_A_Performance-Centric_Approach

- Nour, M. A. (2023). The Impact of ERP Systems on Organizational Performance: The Role of Antecedents and Moderators. *International Journal of Enterprise Information Systems*, 19(1). <https://doi.org/10.4018/IJEIS.329960>
- Obaid Barraood, S., Mohd, H., & Baharom, F. (2021a). A Comparison Study of Software Testing Activities in Agile Methods. <http://www.kmice.cms.net.my/>
- Obaid Barraood, S., Mohd, H., & Baharom, F. (2021b). A Comparison Study of Software Testing Activities in Agile Methods. <http://www.kmice.cms.net.my/>
- Odoo. (2026a). Comunidad | Odoo. <https://www.odoo.com/es/page/community>
- Odoo. (2026b). Packaged installers — Odoo 19.0 documentation. https://www.odoo.com/documentation/19.0/administration/on_premise/packages.html?referrer
- Oliveira, D. de L., Ferreira, E. P. da S., Carneiro, A. de F., Costa, R. F. da, & Porto, W. S. (2015). PROFUTURO: FUTURE STUDIES PROGRAM Information Systems Success In Public Administration: Proposal For An Exploratory Model PROFUTURO: FUTURE STUDIES PROGRAM. *FutureJournal*, 2, 63–94. <https://www.revistafuture.org/FSRJ/article/view/63>
- OpenSSH. (2025, October 10). OpenSSH. <https://www.openssh.org/>
- Oracle. (2025). Downloads – Oracle VirtualBox. <https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads#manual>
- Oracle. (2026a). Cloud Compliance. <https://www.oracle.com/corporate/cloud-compliance/?referrer>
- Oracle. (2026b). Welcome to NetSuite Support Community. <https://community.oracle.com/netsuite/english>
- Oracle Corporation. (2024). Oracle AI Database Documentation - Oracle Database. <https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/>
- Orlov, E. V., Rogulenko, T. M., Smolyakov, O. A., Oshovskaya, N. V., Zvorykina, T. I., Rostanets, V. G., & Dyundik, E. P. (2021a). Comparative Analysis of the Use of Kanban and Scrum Methodologies in IT Projects. *Universal Journal of Accounting and Finance*, 9(4), 693–700. <https://doi.org/10.13189/ujaf.2021.090415>
- Orlov, E. V., Rogulenko, T. M., Smolyakov, O. A., Oshovskaya, N. V., Zvorykina, T. I., Rostanets, V.G., & Dyundik, E. P. (2021b). Comparative Analysis of the Use of Kanban and Scrum Methodologies in IT Projects. *Universal Journal of Accounting and Finance*, 9(4), 693–700. <https://doi.org/10.13189/ujaf.2021.090415>
- Orlov, E. V., Rogulenko, T. M., Smolyakov, O. A., Oshovskaya, N. V., Zvorykina, T. I., Rostanets, V. G., & Dyundik, E. P. (2021c). Nataliya Vladimirovna Oshovskaya, Tatiana Ivanovna Zvorykina, Victor Grigorevich Rostanets, Elena Petrovna Dyundik. *Universal Journal of Accounting and Finance*, 9(4), 693–700. <https://doi.org/10.13189/ujaf.2021.090415>

- Orłowska, M. (2023, July). SAP ERP SOFTWARE AS A TOOL FOR MANAGING THE LOGISTICS SUBSYSTEMS OF AN ENTERPRISE. https://www.researchgate.net/publication/372140216_SAP_ERP_SOFTWARE_AS_A_TOOL_FOR_MANAGING_THE_LOGISTICS_SUBSYSTEMS_OF_AN_ENTERPRISE
- Ozkan, N., Gurgen Erdogan, T., Bal, S., & Gök, ahin. (2022). *Scrum, Kanban or a Mix of Both? A Systematic Literature Review*. <https://doi.org/10.15439/2022F143>
- Pambudi, A., & Apriandari, W. (2023). An Extreme Programming Approach for Instructor Performance Evaluation System Development. *Journal of Informatics Information System Software Engineering and Applications (INISTA)*, 5(2), 126–135. <https://doi.org/10.20895/inista.v5i2.1050>
- Patel, L. (2025). ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP) ADOPTION AND CUSTOMIZATION IN HIGHGROWTH STARTUPS. *JETIR2501764 Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 12. www.jetir.org
- Peters, E., & Aggrey, G. K. (2020). An ISO 25010 based quality model for ERP systems. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems*, 5(2), 578–583. <https://doi.org/10.25046/aj050272>
- Pokorný, J. (2025). XML in enterprise systems. *Informatica*, 20(3), 417–438. <https://doi.org/10.15388/INFORMATICA.2009.258>
- Popa, I., Ștefan, S. C., Olariu, A. A., & Popa, Ștefan C. (2024). Integrating digitalization opportunities into innovative public organizations' management process. *Journal of Innovation & Knowledge*, 9(4), 100564. <https://doi.org/10.1016/J.JIK.2024.100564>
- Porter, M. E., Macmillan Canada, M., & Macmillan International NEW YORK OXFORD SINGAPORE SYDNEY, M. (1985). *COMPETITIVE ADVANTAGE Creating and Sustaining Superior Peifonnance* THE FREE PRESS.
- Project Management Institute. (2021). *The Sttnddrd for Project MMnnngement PMBOK ® Guide-Seventh Edition AND The Standard for Project Management* (Seventh edition). Project Management Institute, Inc. <https://lccn.loc.gov/2021011107>
- Prokhorenko, V., Islam, C., & Babar, M. A. (2023). Analyzing the Evolution of Inter-package Dependencies in Operating Systems: A Case Study of Ubuntu. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 14212 LNCS, 233–249. https://doi.org/10.1007/978-3-031-42592-9_16
- Red Hat. (2025). *Red Hat Enterprise Linux | 10 | Red Hat Documentation*. https://docs.redhat.com/en/documentation/red_hat_enterprise_linux/10
- ReddyKavuluri, H. V. (2024). PostgreSQL vs. Oracle: A Comparative Study of Performance, Scalability, and Enterprise Adoption. *International Journal of Emerging Trends in Computer Science and Information Technology*, 5, 33–41. <https://doi.org/10.63282/3050-9246.IJETCSIT-V5I2P104>

- Reis, J. (2023). Exploring Applications and Practical Examples by Streamlining Material Requirements Planning (MRP) with Python. *Logistics* 2023, Vol. 7, Page 91, 7(4), 91. <https://doi.org/10.3390/LOGISTICS7040091>
- Reiter, M. (2025). Comparative Analysis of Agile Frameworks: Scrum, Kanban, Extreme Programming. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 253, 335–348. https://doi.org/10.1007/978-3-031-89718-4_27
- Risener, K. (2022). *A Study of Software Development Methodologies*. <https://scholarworks.uark.edu/csceuht/103>
- Salamea, H. M., & Villacres, D. F. (2024). Diseño de una herramienta ERP para la gestión de mantenimiento en el área de servicio técnico de la empresa Conauto C.A. en la ciudad de Cuenca. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27992>
- Sandecki, L. (2021, March 9). Open-source enterprise support vs free open-source use | Ubuntu. https://ubuntu.com/blog/open-source-enterprise-support-vs-free-open-source-use?utm_source
- SAP SE. (2024). SAP HANA Cloud | SAP Developers. https://developers.sap.com/topics/hana.html?utm_source
- SAP SE. (2025). SAP HANA System Replication THE BEST RUN Content. https://help.sap.com/doc/c81e9406d08046c0a118c8bef71f6bdc/2.0.08/en-US/SAP_HANA_System_Replication_Guide_en.pdf?referrer
- SAP SE. (2026). SAP Business One | SAP Community. <https://pages.community.sap.com/topics/business-one>
- Schwarz, L. (2025, September 16). ERP Software Comparison for 2025 | NetSuite. <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/erp-comparison.shtml>
- Shankar Prajapati, G., & Khare, N. (2015). A Comparative Study of Software Firewall on Windows and Linux Platform. *Peer Review Research Publishing System Journal: INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTERS & TECHNOLOGY*, 14(8). <https://doi.org/10.24297/ijct.v14i8.1868>
- Sheng, M., Wang, Y., Yang, C., Salunke, S. V., & Ouda, A. (2024). A Performance Benchmark for the PostgreSQL and MySQL Databases. *Future Internet* 2024, Vol. 16, Page 382, 16(10), 382. <https://doi.org/10.3390/FI16100382>
- Shukla, A. K., Indian, A., Prof, A., & Prof, A. (2013). Enterprise Resource Planning: An Open-Source System. *International Journal of Computer Applications*, 84(17), 975–8887. <http://www.generation-nt.com/open->
- Silva, M. do S. T., Correia, S. É. N., Machado, P. de A., & Oliveira, V. M. de. (2020). Adoption of Information Technology in Public Administration: a Focus on the Organizational Factors of a Brazilian Federal University. *Teoria e Prática Em Administração*, 10(2), 138–153. <https://doi.org/10.21714/2238-104x2020v10i2-51923>

