

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA EMPRESARIAL

CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

Tema: “Logística 4.0 y gestión de proyectos virtuales”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera en Logística y Transporte

AUTORA: Cuaspa Tamba Digna Marisol

TUTOR: PhD. Alpala Alpala Luis Omar

Tulcán, 2026.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Cuaspa Tamba Digna Marisol con el número de cédula 1755937438 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Logística 4.0 y gestión de proyectos virtuales".

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.

PhD. Alpala Alpala Luis Omar


TUTOR

Tulcán, junio de 2026

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de Logística y Transporte de la Facultad de Comercio Internacional, Integración, Administración y Economía Empresarial.

Yo, Cuaspa Tamba Digna Marisol con cédula de identidad número 1755937438 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Cuaspa Tamba Digna Marisol

AUTORA

Tulcán, junio de 2026

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Cuaspa Tamba Digna Marisol declaro ser autora de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Logística 4.0 y gestión de proyectos virtuales" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Cuaspa Tamba Digna Marisol

AUTORA

Tulcán, junio de 2026

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a las personas que fueron mi apoyo constante durante este proceso. En primer lugar, agradezco de corazón a mi mamá, quien ha sido mi mayor ejemplo de fortaleza y dedicación; gracias a su esfuerzo, comprensión y amor incondicional, este trabajo fue posible. Extiendo también mi gratitud a mis dos hermanos, quienes siempre estuvieron a mi lado, brindándome ánimo, compañía y confianza en cada etapa del camino. Finalmente, agradezco a mi novio por su paciencia, apoyo emocional y por motivarme a seguir adelante incluso en los momentos más exigentes. A cada uno de ellos, dedico este logro con profundo cariño y gratitud.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, con todo mi corazón, a las personas que han sido mi mayor apoyo en cada paso de este camino.

A mi mamá, por su fuerza, su amor incondicional y por enseñarme que el esfuerzo siempre vale la pena. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por acompañarme en los días difíciles y por impulsarme a seguir adelante con valentía.

A mis dos hermanos, que, con su cariño, su compañía y sus palabras sinceras han sido una motivación constante. Ustedes hacen que cada logro tenga más sentido y que cada reto sea más llevadero.

Y a mi novio, por su paciencia, su apoyo y por estar presente en todo momento, gracias por animarme, escucharme y celebrar conmigo cada pequeño avance.

A todos ustedes les dedico este trabajo, porque sin su apoyo, este logro no habría sido posible.

ÍNDICE

RESUMEN.....	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
I. EL PROBLEMA.....	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	18
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	20
1.4.1. Objetivo General	20
1.4.2. Objetivos Específicos	20
1.4.3. Preguntas de Investigación	20
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	22
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
2.2 MARCO TEÓRICO	23
2.2.1 Industria 4.0.....	23
2.2.2 Logística 4.0.....	24
2.2.3. Transformación digital en la educación superior	25
2.2.4. Gestión de proyectos.....	28
2.2.5. Proyectos en entornos virtuales	33
2.2.6. Gestión de proyectos y su evolución hacia entornos virtuales.....	34
2.2.7 Proyectos virtuales en el contexto de la logística 4.0	34
2.2.8 Tipología y fases de los proyectos virtuales aplicados al entorno académico	35
2.2.9. Simulación de eventos discretos y su aplicación en la logística 4.0	36
2.2.10. Tipos de Simulación.....	41
III. METODOLOGÍA	45

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	45
3.1.1. Enfoque	45
3.1.2. Tipo de Investigación.....	46
3.2. IDEA A DEFENDER	46
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	47
3.3.1. Gestión de proyectos virtuales	47
3.3.2. Logística 4.0.....	47
3.3.3. Operacionalización de variables	47
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS.....	49
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	51
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
4.1. RESULTADOS	54
4.1.1. Diagnóstico del nivel de implementación y uso de las tecnologías 4.0 y su integración en la gestión de proyectos virtuales en la carrera de logística y transporte de la UPEC.	54
4.1.2. Propuesta del modelo metodológico basado en logística 4.0 para la gestión de proyectos virtuales.....	87
4.1.3. Validación del modelo metodológico basado en logística 4.0 en el entorno académico	109
4.2. DISCUSIÓN	126
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	129
5.1. CONCLUSIONES	129
5.2. RECOMENDACIONES	130
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132
VII. ANEXOS.....	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Conceptos Tecnológicos en logística 4.0	26
Tabla 2. Herramientas de Gestión en logística	28
Tabla 3. Definición operativa de proyecto en contexto universitario virtual.....	33
Tabla 4. Gestión de proyectos como proceso estructurado	34
Tabla 5. Evolución hacia entornos virtuales en educación superior	34
Tabla 6. Definición y características de proyecto virtual.....	35
Tabla 7. Aportes de los proyectos virtuales a la logística 4.0	35
Tabla 8. Tipología de proyectos universitarios con enfoque virtual.....	35
Tabla 9. Fases del proyecto y su adaptación a la virtualidad	36
Tabla 10. Dimensiones para operacionalización de la variable.....	36
Tabla 11. Herramientas gratuitas de simulación.....	42
Tabla 12. Herramienta con licencias	43
Tabla 13. Operacionalización de variables	48
Tabla 14. Síntesis del procedimiento de análisis de datos.....	53
Tabla 15. Filtros aplicados	55
Tabla 16. Proceso de depuración de publicaciones.....	56
Tabla 17. Tecnologías que pertenecen a la Capa de Conectividad e Interoperabilidad.....	57
Tabla 18. Tecnologías que permiten registrar, medir y digitalizar el estado del entorno físico.....	58
Tabla 19. Tecnologías que proporcionan capacidad de procesamiento y almacenamiento.	59
Tabla 20. Tecnologías para análisis, modelado y extracción de conocimiento.....	59
Tabla 21. Tecnologías de Automatización, Robótica y Sistemas Autónomos	60
Tabla 22. Tecnologías de Virtualización, Simulación e Interacción	60
Tabla 23. Tecnologías de producción avanzada y materiales.....	60
Tabla 24. Capa de Seguridad Digital	61
Tabla 25. Herramientas de gestión digital identificadas.....	61
Tabla 26. Enfoques organizacionales y paradigmas identificados	62
Tabla 27. Conectividad e interoperabilidad	65
Tabla 28. Censado y captura de datos físicos	65

Tabla 29. Capa de computación e infraestructura digital	66
Tabla 30. Datos e inteligencia artificial.....	66
Tabla 31. Capa de automatización, robótica y sistemas autónomos	66
Tabla 32. Capa de virtualización, simulación e interacción	67
Tabla 33. Capa de producción avanzada y materiales	67
Tabla 34. Capa de seguridad digital.....	67
Tabla 35. Diagnóstico de adopción de herramientas de gestión digital	68
Tabla 36. Diagnóstico de adopción de enfoques organizacionales y paradigmas ..	69
Tabla 37. Agrupación funcional de los laboratorios considerados en el diagnóstico	69
Tabla 38. Diagnóstico de virtualización.....	73
Tabla 39. Escala de puntuación por dimensión del nivel de virtualización	74
Tabla 40. Criterios de evaluación del uso de plataformas digitales.....	74
Tabla 41. Criterios de evaluación del uso de simulación o modelado virtual	75
Tabla 42. Criterios de evaluación del uso de tecnologías 4.0.....	75
Tabla 43. Criterios de evaluación de la trazabilidad y evidencias digitales.....	75
Tabla 44. Rango de clasificación del nivel de virtualización.....	76
Tabla 45. Proyectos filtrados según tipo, presencia de tecnología 4.0 y pertenencia a Logística 4.0	77
Tabla 46. Nivel de virtualización de los proyectos analizados	79
Tabla 47. Uso de plataformas digitales y herramientas colaborativas por tipo de proyecto.....	80
Tabla 48. Integración tecnológica institucional por nivel.....	81
Tabla 49. Integración de tecnologías 4.0 por tipo de proyecto	81
Tabla 50. Nivel de estandarización metodológica por categoría	82
Tabla 51. Nivel de trazabilidad y evidencias por tipo de proyecto.....	82
Tabla 52. Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura por tipo de proyecto	83
Tabla 53. Síntesis de brechas detectadas.....	84
Tabla 54. Matriz síntesis de brechas y líneas de acción	86
Tabla 55. Brechas detectadas en el diagnóstico.....	88
Tabla 56. Justificación técnica de la propuesta metodológica basada en logística 4.0	91
Tabla 57. Dominios del sistema inteligente	93
Tabla 58. Relación entre las fases y los dominios.....	98

Tabla 59. Metodología del laboratorio basada en simulación de eventos discretos en versión clásica (2.0) y versión 3.0	104
Tabla 60. Diferencia de alcance	105
Tabla 61. Metodología clásica de simulación de eventos discretos.....	107
Tabla 62. Propuesta de tecnologías en los laboratorios de la carrera.....	110
Tabla 63. Diseño del proceso de validación del modelo metodológico	112
Tabla 64. Matriz de criterios e indicadores de validación	115
Tabla 65. Proyección de proyectos académicos con base tecnológica (2026A) ...	117
Tabla 66. Criterios del diagnóstico.....	184
Tabla 67. Aspectos que debe asegurar esta fase.....	184
Tabla 68. Puntos clave de la fase.	186
Tabla 69. Fase de evaluación y mejora continua.....	186
Tabla 70. Elementos que orientan esta fase diagnóstica.....	188
Tabla 71. Aspectos que debe asegurar la fase de formulación.....	189
Tabla 72. Elementos de la fase de desarrollo, presentación y resultados.....	190
Tabla 73. Elementos de la fase de evaluación y mejora continua	190
Tabla 74. Elementos de la fase diagnóstica del proyecto de semillero	192
Tabla 75. Aspectos que debe asegurar esta fase.....	193
Tabla 76. Elementos de la fase de desarrollo del proyecto de semillero	194
Tabla 77. Elementos de la fase de evaluación y mejora continua del proyecto de semillero.....	194
Tabla 78. Elementos de la fase de diagnóstico.....	196
Tabla 79. Aspectos que debe asegurar esta fase.....	196
Tabla 80. Elementos de la fase de desarrollo, presentación y resultados.....	198
Tabla 81. Elementos de la fase de evaluación y mejora continua	198
Tabla 82. Elementos de la fase de diagnóstico.....	200
Tabla 83. Elementos de la fase de formulación	201
Tabla 84. Elementos de la fase de desarrollo, presentación y resultados.....	202
Tabla 85. Elementos de evaluación.....	202

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología.....	38
Figura 2. Distribución porcentual del nivel de virtualización	79

Figura 3. Evolución de la industria.....	92
Figura 4. Propuestas de estructura para proyectos la figura a) es Estructura de un proyecto titulación la figura b) Estructura de un proyecto de titulación con enfoque ampliado la figura c) Estructura de un proyecto de semillero de investigación la figura d) Estructura general de un proyecto académico la figura e) Estructura de un proyecto de vinculación	96
Figura 5. Metodología de simulación la figura a es metodología 2.0, la figura b es metodología 3.0 y la figura c es una propuesta de metodología 4.0	102
Figura 6. Portafolio institucional de proyectos (Unidad de Entornos Experimentales).	122
Figura 7. Visualización de proyectos por niveles	123