- Sinha, K., & Sinha Jana, D. (2024). The Role of JavaScript Frameworks in Performance Optimization: A Comparative Study. *Journal of Network Security Computer Networks*, 10, 16–23. https://www.academia.edu/127691429/The_Role_of_JavaScript_Frameworks_in_Performance_Optimization_A_Comparative_Study?referrer
- Solano, M. C., & Cruz, J. C. (2024). Integrating Analytics in Enterprise Systems: A Systematic Literature Review of Impacts and Innovations. *Administrative Sciences* 2024, Vol. 14, Page 138, 14(7), 138. <https://doi.org/10.3390/ADMSCI14070138>
- Spinellis, D., Kotti, Z., Kravvaritis, K., Theodorou, G., & Louridas, P. (2020). A Dataset of Enterprise-Driven Open-Source Software. *Proceedings - 2020 IEEE/ACM 17th International Conference on Mining Software Repositories, MSR 2020*, 533–537. <https://doi.org/10.1145/3379597.3387495>
- Subramanian, P., & S, P. (2025). A Comparative Study of Oracle ERP Netsuite and Microsoft Dynamics 365 Contributions to Contemporary Business Development in India. *Journal of Informatics and Web Engineering*, 4(1), 29–41. <https://doi.org/10.33093/JIWE.2025.4.1.3>
- Surung, J. S., Putu, I., Bayupati, A., Agung, G., & Putri, A. (2020). Information Engineering and Electronic Business. *Information Engineering and Electronic Business*, 3, 8–18. <https://doi.org/10.5815/ijieeb.2020.03.02>
- SYSKOM GLOBAL SOLUTION. (2024, November 12). *ERP Comparison: Microsoft Dynamics vs SAP vs Oracle*. <https://syscomgs.com/en/blog-erp-enterprises/>
- Tasnim, R., Akter Mim, A., Hasan Mim, S., & Md Ismail Jabiullah, P. (2022). A COMPARATIVE STUDY ON THREE SELECTIVE CLOUD PROVIDERS. *International Journal on Cybernetics & Informatics (IJCI)*, 11(4), 167–178. <https://doi.org/10.5121/ijci.2022.110413>
- Tharwani, J., & Purkayastha, A. A. (2024a). Cost-Performance Evaluation of General Compute Instances: AWS, Azure, GCP, and OCI. *International Journal of Computer Trends and Technology*, 72(11), 248–255. <https://doi.org/10.14445/22312803/ijctt-v72i11p127>
- Tharwani, J., & Purkayastha, A. A. (2024b). Cost-Performance Evaluation of General Compute Instances: AWS, Azure, GCP, and OCI Arnab A Purkayastha.
- Tonev, B. (2025, November 24). *Best VPS OS: Ubuntu vs Debian vs Windows*. <https://www.scalahosting.com/Blog/>. <https://www.scalahosting.com/blog/which-is-the-best-operating-system-centos-vs-ubuntu-vs-debian-vs-opensuse-vs-windows/>
- Türkmen, G., Sezen, A., & Şengül, G. (2024). Comparative Analysis of Programming Languages Utilized in Artificial Intelligence Applications: Features, Performance, and Suitability. *International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering*, 10(3), 461–469. <https://doi.org/10.22399/IJCESEN.342>

- Ubuntu Server. (2025). *Ubuntu Server documentation*.
<https://documentation.ubuntu.com/server/>
- UpGuard. (2025). *A Complete Guide to Data Breaches*. www.upguard.com
- Verduga, C. A. (2024). *Sistema cloud ERP para la gestión de recursos y procesos claves de asociaciones universitarias de estudiantes: módulo financiero*.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/25946>
- Villalpando, J. C. (2021). *Implementación de un sistema ERP en la microempresa plural JID para el apoyo en la administración de las áreas funcionales*.
<https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000820705>
- Vultr. (2025). *Choosing an OS: CentOS, Ubuntu, Debian, FreeBSD, or Windows Server*.
docs.vultr.com
- Vyas, R. (2022). Comparative Analysis on Front-End Frameworks for Web Applications. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10(7), 298–307. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.45260>
- W3C. (2013). *Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition)*.
<https://www.w3.org/TR/xml/>
- Walker, A., Das, D., & Cerny, T. (2020). Automated Code-Smell Detection in Microservices Through Static Analysis: A Case Study. *Applied Sciences* 2020, Vol. 10, Page 7800, 10(21), 7800. <https://doi.org/10.3390/APP10217800>
- Web Hypertext Application Technology Working Group. (2025, November 21). *HTML Standard*. <https://html.spec.whatwg.org/multipage/>
- Widjaja, M., & Sardjono, W. (2024). EFFECTS AND SUCCESS FACTORS OF ENTERPRISE RESOURCE PLANNING IMPLEMENTATION ON ORGANIZATIONAL PERFORMANCE: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW. In *JOURNAL OF MANAGEMENT Small and Medium Enterprises (SME's)* (Vol. 17, Issue 2).
- World Wide Web Consortium. (2013). *XML Signature Syntax and Processing Version 1.1*.
<https://www.w3.org/TR/xmlsig-core1/>
- World Wide Web Consortium. (2025). *Making the web work*. <https://www.w3.org/>
- Wunsch, K. (2026). *The Future of Downstream Logistics SAP S/4HANA SDM*.
https://www.implico.com/c/bring-form-to-flow-sap-s-4hana-sdm/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=sdm&gad_source=1&gad_campaignid=23057504314&gbraid=0AAAAADqP5BkWNHhNVbbfTh6Bt4HQC7w1S&gclid=Cj0KCQiAprLLBhCMARIsAEDhdPfDjyqUjHYBXe6d8sDc8VhB0Mv72a-z98EuPmAXRWVbqHK7tnUX0FUaAvpaEALw_wcB
- Yahya, N., & Maidin, S. S. (2023). Hybrid agile development phases: The practice in software projects as performed by software engineering team. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 29(3), 1738–1749.
<https://doi.org/10.11591/IJEECS.V29.I3.PP1738-1749>