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC.....	136
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	137
Anexo 3. Delimitación de tecnologías núcleo de logística 4.0.....	138
Anexo 4. Matriz maestra para identificar proyectos de titulación periodo académico 2025B	144
Anexo 5. Plataforma Laboratorios.....	183
Anexo 6. Plan de desarrollo de proyectos académicos con base tecnológica	184
Anexo 7. Plan para el desarrollo de proyectos de titulación con enfoque tecnológico	188
Anexo 8. Plan de desarrollo de proyectos de semillero con base tecnológica	192
Anexo 9. Plan de desarrollo de proyectos de investigación con base tecnológica	196
Anexo 10. Plan de desarrollo de proyectos de vinculación con base tecnológica	200

RESUMEN

La presente investigación analizó el desarrollo de un modelo metodológico basado en logística 4.0 para la gestión de proyectos virtuales en la carrera de logística y transporte de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC), en un contexto marcado por la incorporación progresiva de tecnologías 4.0 en los procesos de formación académica. En los últimos años, la carrera implementó laboratorios especializados orientados a tecnologías inmersivas, simulación y operaciones logísticas, los cuales constituyen un entorno de apoyo para el diseño, aplicación y validación en proyectos formativos, vinculación, investigación e innovación. El objetivo general de la investigación fue desarrollar un modelo metodológico basado en logística 4.0 para la gestión de proyectos virtuales, apoyado en tecnologías 4.0 y entornos de simulación académica. Para su cumplimiento, se realizó inicialmente un diagnóstico del nivel de implementación y uso de las tecnologías 4.0 y de la gestión de proyectos virtuales en la carrera, considerando la infraestructura disponible, los proyectos desarrollados y las prácticas formativas vigentes. Posteriormente, se diseñó el modelo metodológico a partir de principios de logística 4.0 y gestión de proyectos virtuales, integrando de manera estructurada herramientas de simulación, entornos virtuales y tecnologías digitales como medios metodológicos. Finalmente, el modelo metodológico fue validado mediante plataforma web para estandarizar los diferentes tipos de proyectos en un entorno virtual. La propuesta de valor de la investigación radicó en la estructuración de un modelo metodológico sistemático, orientado a estandarizar la gestión de proyectos virtuales bajo el enfoque de logística 4.0, fortaleciendo el aprendizaje práctico. Se concluyó que el modelo metodológico propuesto fue aplicable a proyectos formativos de la carrera, porque permitió organizar la gestión de proyectos virtuales mediante fases, evidencias, indicadores y criterios de validación verificables. Como trabajo futuro, se planteó su adaptación a contextos interinstitucionales y a proyectos de vinculación con el sector productivo.

Palabras clave: Logística 4.0, Gestión de proyectos virtuales, Modelo metodológico, Tecnologías 4.0, Simulación académica.

ABSTRACT

The present research analyzed the development of a methodological model based on Logistics 4.0 for the management of virtual projects in the Logistics and Transportation program at the Universidad Polytechnical Estate del Carchi (UPEC), within a context marked by the progressive incorporation of 4.0 technologies into academic training processes. In recent years, the program implemented specialized laboratories focused on immersive technologies, simulation, and logistics operations, which constitute a support environment for the design, application, and validation of educational, outreach, research, and innovation projects. The general objective of the research was to develop a methodological model based on Logistics 4.0 for the management of virtual projects, supported by 4.0 technologies and academic simulation environments. To achieve this objective, an initial diagnosis was carried out regarding the level of implementation and use of 4.0 technologies and virtual project management within the program, considering the available infrastructure, the projects developed, and the current educational practices. Subsequently, the methodological model was designed based on the principles of Logistics 4.0 and virtual project management, integrating simulation tools, virtual environments, and digital technologies in a structured manner as methodological resources. Finally, the methodological model was validated through a web platform to standardize the different types of projects within a virtual environment. The value proposition of the research lay in the structuring of a systematic methodological model aimed at standardizing virtual project management under the logistics 4.0 approach, strengthening practical learning. It was concluded that the proposed methodological model was applicable to educational projects within the program because it enabled the organization of virtual project management through phases, evidence, indicators, and verifiable validation criteria. As future work, its adaptation to interinstitutional contexts and outreach projects with the productive sector was proposed.

Keywords: Logistics 4.0, Virtual project management, Methodological model, 4.0 technologies, Academic simulation.

INTRODUCCIÓN

La transformación digital asociada a la Cuarta Revolución Industrial ha generado cambios estructurales en los sistemas productivos, logísticos y organizacionales, impulsando la incorporación de tecnologías avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT), la analítica de datos, la inteligencia artificial, la simulación y los sistemas ciberfísicos. En este escenario, la logística 4.0 se ha consolidado como un enfoque estratégico orientado a la digitalización, la automatización inteligente y la toma de decisiones basada en datos, lo que ha puesto en evidencia la necesidad de metodologías estructuradas para gestionar proyectos logísticos en entornos digitales y virtuales.

Este proceso también ha impactado de manera directa a las instituciones de educación superior, que enfrentan el reto de adaptar sus procesos formativos a las nuevas exigencias del entorno productivo. En particular, las carreras técnicas y de ingeniería requieren modelos metodológicos que integren tecnologías 4.0, estrategias de aprendizaje activo, simulación y desarrollo de competencias digitales, de modo que los estudiantes puedan gestionar proyectos virtuales capaces de representar la complejidad de los sistemas logísticos reales.

En la carrera de logística y transporte de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC), durante los últimos años se ha evidenciado un avance importante en la implementación de infraestructura tecnológica especializada, destacándose laboratorios de operaciones logísticas, simulación, análisis de datos y tecnologías inmersivas. No obstante, el diagnóstico realizado en esta investigación mostró que, pese a la disponibilidad de estos recursos, su aplicación en los proyectos académicos presenta heterogeneidad metodológica, integración parcial de tecnologías 4.0 y ausencia de un modelo metodológico institucional para la gestión de proyectos virtuales.

El análisis de proyectos de aula, titulación, investigación y vinculación permitió identificar que predominan enfoques aislados, centrados de forma independiente en simulación, optimización o visualización, sin una articulación metodológica que integre de manera sistemática el modelado, el análisis de datos, la validación de

escenarios, la evaluación mediante indicadores de desempeño y la documentación técnica. Esta situación limita la comparabilidad de resultados, reduce la reproducibilidad metodológica y restringe el aprovechamiento estratégico de los laboratorios como espacios para la formación integral en logística 4.0.

Frente a esta problemática, la presente investigación se orientó al desarrollo de un modelo metodológico basado en logística 4.0 para la gestión de proyectos virtuales, concebido como un marco integrador que articula simulación de eventos discretos, analítica de datos, tecnologías digitales y entornos inmersivos, bajo un enfoque de toma de decisiones basada en evidencia. La propuesta metodológica respondió directamente a las brechas identificadas en el diagnóstico institucional y se estructuró en fases definidas, con productos verificables, indicadores de desempeño y criterios de validación tecnológica y pedagógica.

Para ello, el estudio adoptó un enfoque metodológico mixto. El componente cualitativo se aplicó al análisis institucional y al diseño del modelo metodológico, mientras que el componente cuantitativo se orientó a su validación mediante simulación, evaluación de escenarios y comparación de indicadores clave de desempeño. La aplicación del modelo en el entorno académico permitió evidenciar mejoras en la estandarización metodológica, en la integración tecnológica y en la calidad técnica de los proyectos desarrollados por estudiantes y docentes.

En este marco, el aporte principal de la investigación radica en la estructuración de un modelo metodológico replicable y alineado con los principios de la logística 4.0, orientado a fortalecer la gestión de proyectos virtuales en el ámbito académico, promover la coherencia institucional y facilitar la articulación entre entornos virtuales y reales. Asimismo, la propuesta establece una base para futuras aplicaciones en proyectos interinstitucionales y de vinculación con el sector productivo, contribuyendo al desarrollo de competencias profesionales acordes con las demandas actuales de la logística digital.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La transformación digital impulsada por las tecnologías de la industria 4.0 ha generado cambios significativos en la forma en que se planifican, gestionan y optimizan las operaciones logísticas, así como en la gestión de proyectos asociados a estos procesos. En este contexto, la logística 4.0 se consolida como un enfoque estratégico que integra tecnologías digitales, simulación, analítica de datos y el entorno virtual para mejorar la eficiencia, la toma de decisiones y la competitividad de las organizaciones. Esta transformación demanda profesionales con competencias técnicas y metodológicas acordes con los nuevos escenarios productivos y logísticos.

En el ámbito de la educación superior, se enfrenta el reto de adaptar los procesos formativos para responder a estas exigencias, mediante la incorporación de tecnologías 4.0 y metodologías que favorezcan el aprendizaje práctico y la gestión de proyectos en un entorno virtual. Sin embargo, la adopción de tecnologías avanzadas en el ámbito académico no garantiza, por sí sola, la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje si no se encuentra respaldada por modelos metodológicos estructurados que orienten su uso de manera coherente y sistemática.

En la carrera de Logística y Transporte de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi se ha avanzado en la implementación de laboratorios especializados en tecnologías inmersivas, simulación y operaciones logísticas, lo que representa una fortaleza institucional para la formación académica y el desarrollo de proyectos. No obstante, la existencia de infraestructura tecnológica por sí sola no garantiza un aprovechamiento óptimo si no se cuenta con modelos metodológicos que orienten de manera sistemática la gestión de proyectos académicos bajo los principios de la logística 4.0.

Actualmente, el desarrollo de proyectos académicos, de investigación e innovación en la carrera evidencia diversidad en enfoques, metodologías y niveles de integración tecnológica, lo que puede generar inconsistencias en los resultados de

aprendizaje y en la transferencia de conocimientos hacia contextos reales. Esta situación evidencia la necesidad de contar con lineamientos metodológicos que permitan estandarizar y optimizar el uso de tecnologías 4.0 en la gestión de proyectos virtuales.

Asimismo, la ausencia de modelos metodológicos específicos dificulta la evaluación del impacto real de las tecnologías 4.0 en los procesos formativos y limita la posibilidad de escalar las experiencias exitosas hacia otros contextos académicos o hacia proyectos de vinculación con el sector productivo. Esta brecha metodológica reduce el potencial de los laboratorios como espacios estratégicos para la innovación educativa y la transferencia tecnológica.

En este escenario, se identifica como problema central la ausencia de modelos metodológicos estructurados de logística 4.0 para la gestión de proyectos virtuales en la carrera de Logística y Transporte de la UPEC, que integren de manera sistemática la simulación académica, las tecnologías 4.0 y la gestión de proyectos, orientados a fortalecer el proceso de enseñanza–aprendizaje y la pertinencia de los proyectos desarrollados en el contexto académico.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera un modelo metodológico basado en logística 4.0, apoyado en tecnologías 4.0 y en un entorno de simulación académica, puede contribuir al fortalecimiento de la gestión de proyectos virtuales en la Carrera de Logística y Transporte de la UPEC?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se justifica por la necesidad de fortalecer la gestión de los proyectos virtuales en la carrera de logística y transporte de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC), en un contexto caracterizado por la creciente incorporación de tecnologías asociadas a la logística 4.0 y a la transformación digital de los procesos logísticos y educativos. Si bien la carrera dispone de infraestructura tecnológica relevante, el diagnóstico desarrollado evidenció que su uso académico no se encuentra plenamente articulado a través de un enfoque metodológico institucional que garantice coherencia, estandarización y aprovechamiento sistemático de dichas tecnologías.