- Yuge, L., & Badarch, T. (2023). Research on Contemporary Software Development Life Cycle Models. *American Journal of Computer Science and Technology* 2023, Volume 6, Page 1, 6(1), 1–9. <https://doi.org/10.11648/J.AJCST.20230601.11>
- Zboril, M., & Svatá, V. (2024). Performance comparison of cloud virtual machines. *Journal of Systems and Information Technology*, 27(2), 197–213. <https://doi.org/10.1108/JSIT-02-2022-0040>
- Zečević, A., Stakić, Đ., & Đurđić, D. (2023). THE ROLE AND IMPORTANCE OF PROGRAMMING LANGUAGES IN THE APPLICATION OF ERP SOLUTIONS. <https://doi.org/10.5937/EKOPRE2308448Z>
- Zhang, C., Li, G., Zhang, J., Zhang, X., & Feng, J. (2024). HTAP Databases: A Survey. <https://arxiv.org/pdf/2404.15670>
- Zhang, H., Chen, G., Ooi, B. C., Tan, K.-L., & Zhang, M. (2015). In-Memory Big Data Management and Processing: A Survey. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2015.2427795>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Ayala Castillo Cristian Alejandro y España Cadena Anderson Steven DATE: Lunes, 19 de enero de 2026 Topic: " Software de Planificación de Recursos Empresariales para la Dirección de Consultoría y Proyectos."				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 ☐	GOOD: 1,5 ☐	AVERAGE: 1 ☐	LIMITED: 0,5 ☐
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
De	EXCELLENT: 2 ☐	GOOD: 1,5 ☐	AVERAGE: 1 ☐	LIMITED: 0,5 ☐
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 ☐	GOOD: 1,5 ☐	AVERAGE: 1 ☐	LIMITED: 0,5 ☐
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 ☐	GOOD: 1,5 ☐	AVERAGE: 1 ☐	LIMITED: 0,5 ☐
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 ☐	GOOD: 1,5 ☐	AVERAGE: 1 ☐	LIMITED: 0,5 ☐
TOTAL/AVERAGE 9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED TOTAL 9				



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico
o Investigación.**

Autor: Ayala Castillo Cristian Alejandro y España Cadena Anderson Steven

Fecha de recepción del abstract: Lunes, 19 de diciembre de 2025

Fecha de entrega del informe: Lunes, 19 de enero de 2026

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Jairo Guevara
MA. JAIRO GUEVARA
GUEVARA ROSERO
Director de Centros Académicos y de Formación Complementaria

MA. Jairo Guevara
DIRECTOR DE CENTROS
ACADÉMICOS Y DE
FORMACIÓN
COMPLEMENTARIA

Anexo 2. Interacción Comunicacional (XP): Conversaciones exploratorias durante las Iteraciones



Anexo 3. Observación de procesos con la participación de la Gerencia



Anexo 4. Encuesta del prototipo por parte del usuario



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

ENCUESTA DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE

Investigadores: España Cadena Anderson Steven

Ayala Castillo Cristian Alejandro

OBJETIVO

Evaluar la calidad del software desarrollado en el marco de la tesis titulada “Software de Planificación de Recursos Empresariales para la Dirección de Consultoría y Proyectos”, identificando la mejora que aporta al funcionamiento del área correspondiente dentro de UPEC CREATIVA EP.

INSTRUCCIONES

- La encuesta es **anónima y confidencial**.
- Seleccione la opción que refleje su experiencia real.
- Escala Likert: 1 = **Totalmente en desacuerdo** — 5 = **Totalmente de acuerdo**

1. MÓDULO A EVALUAR

Indique el módulo del software que está evaluando:

- Módulo 1: Asentamiento
- Módulo 2: Rotura de Probetas
- Módulo 3: Recepción de Equipos
- Módulo 4: Informes Técnicos (Control de Actividades)

2. ENCUESTA – Calidad del software en el área

Funcionalidad

1. El software permite registrar la información necesaria para las actividades del área.
2. Las funciones del sistema se ajustan a las tareas que realiza diariamente.
3. El software facilita la organización de la información utilizada en el área.

Eficiencia del desempeño

4. El sistema responde con rapidez al realizar registros o consultas.
5. El tiempo de carga del sistema es adecuado para las actividades del área.



Usabilidad

6. La interfaz del sistema es clara y fácil de utilizar.
7. Es sencillo aprender a usar las funciones necesarias para mi trabajo en el área.

Confiabilidad e integridad de la información

8. La información registrada en el sistema se mantiene completa y sin inconsistencias.
9. El sistema evita pérdidas o duplicación de información en las actividades del área.

Seguridad

10. El sistema protege adecuadamente el acceso mediante usuarios y contraseñas.
11. La información manejada dentro del área se mantiene segura y controlada.

Uso de la información en el área

12. El software facilita consultar la información necesaria para las actividades del área.
13. El sistema permite identificar rápidamente cambios o actualizaciones en la información del área.

Apoyo a la mejora del área

14. La información generada por el sistema mejora la claridad en el trabajo del área.
15. El software contribuye a una mayor organización y control dentro del área.

Anexo 5. Matriz de evaluación grado de madurez del software



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

GRADO DE MADUREZ DEL SOFTWARE

Investigadores: España Cadena Anderson Steven

Ayala Castillo Cristian Alejandro

OBJETIVO

Evaluar el nivel de madurez del software ERP desarrollado para la Dirección de Consultoría y Proyectos de UPEC CREATIVA EP, identificando su desempeño en términos de calidad del producto, usabilidad, seguridad, disponibilidad de información y mejora de los procesos institucionales.

INSTRUCCIONES

- Lea cuidadosamente cada afirmación.
- Seleccione la opción que refleje su experiencia real con el módulo indicado.
- Las respuestas son confidenciales y se utilizarán únicamente con fines académicos.

Escala de valoración:

Valor	Significado
1	Muy en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Muy de acuerdo

Características a evaluar según la Norma ISO/IEC 25010:

Código	Característica	Subcaracterísticas evaluadas	N.º Ítems
C1	Adecuación funcional	Complejidad, corrección, adecuación	3
C2	Eficiencia del desempeño	Tiempo de respuesta, utilización de recursos	2
C3	Compatibilidad	Interoperabilidad	1
C4	Usabilidad	Aprendizaje, accesibilidad, operabilidad, estética	4
C5	Fiabilidad	Madurez, tolerancia a fallos, recuperación	3
C6	Seguridad	Confidencialidad, integridad, control de acceso	3
C7	Mantenibilidad	Modificabilidad, analizabilidad	2
C8	Portabilidad	Instalación, adaptabilidad	2



Módulos a Evaluar:

1. Módulo: Control de Asentamiento de Hormigón

Código	Indicador	1	2	3	4	5
C1.1	Permite registrar correctamente los datos del asentamiento.	☐	☐	☐	☐	☐
C1.2	La información registrada es completa y consistente con el proceso.	☐	☐	☐	☐	☐
C1.3	Las funcionalidades se ajustan al trabajo real del área.	☐	☐	☐	☐	☐
C2.1	El sistema responde rápidamente al realizar registros o consultas.	☐	☐	☐	☐	☐
C2.2	Los tiempos de carga son adecuados para el trabajo del área.	☐	☐	☐	☐	☐
C3.1	Puede interoperar con otros módulos según se requiera.	☐	☐	☐	☐	☐
C4.1	Es fácil aprender a utilizar este módulo.	☐	☐	☐	☐	☐
C4.2	La interfaz es clara, ordenada y entendible.	☐	☐	☐	☐	☐
C4.3	El diseño visual facilita su uso.	☐	☐	☐	☐	☐
C4.4	Es fácil localizar información ingresada previamente.	☐	☐	☐	☐	☐
C5.1	El módulo funciona correctamente sin fallos frecuentes.	☐	☐	☐	☐	☐
C5.2	La información se mantiene completa y sin inconsistencias.	☐	☐	☐	☐	☐
C5.3	Evita pérdidas o duplicaciones de datos.	☐	☐	☐	☐	☐
C6.1	El acceso está protegido mediante usuarios/permisos adecuados.	☐	☐	☐	☐	☐
C6.2	La integridad de los datos está protegida.	☐	☐	☐	☐	☐
C6.3	Permite identificar quién realizó cambios o registros.	☐	☐	☐	☐	☐
C7.1	Se pueden aplicar mejoras sin afectar el funcionamiento.	☐	☐	☐	☐	☐
C7.2	Se puede identificar rápidamente el origen de errores.	☐	☐	☐	☐	☐
C8.1	El módulo podría adaptarse a nuevos requerimientos.	☐	☐	☐	☐	☐
C8.2	La instalación/actualización no representa dificultades.	☐	☐	☐	☐	☐



2. Módulo: Rotura de Probetas

Código	Indicador	1	2	3	4	5
C1.1	Permite registrar correctamente datos del ensayo de probetas.	☐	☐	☐	☐	☐
C1.2	Registra correctamente carga, resistencia y fecha de ensayo.	☐	☐	☐	☐	☐
C1.3	Se ajusta a la metodología de trabajo real del laboratorio.	☐	☐	☐	☐	☐
C2.1	La respuesta es rápida en las consultas y registros.	☐	☐	☐	☐	☐
C2.2	El desempeño del módulo no afecta la operación del ensayo.	☐	☐	☐	☐	☐
C3.1	Se integra de manera adecuada con otros módulos del sistema.	☐	☐	☐	☐	☐
C4.1	Es fácil de aprender a utilizar para el personal.	☐	☐	☐	☐	☐
C4.2	La interfaz facilita la operación del usuario.	☐	☐	☐	☐	☐
C4.3	El diseño visual facilita la lectura de los resultados.	☐	☐	☐	☐	☐
C4.4	Los resultados se encuentran de forma rápida.	☐	☐	☐	☐	☐
C5.1	El módulo funciona correctamente sin fallos repetitivos.	☐	☐	☐	☐	☐
C5.2	La información permanece íntegra y verificable.	☐	☐	☐	☐	☐
C5.3	Evita pérdidas o registros duplicados.	☐	☐	☐	☐	☐
C6.1	Protege el acceso mediante autenticación de usuario.	☐	☐	☐	☐	☐
C6.2	La confidencialidad de los datos está garantizada.	☐	☐	☐	☐	☐
C6.3	Registra trazabilidad: quién ingresa o edita datos.	☐	☐	☐	☐	☐
C7.1	Se pueden realizar ajustes fácilmente.	☐	☐	☐	☐	☐
C7.2	Los errores se pueden identificar y corregir rápidamente.	☐	☐	☐	☐	☐
C8.1	Puede adaptarse a nuevas exigencias del proceso.	☐	☐	☐	☐	☐
C8.2	Se puede actualizar sin procedimientos complejos.	☐	☐	☐	☐	☐



3. Módulo: Control de Equipos

Código	Indicador	1	2	3	4	5
C1.1	Permite registrar información completa de los equipos.	☐	☐	☐	☐	☐
C1.2	Los registros mantienen coherencia y exactitud.	☐	☐	☐	☐	☐
C1.3	Las funcionalidades se ajustan al control real en obra.	☐	☐	☐	☐	☐
C2.1	Responde rápidamente al consultar historial de equipos.	☐	☐	☐	☐	☐
C2.2	El desempeño es adecuado para el seguimiento técnico.	☐	☐	☐	☐	☐
C3.1	Se integra con otros módulos de fiscalización.	☐	☐	☐	☐	☐
C4.1	Es simple de entender y operar.	☐	☐	☐	☐	☐
C4.2	La interfaz es clara para el usuario.	☐	☐	☐	☐	☐
C4.3	La visualización del estado de equipos es entendible.	☐	☐	☐	☐	☐
C4.4	Es fácil buscar información de un equipo específico.	☐	☐	☐	☐	☐
C5.1	Funciona con estabilidad durante las inspecciones.	☐	☐	☐	☐	☐
C5.2	Registros completos y sin inconsistencias.	☐	☐	☐	☐	☐
C5.3	Se evita pérdida o duplicación de información.	☐	☐	☐	☐	☐
C6.1	Garantiza acceso seguro según rol del usuario.	☐	☐	☐	☐	☐
C6.2	La información es protegida ante manipulación indebida.	☐	☐	☐	☐	☐
C6.3	Permite rastrear quién modifica los registros.	☐	☐	☐	☐	☐
C7.1	Permite aplicar ajustes sin afectar operación.	☐	☐	☐	☐	☐
C7.2	Los errores son fáciles de detectar y corregir.	☐	☐	☐	☐	☐
C8.1	El módulo puede adaptarse a cambios del proceso.	☐	☐	☐	☐	☐
C8.2	Es sencillo actualizar o migrar información.	☐	☐	☐	☐	☐

4. Módulo: Informes Técnicos (Control de Actividades)

Código	Indicador	1	2	3	4	5
C1.1	Permite registrar correctamente las actividades inspeccionadas.	☐	☐	☐	☐	☐
C1.2	La información de informes es precisa y verificable.	☐	☐	☐	☐	☐
C1.3	Las funciones se ajustan al flujo real de generación de informes.	☐	☐	☐	☐	☐
C2.1	El sistema responde rápido durante la elaboración del informe.	☐	☐	☐	☐	☐
C2.2	El rendimiento del módulo mantiene la eficiencia del proceso.	☐	☐	☐	☐	☐
C3.1	Se integra correctamente con el flujo de revisión/aprobación.	☐	☐	☐	☐	☐
C4.1	Las funciones del módulo son fáciles de aprender.	☐	☐	☐	☐	☐
C4.2	La interfaz facilita la navegación y edición del informe.	☐	☐	☐	☐	☐
C4.3	La visualización del contenido es clara para revisiones.	☐	☐	☐	☐	☐
C4.4	Se puede ubicar rápidamente un informe ya emitido.	☐	☐	☐	☐	☐
C5.1	El módulo funciona de manera estable.	☐	☐	☐	☐	☐
C5.2	La integridad de los datos del informe es correcta.	☐	☐	☐	☐	☐
C5.3	Se evitan pérdidas de información durante el proceso.	☐	☐	☐	☐	☐
C6.1	Los informes están protegidos mediante permisos apropiados.	☐	☐	☐	☐	☐
C6.2	Se garantiza la seguridad de la información durante todo el flujo.	☐	☐	☐	☐	☐
C6.3	Permite identificar quién creó y revisó los informes.	☐	☐	☐	☐	☐
C7.1	Se pueden corregir informes sin afectar otros módulos.	☐	☐	☐	☐	☐
C7.2	Se identifica con facilidad el origen de errores.	☐	☐	☐	☐	☐
C8.1	Puede adaptarse a nuevas estructuras o procesos de aprobación.	☐	☐	☐	☐	☐
C8.2	Es sencillo actualizar el módulo cuando se requiere.	☐	☐	☐	☐	☐

Anexo 6. Certificados de conformidad



CERTIFICADO

Se certifica que España Cadena Anderson Steven, con cédula de ciudadanía 1050042538, ha contribuido en la automatización de procesos de fiscalización mediante la adaptación y mejora de la plataforma ERP Odoo 17 "CADLOGIS" en el proyecto:

"Fiscalización de la construcción y equipamiento del centro de privación de libertad en la provincia de Santa Elena".

Desde el 24 de junio de 2025 hasta 24 de julio de 2025, cumpliendo las siguientes actividades:

1. Levantamiento de procesos de fiscalización en territorio
2. Configuración de aplicativos para
 - a. Rotura de probetas de hormigón
 - b. Gestión para el seguimiento y control de calidad de hormigones
 - c. Control de elementos y equipos a fiscalizar en el área de electrónica y control
 - d. Herramienta destinada a optimizar la elaboración de informes técnicos

Se deja constancia de que estos apartados se encuentran funcionando actualmente.

Atentamente,



Luis Rodrigo Salazar Acosta
Coordinador Logístico
Aliado Estratégico



www.cadlogis.com

CERTIFICADO

Se certifica que Cristian Alejandro Ayala Castillo, con cédula de ciudadanía 1725629677, ha contribuido en la automatización de procesos de fiscalización mediante la adaptación y mejora de la plataforma ERP Odoo 17 "CADLOGIS" en el proyecto:

"Fiscalización de la construcción y equipamiento del centro de privación de libertad en la provincia de Santa Elena".

Desde el 24 de junio de 2025 hasta 24 de julio de 2025, cumpliendo las siguientes actividades:

1. Levantamiento de procesos de fiscalización en territorio
2. Configuración de aplicativos para
 - a. Rotura de probetas de hormigón
 - b. Gestión para el seguimiento y control de calidad de hormigones
 - c. Control de elementos y equipos a fiscalizar en el área de electrónica y control
 - d. Herramienta destinada a optimizar la elaboración de informes técnicos

Se deja constancia de que estos apartados se encuentran funcionando actualmente.