Desde el punto de vista académico–metodológico, la investigación se justifica debido a la ausencia de modelos metodológicos estructurados que orienten la planificación, ejecución, validación y documentación de proyectos virtuales con enfoque en logística 4.0. El diagnóstico desarrollado evidenció la existencia de enfoques heterogéneos en los proyectos analizados, con distintos niveles de virtualización, integración tecnológica y rigor metodológico, lo que dificulta la comparabilidad de resultados, limita la reproducibilidad de los proyectos y reduce el impacto formativo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En este sentido, el estudio aporta mediante el diseño de un modelo metodológico basado en logística 4.0, que integra de manera sistemática la simulación de eventos discretos, la analítica de datos, las tecnologías digitales y el entorno virtual, estableciendo fases, productos y criterios de evaluación claramente definidos. Este aporte metodológico contribuye a organizar la gestión de proyectos virtuales, reducir la variabilidad en los enfoques aplicados y mejorar la calidad técnica y académica de los proyectos desarrollados por estudiantes y docentes.

Desde el ámbito formativo, la investigación se justifica porque promueve el aprendizaje práctico y experiencial, al articular la teoría con la aplicación en un entorno simulado y virtual. El modelo metodológico propuesto facilita el desarrollo de competencias técnicas, analíticas y digitales en el estudiante, fortaleciendo su capacidad para modelar sistemas logísticos, analizar escenarios, interpretar indicadores clave de desempeño y tomar decisiones basadas en datos, competencias indispensables en el contexto profesional de la logística 4.0.

Asimismo, el estudio contribuye al mejor aprovechamiento de los laboratorios institucionales, en particular del Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0 y del Laboratorio de Tecnologías Inmersivas y Simulación (XR-LAB), al establecer lineamientos metodológicos que orientan su uso en función de objetivos académicos concretos. De esta manera, la infraestructura tecnológica disponible se transforma en un recurso estratégico para la innovación educativa, la investigación aplicada y la gestión de proyectos virtuales de mayor pertinencia.

A nivel institucional, la investigación genera un referente metodológico replicable, que puede ser utilizado como base para la mejora continua de la carrera, el fortalecimiento de los procesos curriculares y la articulación entre asignaturas, proyectos de laboratorio y trabajos de titulación. Adicionalmente, sienta las bases

para el desarrollo de proyectos de vinculación con el sector productivo y de cooperación interinstitucional, alineados con las demandas actuales de la logística digital y la transformación tecnológica.

La justificación del estudio radica en su pertinencia frente a las tendencias internacionales en Industria 4.0 y 5.0, donde la digitalización, la simulación, la automatización inteligente y el enfoque *human-centric* constituyen ejes fundamentales. En este contexto, la propuesta metodológica contribuye a la formación de un profesional capaz de gestionar proyectos virtuales en entorno logístico complejo, fortaleciendo la relación entre la academia y el sector productivo y respondiendo de manera oportuna a los desafíos de la logística 4.0.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar un modelo metodológico basado en logística 4.0 para la gestión de proyectos virtuales en la Carrera de Logística y Transporte de la UPEC, apoyado en tecnologías 4.0 y en un entorno de simulación académica.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar el nivel de implementación y uso de las tecnologías 4.0 y su integración en la gestión de proyectos virtuales en la Carrera de Logística y Transporte de la UPEC.
- Proponer un modelo metodológico basado en logística 4.0 para la gestión de proyectos virtuales.
- Validar el modelo metodológico propuesto en el entorno académico, a través de su aplicación en proyectos virtuales, evaluando su pertinencia, efectividad e impacto formativo.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es el nivel de implementación y uso de las tecnologías 4.0 y de la gestión de proyectos virtuales en la carrera de logística y transporte de la UPEC?
- ¿Qué brechas metodológicas y tecnológicas se presentan en la gestión actual de los proyectos virtuales en la carrera?

- ¿Cómo deben estructurarse los modelos metodológicos basados en logística 4.0 para la gestión de proyectos virtuales en la carrera de logística y transporte de la UPEC?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Diversos estudios señalaron que la logística 4.0 surgió como una evolución de los sistemas logísticos tradicionales mediante la integración de tecnologías digitales, automatización y análisis avanzado de datos, lo que permitió una gestión más eficiente y flexible de las operaciones. Según Kagermann et al. (2013) señala que la aplicación de los principios de la Industria 4.0 en la logística mejora la toma de decisiones y la capacidad de adaptación de los sistemas productivos, lo que evidencia la necesidad de formar profesionales con competencias alineadas a este enfoque.

En el ámbito académico, diversos estudios recientes señalan que la formación en logística debe incorporar metodologías activas y tecnologías digitales para responder a la creciente complejidad de las cadenas de suministro. En particular, Paragarino et al. (2024) y Ting et al. (2023), destacan que el uso de simulación y entornos virtuales facilita la comprensión de sistemas logísticos complejos, fortalece el aprendizaje aplicado y favorece el desarrollo de competencias profesionales, lo que respalda la incorporación de laboratorios tecnológicos en los procesos formativos.

Por otra parte, la gestión de proyectos virtuales ha sido abordada por Kerzner (2009) quien señala que los proyectos desarrollados en entornos digitales requieren metodologías adaptadas que integren herramientas tecnológicas, colaboración remota y control basado en datos. Este enfoque resulta pertinente para el desarrollo de proyectos académicos apoyados en tecnologías 4.0 y simulación.