Atentamente,



Luis Rodrigo Salazar Acosta
Coordinador Logístico
Aliado Estratégico



Anexo 7. Manual de usuario

MANUAL DE USUARIO

SISTEMA ERP

ODOO

UPEC CREATIVA EP



■	Introducción	03
■	Requisitos del Sistema	04
■	Acceso al Sistema	05
■	Funciones Principales	06
■	Módulo 1: Asentamiento	07
■	Módulo 2: Rotura de Probetas	13
■	Módulo 3: Recepción de Equipos	19
■	Módulo 4: Informes de Gerencia Técnica	23
■	Soporte y Mantenimiento	26
■	Créditos	28





INTRODUCCIÓN

El sistema Odoo ERP – Control de Obras es una solución desarrollada para UPEC CREATIVA EP con el fin de optimizar los procesos de planificación, control y fiscalización de proyectos de construcción.

Basado en la plataforma Odoo ERP, el sistema incorpora módulos personalizados que automatizan la gestión de calidad, la trazabilidad de ensayos, el control de equipos y la generación de reportes de gerencia técnica.

Este documento tiene como propósito orientar a los usuarios finales en el uso adecuado del sistema, describiendo de forma clara sus principales funciones, procedimientos y flujos de trabajo para facilitar su aprendizaje y aplicación en las actividades diarias.

REQUISITOS DEL SISTEMA

Para garantizar el correcto funcionamiento del software, asegúrese de cumplir con los siguientes requisitos:

- 1** Conexión: Acceso estable a internet.
- 2** Navegador Web: Una versión actualizada de Google Chrome, Microsoft Edge o Mozilla Firefox.
- 3** Dispositivo: PC, laptop o tablet.
- 4** Acceso a Red: Conexión a la red segura de la empresa (intranet o VPN).
- 5** Credenciales: Usuario y contraseña asignados por el administrador del sistema.

ACCESO AL SISTEMA

El sistema es una aplicación web, por lo que no requiere ninguna instalación en su equipo local.

1

Abra su navegador web e ingrese a la URL del sistema proporcionada por UPEC CREATIVA EP.

2

En la pantalla de inicio, introduzca sus credenciales (correo electrónico y contraseña).

3

Haga clic en "Iniciar Sesión".

4

Será dirigido al panel principal donde visualizará los módulos disponibles según su rol de usuario.

UPEC CREATIVA EP

Inicio Contáctenos Reclutamiento

+593-985459446 Iniciar sesión Contáctenos

Correo electrónico

Correo electrónico

Contraseña

Contraseña

Iniciar sesión

Restablecer contraseña

CadLogis

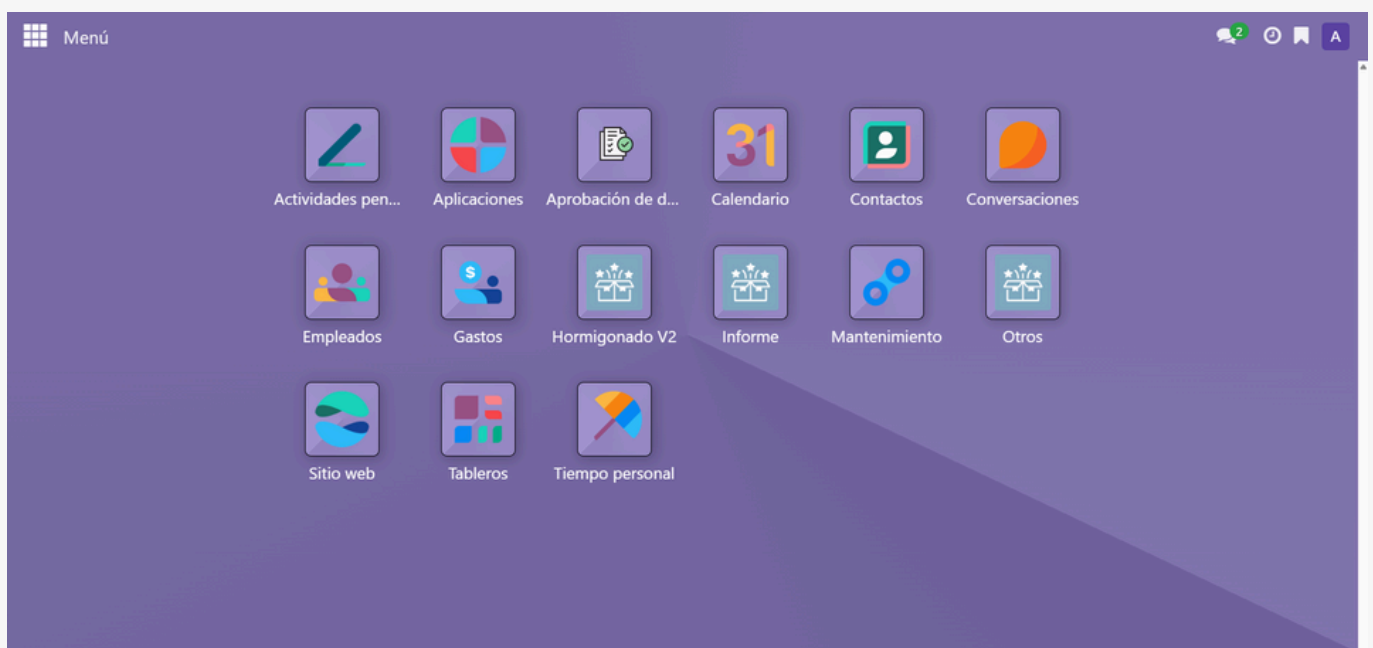
Con la tecnología de odoo - Crea una sitio web gratuito

FUNCIONES PRINCIPALES

Visión General

El sistema Odoo ERP integra diversas áreas de la gestión de obras. Sus capacidades generales incluyen:

- Gestión integral del control de calidad en obra.
- Registro y validación de ensayos de materiales (asentamiento y rotura).
- Control de recepción e inspección de equipos tecnológicos.
- Consolidación de actividades y generación automatizada de informes estratégicos.



MÓDULO 1: ASENTAMIENTO

Registro y control del hormigón fresco durante su aplicación.

MÓDULO 1: ASENTAMIENTO

Objetivo

Este módulo está diseñado para el área de Control de Calidad. Permite el registro y seguimiento de los parámetros técnicos del hormigón fresco.

Características

- **Registro de Parámetros:** Permite registrar tipo de hormigón, resistencia, temperatura, hora del ensayo y el valor de asentamiento obtenido.
- **Validación Automática:** El sistema valida en tiempo real si el valor de asentamiento cumple con las especificaciones técnicas del proyecto para ese tipo de hormigón.
- **Vistas Adaptables:** La información puede visualizarse en formato de Formulario (para ingreso de datos), Lista (para revisión masiva).
- **Filtros:** Facilita la búsqueda de registros por proyecto, fecha o tipo de hormigón.

Hormigonado V2

Tipos de Hormigón

Elementos Hormigonados

Mixers

Nuevo

Lista de Elementos Nuevo

Guardar

Cancelar

INFORMACIÓN GENERAL

Tipo de Hormigón

ID Muestra

Elemento Vaciado

Fecha y Hora 18/11/2025 10:28:14

VOLUMEN Y MEDIDAS

Volumen Total 0,00

Temperatura Limite 0,00

PROPIEDADES TÉCNICAS

RESISTENCIA

Rotura a 7 dias 25/11/2025

Rotura a 28 dias 16/12/2025

ASENTAMIENTO

Asentamiento Mínimo 0,00

Asentamiento Máximo 0,00

Mixers Usados

Número de Mixer	Hora	N° Mu...	N° Mu...	Tempera...	Asentam...	Volumen...	Estado	Observaciones
Agregar una línea								

1	Menú de Aplicaciones: Botón de navegación global que permite regresar al panel de inicio o cambiar a otros módulos del sistema Odoo.
2	Menú de opciones del modulo: Pestañas superiores para alternar entre las distintas vistas del módulo: Tipos de Hormigón, Elementos Hormigonados y Mixers.
3	Creación de nuevo registro: Botón "Nuevo" que habilita el formulario en blanco para dar de alta una nueva especificación de hormigón en el sistema.
4	Opciones Guardar/Cancelar: Controles para confirmar y almacenar la información en la base de datos ("Guardar") o descartar la edición actual ("Cancelar").
5	Ingreso de datos en campos: Campos obligatorios donde se definen las especificaciones de calidad: Nombre, Resistencia (MPa), Temperatura límite y rangos de Asentamiento permitidos.

The screenshot shows the Odoo web interface for creating a new record in the 'Tipos de Hormigón' module. The interface includes a top navigation bar with a 'Nuevo' button (callout 1) and a tabbed menu with 'Tipos de Hormigón', 'Elementos Hormigonados', and 'Mixers' (callout 2). Below the menu, there are 'Nuevo', 'Guardar', and 'Cancelar' buttons (callout 4). The form fields are labeled with callouts: 'Nombre' (callout 3), 'Resistencia (MPa)' (value 0), 'Temperatura Límite' (value 0,00), 'Asentamiento Mínimo' (value 0,00), and 'Asentamiento Máximo' (value 0,00) (callout 5).

ELEMENTO HORMIGONADO

1	Navegación Principal: Acceso al menú global de aplicaciones para cambiar de módulo o volver al inicio..
2	Opciones Guardar/Cancelar: Opciones para Guardar el registro del vaciado en la base de datos o Cancelar los cambios si no se desea guardar.
3	Datos del Elemento Estructural: Campos obligatorios para definir el contexto: Tipo de Hormigón, ID de Muestra única, Nombre del Elemento y Fecha/Hora del registro.
4	Propiedades técnicas: Visualización automática de los parámetros normativos (días de rotura y rangos de asentamiento) que debe cumplir el hormigón seleccionado.
5	Registro de Mixers: Tabla dinámica para agregar cada mixer (camión) recibido, registrando su hora, temperatura, asentamiento real y volumen vertido.

1

Hormigonado V2

Tipos de Hormigón

Elementos Hormigonados

Mixers

Nuevo

Lista de Elementos Nuevo

Guardar

Cancelar

2

INFORMACIÓN GENERAL

Tipo de Hormigón

ID Muestra

Elemento Vaciado

Fecha y Hora

18/11/2025 10:28:14

3

VOLUMEN Y MEDIDAS

Volumen Total

0,00

Temperatura Límite

0,00

PROPIEDADES TÉCNICAS

RESISTENCIA

Rotura a 7 días

25/11/2025

Rotura a 28 días

16/12/2025

4

ASENTAMIENTO

Asentamiento Mínimo

0,00

Asentamiento Máximo

0,00

Mixers Usados

5

Número de Mixer	Hora	N° Mu...	N° Mu...	Tempera...	Asentam...	Volumen...	Estado	Observaciones
Agregar una línea								

LISTA DE TIPOS DE HORMIGÓN

1	Navegación principal: Acceso directo al menú general de aplicaciones para alternar entre módulos o regresar al panel de inicio del sistema.
2	Nuevo Registro: Botón para habilitar el formulario y definir una nueva especificación técnica de hormigón en el catálogo del sistema.
3	Barra de Búsqueda: Herramienta para localizar rápidamente un tipo de hormigón por su nombre, código o resistencia (MPa).
4	Catálogo de Especificaciones: Vista tabular que lista las normas configuradas. Muestra los parámetros de control obligatorios: nombre (resistencia), temperatura límite y rangos de asentamiento permitidos.
5	Perfil del usuario: Menú personal que identifica al usuario activo y permite acceder a preferencias de la cuenta o cerrar sesión.

1

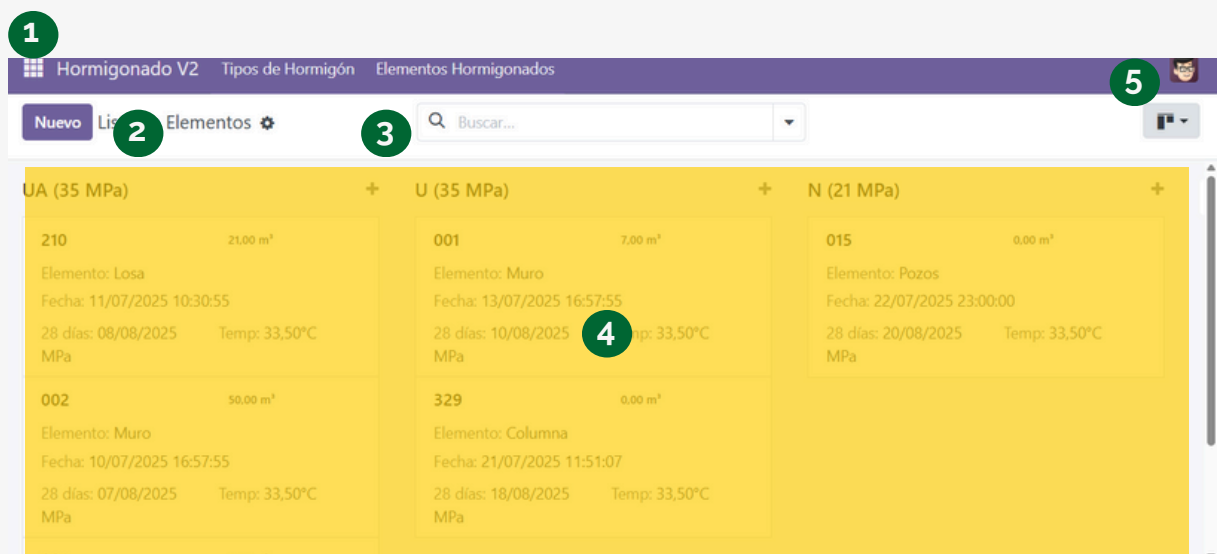
Hormigonado V2	Tipos de Hormigón	Elementos Hormigonados	5
Nuevo 2 de Hormigón	3	Buscar...	1-5 / 5
Nombre	Temperatura Límite	Asentamiento Mínimo	Asentamiento Máximo
☐ UA (35 MPa)	33,50	17,50	22,50
☐ U (35 MPa)	33,50	17,50	22,50
☐ T (25 MPa)	33,50	17,50	22,50
☐ N (21 MPa)	33,50	17,50	22,50
☐ M (21 MPa)	33,50	17,50	22,50

4

LISTA DE ELEMENTOS HORMIGONADOS

12

- 1** **Navegación principal:** Acceso directo al menú general de aplicaciones para alternar entre módulos o regresar al panel de inicio del sistema.
- 2** **Nuevo Registro:** Botón para habilitar el formulario de alta e ingresar un nuevo elemento al registro de control.
- 3** **Barra de Búsqueda:** Herramienta de filtrado para localizar rápidamente elementos por nombre, fecha o características del hormigón.
- 4** **Vista Kanban:** Organización visual que agrupa los elementos según el Tipo de Hormigón. Cada tarjeta resume datos clave como el volumen (m^3), nombre del elemento y fecha de registro.
- 5** **Perfil del usuario:** Menú personal que identifica al usuario activo y permite acceder a preferencias o cerrar sesión.



MÓDULO 2: ROTURA DE PROBETAS

Gestión completa del ciclo de vida
de las probetas del hormigón.

MÓDULO 2: ROTURA DE PROBETAS

Objetivo

Gestiona el ciclo de vida completo de las probetas de concreto, desde su elaboración en campo hasta su ensayo de rotura final en el laboratorio, asegurando una trazabilidad completa.