El estudio de Law y Kelton (1991) y Banks et al. (2010) establece que la simulación aplicada a sistemas logísticos y productivos permite evaluar escenarios, reducir riesgos y optimizar procesos antes de su implementación real. Estos trabajos sustentan el uso de simulación académica como eje metodológico en proyectos formativos.

En las investigaciones recientes sobre educación en ingeniería y logística 4.0 se distingue la necesidad de modelos metodológicos estructurados que integren tecnologías digitales, aprendizaje basado en proyectos y vinculación con casos reales Rad et al. (2025), lo que justifica el desarrollo de modelos metodológicos específicos para la gestión de proyectos virtuales en contextos académicos.

2.2 MARCO TEÓRICO

La logística 4.0 surge como consecuencia directa de la Cuarta Revolución Industrial, en la que el sistema productivo y de distribución evoluciona hacia un entorno digitalizado, interconectado e inteligente. Este enfoque combina tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la analítica de datos, la inteligencia artificial (IA), la automatización y los sistemas ciberfísicos, con el propósito de optimizar el flujo de materiales, información y recursos humanos (Winkelhaus y Grosse, 2020).

De acuerdo con Calatayud y Katz (2019), la logística 4.0 representa un cambio estructural en la forma en que la organización gestiona sus procesos, priorizando la integración tecnológica y la toma de decisiones basada en datos. Su aplicación no se limita al ámbito industrial, sino que también se ha expandido hacia la educación superior, donde la adopción de herramientas digitales permite simular escenarios reales de operación, desarrollar competencias analíticas y fomentar la innovación académica. En este sentido, la logística 4.0 se apoya en tres principios básicos:

- **Conectividad:** interconexión entre actor, recurso y el sistema, mediante una plataforma digital.
- **Automatización:** sustitución de tarea manual por un proceso inteligente asistido por IA y por el sensor IoT.
- **Analítica de datos:** utilización de grandes volúmenes de información para la planificación predictiva y la mejora continua.

2.2.1 Industria 4.0

La Industria 4.0 representa un cambio significativo en el sistema de producción, caracterizado por la digitalización e interconectividad de los procesos mediante tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la Inteligencia Artificial (IA), la automatización, los sistemas ciberfísicos (CPS) y la analítica de datos. Este nuevo

paradigma permite la toma de decisiones en tiempo real, la optimización de recursos y la creación de un entorno inteligente que se adapta de forma autónoma al cambio en la demanda o en la condición operativa. Según Kagermann et al. (2013), la Industria 4.0 implica una integración horizontal y vertical del sistema de producción, dando paso a un modelo más flexible, eficiente y orientado a la personalización.

2.2.2 Logística 4.0

La logística 4.0 constituye la transformación digital de la operación logística y forma parte integral de la cuarta revolución industrial. De acuerdo con Roshid et al. (2024), esta evolución marca un cambio en la forma en que se gestiona la cadena de suministro, mediante la integración de tecnología digital avanzada para optimizar el proceso logístico tradicional.

La evolución hacia la logística 4.0 puede trazarse desde la logística 1.0, caracterizada por la mecanización básica, pasando por la logística 2.0 con la automatización inicial, y por la logística 3.0 con la integración de sistemas informáticos básicos, hasta llegar a la actual logística 4.0, que se distingue por la interconexión digital completa y la automatización inteligente.

Según Winkelhaus y Grosse (2020), la logística 4.0 se basa en la implementación de sistemas ciberfísicos (CPS), gemelos digitales, simuladores, realidad virtual, realidad mixta e Internet de las Cosas (IoT), entre otros recursos, que permiten la creación de un sistema logístico inteligente con capacidad para tomar decisiones autónomas. Asimismo, se señala que la verdadera innovación de la logística 4.0 radica en unir el mundo físico con el digital a través de sensores, actuadores y sistemas de procesamiento de datos en tiempo real.

El fundamento tecnológico de la logística 4.0 se sostiene en cuatro pilares principales: conectividad ubicua, analítica avanzada, automatización inteligente e integración digital *end-to-end*. Cada uno de estos pilares permite una gestión más eficiente de la operación logística, facilitando la toma de decisiones basada en datos y la optimización continua del proceso.

2.2.3. Transformación digital en la educación superior

La transformación digital universitaria implica mucho más que la incorporación de tecnología, supone una reconfiguración cultural y organizativa que redefine la metodología de enseñanza, la gestión institucional y la vinculación con la sociedad. Según Vega (2021), la educación superior ecuatoriana se encuentra en una fase de transición hacia un modelo digital de aprendizaje y gestión, donde la innovación, la colaboración virtual y la analítica de datos constituyen ejes estratégicos para la sostenibilidad institucional.

En este contexto, la universidad debe integrar sistemas inteligentes que permitan gestionar proyectos virtuales, simular procesos y evaluar resultados en tiempo real, fomentando así la eficiencia y la transparencia. La transformación digital educativa se traduce en la capacidad de generar experiencias de aprendizaje personalizadas, automatizadas y colaborativas, impulsadas por el análisis de datos y la virtualización de los procesos.

La UPEC, mediante su laboratorio y centro experimental (Lab-XR, FABLAB y CESF), ha iniciado esta transformación mediante la incorporación de tecnología de realidad virtual, simulación digital y automatización; sin embargo, aún requiere consolidar un modelo metodológico que integre esta herramienta dentro de un marco académico coherente.

- Teoría de la transformación digital organizacional

La primera base teórica que sustenta este estudio es la Teoría de la Transformación Digital Organizacional (DTO) propuesta por Vial (2019). Esta teoría plantea que la digitalización no solo introduce nuevas herramientas, sino que redefine el modelo de negocio, la estructura y el comportamiento organizativo. La DTO sostiene que el éxito de la transformación digital depende de tres factores: liderazgo tecnológico, gestión del cambio cultural y alineación estratégica entre los objetivos institucionales y la capacidad digital.