Características

- **Registro de Ensayo:** Registra datos técnicos clave: identificación de la probeta, edad del ensayo (ej. 7, 14, 28 días), dimensiones, carga máxima aplicada y la resistencia resultante.
- **Catálogo de Fallos:** Incluye un catálogo visual interactivo para clasificar el tipo de fallo de la probeta según la norma ASTM C39.
- **Análisis de Calidad:** Permite analizar la evolución de la resistencia del concreto y la calidad general de los lotes.

Generar Reporte
Evaluar Estado
Cambiar Estado
Pendiente
Aprobado
Rechazado
En Revisión

Nombre del Ensayo...

ENS-ENS-0036

Información Básica
Lab. Puentes
Lab. Fiscalización
Propiedades Físicas
Resistencia y Diseño
Comparación

IDENTIFICACIÓN	FECHAS Y TIEMPO
Tipo de Ensayo	Fecha de Ensayo
☐ Concreto 35 MPa * ☐ Concreto 35 MPa Acelerado * ☐ Concreto 25 MPa * ☐ Resistencia a Flexión * ☐ Resistencia a Tracción *	19/11/2025
	Hora del Ensayo ?
	Escriba la hora (ej: 14:30, 2:30 PM)
	Fecha + 7 días ?
	26/11/2025
	Fecha + 28 días ?
	17/12/2025
Tipos de Fallo ?	Fecha + 60 días ?
	18/01/2026

MENÚ ROTURA HORMIGÓN

1

Menú de Aplicaciones: Botón de navegación global que permite regresar al panel de inicio o cambiar a otros módulos del sistema Odoo.

2

Menú de opciones del modulo: Pestañas superiores para alternar entre las distintas vistas del módulo: Ensayos de Concreto, Ensayo y Configuración.

3

Creación de nuevo registro: Botón "Nuevo" que habilita el formulario en blanco para dar de alta una nueva especificación de hormigón en el sistema.

The screenshot shows the Odoo web interface for the 'Ensayos de Concreto' module. The browser address bar shows the URL: 192.168.1.34:8069/web?action=341&model=ensayo.experto&view_type=list&cids=1&menu_id=185. The interface includes a top navigation bar with the 'Ensayos de Concreto' menu item highlighted. Below the navigation bar, there is a search bar and a 'Nuevo' button. The main content area displays a table with columns: UID, Nombre del Ensa..., Tipo de Ensayo, Fecha de Ensayo, Hora del Ensa..., Resistencia MPa (...), Resistencia MPa (...), % Cumplimiento ..., % Cumplimiento ..., Estado, Elemento Constr..., and Acti... The table contains two rows of data:

UID	Nombre del Ensa...	Tipo de Ensayo	Fecha de Ensayo	Hora del Ensa...	Resistencia MPa (...)	Resistencia MPa (...)	% Cumplimiento ...	% Cumplimiento ...	Estado	Elemento Constr...	Acti...
ENS-ENS-00...	UA-002	Concreto 35 MPa	13/11/2025	14:30	36,85	0,00	105,3	0,0	Pendien...	Losa Nv+7.20	
ENS-ENS-00...	UA-001	Concreto 25 MPa	21/07/2025	14:30	36,85	0,00	105,3	0,0	Pendien...	Losa Nv+4.14	

REGISTRO DE ROTURA HORMIGÓN

1	Nombre: Se pondrá el nombre del ensayo que tiene la rotura de probetas
2	Tipo de Ensayo: Se escogerá el tipo de ensayo que tiene.
3	Datos del Elemento Estructural: Campos obligatorios como Fecha de Ensayo /Hora del Ensayo los demás datos son automáticos.
4	Tipo de Fallo: Se escogerá el tipo de fallo según la normativa ASTM C39

Generar Reporte Evaluación Estado Cambiar Estado Pendiente Aprobado Rechazado En Revisión

Nombre del Ensayo...

ENS-ENS-0036

1

Información Básica Lab. Puentes Fiscalización Propiedades Físicas Resistencia y Diseño Comparación

IDENTIFICACIÓN

Tipo de Ensayo

- ☐ Concreto 35 MPa *
- ☐ Concreto 35 MPa Acelerado *
- ☐ Concreto 25 MPa *
- ☐ Resistencia a Flexión *
- ☐ Resistencia a Tracción *

2

FECHAS Y TIEMPO

Fecha de Ensayo 19/11/2025

Hora del Ensayo ? Escriba la hora (ej: 14:30, 2:30 PM)

Fecha + 7 días ? 26/11/2025

Fecha + 28 días ? 17/12/2025

Fecha + 60 días ? 18/01/2026

3

Tipos de Fallo ?

4

IDENTIFICACIÓN

Tipo de Ensayo

Tipos de Fallo ?

Falla adhesiva

Falla compuesta

Falla prematura

Cono bien formado

Cono y fisuras verticales

Fisuras diagonales

Fisuras laterales

Falla irregular

Buscar más...

Empiece a escribir...

1

Datos del Elemento Estructural: Campos obligatorios para definir el contexto: Carga Kn, Resistencia Mpa, %Cumplimiento y Tipo de Rotura estos datos son los laboratorios de Puentes

2

Datos del Elemento Estructural: Campos obligatorios para definir el contexto: Carga Kn, Resistencia Mpa, %Cumplimiento y Tipo de Rotura estos datos son los laboratorios de Fiscalización

3

Datos del Elemento Estructural: Campos obligatorios para definir el contexto: Resistencia de Diseño y Elemento Constructivo

DATOS DE ENSAYO		OBSERVACIONES
Carga kN (Puentes) ?	0,00	Tipo de Rotura (Puentes) Observaciones del laboratorio o Puentes...
Resistencia MPa (Puentes) ?	0,00	
% Cumplimiento (Puentes) ?	0,0	

DATOS DE ENSAYO		OBSERVACIONES
Carga kN (Fiscalización) ?	0,00	Tipo de Rotura (Fiscalización) Observaciones del laboratorio o Fiscalización...
Resistencia MPa (Fiscalización) ?	0,00	
% Cumplimiento (Fiscalización) ?	0,0	

RESISTENCIA DE DISEÑO	RELACIONES
Resistencia de Diseño (MPa) ?	Elemento Constructivo ? Proyecto ?
0,0	Cadenas de Cimentación Columnas Edificio Administrativo Columnas Edificio de Servicios Escalera Principal Edificio Administrativo Losa Nv+4.14 Losa Nv+7.20 Losa Nv+8.28 Muros Núcleo Central

1

Datos del Elemento

Estructural: Campos obligatorios para definir el contexto: Resistencia Mpa y %Cumplimiento de la constructora y fiscalización

The screenshot shows the 'Comparación Laboratorios' tab with a green circle '1' indicating the first step. The interface is divided into two columns: 'LABORATORIO Puentes' and 'LABORATORIO FISCALIZACIÓN'. Each column has two input fields: 'Resistencia MPa' and '% Cumplimiento'. The values entered are 0,00 for resistance and 0,0 for compliance percentage.

LABORATORIO Puentes		LABORATORIO FISCALIZACIÓN	
Resistencia MPa (Puentes) ?	0,00	Resistencia MPa (Fiscalización) ?	0,00
% Cumplimiento (Puentes) ?	0,0	% Cumplimiento (Fiscalización) ?	0,0

2

Datos de estado: Campos obligatorios para definir el contexto: Se debe de poner activo si todos los datos ya estan

The screenshot shows the 'Estado y Control' tab with a green circle '2' indicating the second step. The interface has two main sections: 'ESTADO DEL ENSAYO' and 'FECHAS DE SEGUIMIENTO'. In the first section, the 'Activo' checkbox is checked. In the second section, there are three rows for follow-up dates: 7 días (26/11/2025), 28 días (17/12/2025), and 60 días (18/01/2026).

ESTADO DEL ENSAYO		FECHAS DE SEGUIMIENTO	
Activo ?	☒	7 días ?	26/11/2025
		28 días ?	17/12/2025
		60 días ?	18/01/2026

MÓDULO 3: RECEPCIÓN DE EQUIPOS

Control e inspección de equipos
tecnológicos.