En el caso de la educación superior, esta teoría explica cómo la adopción de tecnologías como la simulación, la automatización o el análisis de datos puede

modificar la dinámica institucional, promoviendo la eficiencia, la innovación y la colaboración.

Aplicada al contexto de la UPEC, la DTO justifica la creación de una metodología digital integrada que conecte la docencia con la investigación, bajo un enfoque 4.0 orientado a resultados medibles.

- Herramientas tecnológicas 4.0

La logística 4.0 se sustenta en un conjunto de herramientas tecnológicas que permiten digitalizar, automatizar y optimizar los procesos operativos a lo largo de la cadena de suministro. Estas tecnologías integran sistemas inteligentes, conectividad avanzada, análisis de datos y soluciones ciberfísicas que fortalecen la eficiencia y la capacidad de respuesta de la organización. En la Tabla 1 se presenta el principal concepto tecnológico asociado a la logística 4.0, complementado con la información ampliada en el Anexo 3, donde se detalla su descripción adicional, aplicación y relevancia para el entorno industrial y logístico moderno.

Tabla 1. Conceptos Tecnológicos en logística 4.0

Tecnología / Servicio	Definición
<i>Mobile technologies (MT)</i>	Tecnologías inalámbricas y móviles que permiten comunicación y acceso a datos desde dispositivos portátiles en tiempo real, facilitando procesos de operación y gestión fuera de ubicaciones fijas.
<i>Information and Communication Technology (ICT)</i>	Conjunto de tecnologías que integran telecomunicaciones, computación y sistemas de información para facilitar comunicación digital y gestión de datos.
<i>Computing (CP)</i>	Uso de sistemas basados en computadoras para procesar, almacenar y analizar datos, central en sistemas de manufactura digital.
<i>Synchronization</i>	Proceso por el cual sistemas y datos se alinean en tiempo real para asegurar coherencia de información y operaciones entre múltiples dispositivos o unidades.
<i>Algorithms</i>	Conjuntos de instrucciones o reglas formales utilizadas por computadoras para procesar datos y tomar decisiones automatizadas.
<i>Flow control</i>	Técnica de gestión que regula el ritmo de transferencia y procesamiento de datos o materiales para evitar sobrecargas y asegurar eficiencia de procesos.
<i>Digitalization</i>	Proceso de conversión de procesos, información y operaciones físicas a formatos digitales para facilitar análisis, automatización y toma de decisiones.
<i>Automation</i>	Técnica y métodos empleados para operar sistemas o procesos con mínima intervención humana, mejorando eficiencia y consistencia.

Tecnología / Servicio	Definición
<i>Deep Learning</i>	Subcampo de aprendizaje automático basado en redes neuronales profundas que puede aprender representaciones complejas de datos para tareas como clasificación o predicción.
<i>Product digital design</i>	Diseño de productos utilizando herramientas digitales (CAD, modelado 3D) que permiten simulación y pruebas virtuales antes de la fabricación.
<i>Learning Systems</i>	Plataformas o sistemas tecnológicos que permiten la adquisición, gestión y evaluación de conocimientos, frecuentemente utilizados en capacitación corporativa.
<i>Digital Storage</i>	Almacenamiento de datos en formatos digitales en servidores o sistemas de almacenamiento para uso y recuperación rápida.
<i>Lean Manufacturing</i>	Filosofía y conjunto de prácticas enfocadas en eliminar desperdicios y maximizar valor al cliente reduciendo actividades que no agregan valor.
Arquitectura de Pares	Arquitectura computacional que soporta colaboración entre sistemas y nodos para intercambio eficiente de datos y servicios (término aplicación tecnológica).
<i>Predictive Maintenance (PM)</i>	Estrategia de mantenimiento que utiliza monitoreo de condiciones, análisis de datos y modelos predictivos para anticipar fallas y programar intervenciones antes de averías.
<i>Management Innovation (MI)</i>	Desarrollo e implementación de nuevas prácticas de gestión que aportan mejoras significativas en eficiencia, productividad y competitividad de la organización.
<i>Production Planning and Control (PPC)</i>	Conjunto de actividades de planificación, programación y supervisión de procesos de producción para asegurar uso eficiente de recursos y cumplimiento de objetivos.
<i>Engineering Education</i>	Disciplina educativa que capacita en conocimientos técnicos y habilidades aplicadas para ingeniería, crucial en procesos tecnológicos avanzados.
<i>Energy Efficiency</i>	Uso óptimo de la energía para obtener resultados productivos reduciendo desperdicios y costos energéticos.
<i>Quality Control</i>	Aplicación de métodos y técnicas para verificar que productos o procesos cumplan con especificaciones y estándares predefinidos.
<i>Knowledge Management</i>	Práctica organizacional para capturar, organizar y compartir conocimiento para mejorar decisiones y desempeño.
<i>Network Security</i>	Conjunto de políticas, tecnologías y prácticas destinadas a proteger redes y datos contra accesos no autorizados y amenazas cibernéticas.
<i>Personnel Training</i>	Actividades formativas diseñadas para desarrollar habilidades y competencias específicas del personal.
<i>Forecasting</i>	Proceso de estimación de tendencias futuras de variables relevantes mediante análisis de datos históricos y modelos.
<i>Cybersecurity</i>	Área tecnológica enfocada en proteger sistemas, redes y datos de ataques o accesos no autorizados.
<i>Technological Innovation</i>	Introducción de nuevos procesos, productos o métodos tecnológicos que mejoran desempeño competitivo.
<i>Decision Support Systems</i>	Sistemas de información que ayudan en la toma de decisiones mediante análisis de datos y modelos para evaluar opciones.
<i>Information Management</i>	Proceso de recolectar, almacenar y utilizar información de forma eficiente para apoyar operaciones y estrategias.
<i>Services</i>	Actividades intangibles que apoyan la producción o comercialización, orientadas a satisfacer necesidades específicas de clientes o procesos.