Objetivo

Controla la recepción, inspección y estado de los equipos tecnológicos que ingresan a la empresa o al proyecto.

Características

- **Registro de Datos:** Almacena información detallada del equipo: marca, modelo, proveedor, año, especificaciones técnicas y estado.
- **Checklist de Inspección:** Proporciona una lista de verificación digital para que el inspector apruebe o rechace el equipo basado en criterios de calidad y seguridad.
- **Control de Conformidad:** Si el equipo no supera la inspección, el sistema asigna automáticamente el estado "Rechazado" para alertar visualmente sobre el incumplimiento de requisitos.

The screenshot displays the 'Verificación Equipos' (Equipment Verification) web application. The interface is divided into several sections:

- Header:** Includes a navigation bar with 'Verificación Equipos' and 'Equipos' tabs, and a 'Nuevo' button.
- Form Fields:** The main area contains input fields for 'Código', 'Rubro', 'Descripción', and 'Especificaciones'.
- Visual Details:** A section titled 'DETALLES VISUALES' includes an 'Imagen' field with a camera icon and a plus sign, indicating a photo upload feature.
- Operative Details:** A section titled 'DETALLES OPERATIVOS' includes fields for 'Medición y forma de pago', 'Equipo mínimo', 'Materiales', and 'Mano de obra'.
- Checklist and Status:** A section titled 'ESTADO Y CHECKLIST' includes a 'Checklist Completados' counter, a 'Total Checklist' counter, and a 'Checklist del Equipo' dropdown menu.
- Table:** At the bottom, there is a table with columns for 'Nombre', 'Estado', and 'Observación', and a row for 'Añadir una línea'.

REGISTRO DE EQUIPO

1

Información general: Ingreso de los datos de identificación del activo, incluyendo código único, rubro al que pertenece, descripción y especificaciones técnicas.

2

Registro Fotográfico: Área designada para cargar una imagen real y actualizada del equipo, sirviendo como evidencia visual de su estado físico al momento de la recepción.

3

Detalles operativos: Definición de los recursos asociados al funcionamiento del equipo, como la mano de obra requerida, materiales complementarios y su unidad de medición.

4

Verificación y Accesorios: Sección dinámica para completar el checklist de inspección técnica y listar los accesorios con los que se recibe el equipo.

5

Estado Aprobado/Rechazado: Barra de estado ubicada en la parte superior que permite marcar el equipo como Aceptado o Rechazado basándose en el resultado del checklist.

LISTA DE EQUIPOS

1	Navegación principal: Acceso directo al menú general de aplicaciones para alternar entre módulos o regresar al panel de inicio del sistema.
2	Nuevo Registro: Botón de acción que habilita el formulario de alta para ingresar un nuevo equipo o maquinaria al inventario del proyecto.
3	Barra de Búsqueda: Herramienta de filtrado inteligente que permite localizar equipos específicos por nombre, código, rubro o estado de inspección.
4	Inventario Tabular: Vista general que resume los equipos registrados. Muestra datos clave (código, descripción, imagen) y su estado de aprobación (Aceptado/Rechazado) en tiempo real.
5	Perfil del usuario: Menú personal que identifica al usuario activo y permite acceder a preferencias de la cuenta o cerrar la sesión de forma segura.

1

Verificación Equipos Equipos

Nuevo 2 Buscar... 3 1-2 / 2

Código	Rubro	Descripción	Imagen	Estado	Checklist Completados	Total Checklist
002	Rack	Descripción de un Rack		Aceptado	9	9
		Un rack es una estructura de soporte diseñada para almacenar y organiza		Rechazado	0	9

4

MÓDULO 4: INFORMES DE GERENCIA TÉCNICA

Registro de informes de actividades.

MÓDULO 4: INFORMES DE GERENCIA TÉCNICA

Objetivo

Este módulo consolida la información de todas las áreas según las actividades para el análisis gerencial y la toma de decisiones estratégicas.

Características

- **Business Intelligence (BI):** Implementa una arquitectura de BI (ETL y vistas materializadas) para procesar y presentar datos consolidados.
- **Tableros de Control:** Genera dashboards (tableros) con indicadores clave de desempeño (KPIs) sobre el estado de los proyectos.
- **Seguimiento de Actividades:** Permite registrar y visualizar las actividades ejecutadas, los recursos utilizados y el cumplimiento contractual de los proyectos de fiscalización y consultoría.

REGISTRO DE ACTIVIDADES

1

Menú de Aplicaciones: Botón de navegación global que permite regresar al panel de inicio o cambiar a otros módulos del sistema Odoo.

2

Datos del Elemento Estructural: Campos obligatorios para definir el contexto: Título de la actividad, Fecha/Hora del registro, Módulo de Origen, Usuario y Descripción

3

Datos del Elemento Estructural: Campos obligatorios para definir el contexto: Nombre de la Evidencia, Durante la Actividad, Fotografía y Descripción

4

Información: Se visualiza la información general del módulo

The screenshot shows the 'Registro de Actividades' form in Odoo. The interface includes a top navigation bar with 'Infome', 'Actividades', and 'Reportes'. Below this is a header section with 'Nuevo', 'Actividades Diarias', and 'Nuevo' buttons, along with 'Confirmar', 'Archivar', 'Volver a Borrador', and 'Borrador' buttons. The main form area is divided into sections: 'Título de la actividad...' (labeled 2), 'Fecha' (19/11/2025), 'Hora de Inicio' (00:00), 'Módulo de Origen', 'Hora de Finalización' (00:00), 'Usuario Responsable' (Mitchell Admin), and 'Duración (Horas)' (00:00). Below these are tabs for 'Descripción', 'Evidencias Fotográficas', and 'Información'. The 'Información' tab is selected, showing a table with columns: 'Nombre de la Evidencia', 'Tipo de Evidencia', 'Fotografía', and 'Descripción Detallada'. The table has one row with 'Durante la Actividad' and a camera icon. Below the table is a summary section with tabs for 'Descripción', 'Evidencias Fotográficas', and 'Información'. The 'Información' tab is selected, showing a table with columns: 'Cantidad de Evidencias', 'Fecha de Creación', 'Última Modificación', and 'Usuario Responsable'. The table has one row with '0', '18/11/2025 22:49:19', '18/11/2025 22:49:19', and 'Mitchell Admin'.

Nombre de la Evidencia	Tipo de Evidencia	Fotografía	Descripción Detallada
	Durante la Actividad		

Descripción	Evidencias Fotográficas	Información
Cantidad de Evidencias	0	Última Modificación
Fecha de Creación	18/11/2025 22:49:19	Usuario Responsable
		Mitchell Admin

SOPORTE Y MANTENIMIENTO

Procedimientos de asistencia técnica y actualizaciones del sistema.

SOPORTE Y MANTENIMIENTO

Actualizaciones

Las actualizaciones y el mantenimiento del sistema son gestionados centralmente por el equipo técnico de UPEC CREATIVA EP. No se requiere ninguna acción por parte del usuario.

Reporte de Incidencias

Si experimenta algún error en el sistema, tiene problemas de acceso o requiere asistencia técnica, por favor contacte al Área de Soporte Interno designada por la empresa.

Para ejemplos detallados y guías paso a paso, consulte los manuales específicos de cada módulo, disponibles en la plataforma.

TELÉFONO

+593 985459446

CORREO

info@cadlogis.com

DIRECCIÓN

Av Universitaria, Tulcán

SITIO WEB

<https://cadlogis.com/>

CRÉDITOS

EQUIPO DE DESARROLLO



Anderson España



Cristian Ayala

METODOLOGÍA Y TECNOLOGÍA



Metodología Extreme Programming (XP)



Odoo ERP + PostgreSQL.



Ubuntu Server



Dirección de Consultoría y Proyectos
UPEC CREATIVA EP.



UPEC CREATIVA EP



CARRERA DE
COMPUTACIÓN