- Herramientas tecnológicas en logística 4.0

La herramienta de gestión en logística 4.0 permite coordinar, monitorear y optimizar el proceso operativo mediante el uso de sistemas digitales, plataformas colaborativas y tecnologías avanzadas de control. Su implementación facilita la toma de decisiones basada en datos, la trazabilidad de la operación y la integración de los diferentes eslabones de la cadena de suministro. En la Tabla 2 se presenta la principal herramienta de gestión aplicada en el contexto de la logística 4.0, organizada según su función y alcance dentro del sistema logístico. A partir del concepto tecnológico definido en la Tabla 2, la herramienta de gestión en logística 4.0 se entiende como un sistema y una plataforma que integra y operacionaliza dicha tecnología.

Tabla 2. Herramientas de Gestión en logística

Herramienta de gestión	Definición funcional	Aplicaciones principales
Sistemas ERP	Sistemas integrados para la gestión de información organizacional y planificación de recursos	Integración de procesos; gestión financiera; automatización administrativa; análisis de datos
Plataformas de visibilidad en tiempo real	Plataformas que permiten el monitoreo continuo y sincronizado de eventos logísticos	Seguimiento en tiempo real; alertas proactivas; gestión de excepciones
Sistemas WMS	Sistemas para la gestión digital y automatizada de inventarios y almacenes	Trazabilidad; control de inventarios; optimización de <i>picking</i>
Optimización de operaciones en almacenes	Aplicación de algoritmos para optimizar flujos y asignación de recursos	Reducción de tiempos; balanceo de cargas; eficiencia operativa
Sistemas TMS	Sistemas de apoyo a la planificación y control del transporte	Diseño de rutas; consolidación de cargas; planificación de capacidad
Ejecución operativa del transporte	Herramientas digitales para control y seguimiento de operaciones de transporte	Seguimiento en tiempo real; documentación electrónica; gestión de incidencias

2.2.4. Gestión de proyectos

De acuerdo con el *Project Management Institute* (2021) la gestión de proyectos consiste en emplear conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas en las actividades del proyecto con el fin de satisfacer sus requisitos.

Por su parte, Kerzner (2009) la define como la planificación, organización, dirección y control del recurso de la empresa durante un periodo determinado para lograr objetivo específico.

- Tipos de proyectos

La literatura especializada establece que un proyecto se clasifica según el propósito analítico y el contexto de aplicación. Desde el enfoque por sector, Crawford y Schultz (2013) agrupan el proyecto en construcción e ingeniería, tecnología de la información (TI), investigación y desarrollo (I+D) y cambio organizacional; cada categoría presenta condición, riesgo y entregable característico. Desde el enfoque por metodología, se distingue proyecto predictivo (tradicional), adaptativo (ágil) e híbrido, de acuerdo con el nivel de incertidumbre y la forma de planificación y control. Con base en este criterio y considerando el contexto universitario y logístico del estudio, se adopta una clasificación operativa orientada al diagnóstico, que organiza el proyecto por finalidad, tipo de entregable y evidencia verificable, facilitando su vinculación con tecnología 4.0 y con la gestión de proyecto virtual.

- Clasificación de proyectos educativos (académicos)

El proyecto educativo se orienta al desarrollo de competencia y a la generación de evidencia evaluable dentro del proceso formativo. Para el análisis, se clasifica en:

1. Proyecto de aula (formativo): se ejecuta en asignatura para aplicar contenido y desarrollar competencia mediante entregable académico.
2. Proyecto de titulación (tesis o trabajo de integración curricular): integra investigación aplicada y un producto formal, con metodología definida y evidencia validable.
3. Proyecto de investigación formativa (semillero): fortalece competencia investigativa mediante participación guiada en línea o grupo académico.
4. Proyecto de vinculación con la sociedad (aprendizaje-servicio): atiende necesidad del entorno a través de intervención académica y evidencia de impacto.
5. Proyecto de laboratorio (experimental, simulación o prototipado): se concentra en validación técnica y desarrollo de modelo, simulación o prototipo en entorno de laboratorio.

Esta clasificación facilita la identificación del nivel de complejidad, del actor involucrado y de la evidencia disponible por tipo de proyecto.

- Clasificación de proyectos empresariales

El proyecto empresarial se orienta a generar valor organizacional mediante mejora del desempeño, implementación de cambio o incorporación de tecnología. En el ámbito logístico, se clasifica en:

1. Proyecto de mejora de proceso: optimiza tiempo, costo, productividad y calidad operativa mediante análisis y rediseño de proceso.
2. Proyecto de implementación tecnológica: incorpora e integra *software* o *hardware* para automatización, control y trazabilidad.
3. Proyecto de expansión e infraestructura: incrementa capacidad y mejora infraestructura física o *layout* de instalación.
4. Proyecto de calidad, seguridad y cumplimiento: asegura conformidad normativa, control documental, auditoría y gestión de riesgo.
5. Proyecto de cadena de suministro y optimización: mejora planificación, inventario, distribución y nivel de servicio mediante decisiones basadas en datos.
6. Proyecto de innovación y nuevo servicio: desarrolla nueva solución, servicio o modelo operativo para responder a necesidad emergente.

Esta clasificación permite asociar cada tipo con entregable típico, como procedimiento, indicador, piloto o sistema implementado, y con tecnología habilitadora.

- Clasificación de proyectos de investigación y desarrollo (I+D)

Para proyecto de I+D se adopta la clasificación del Manual de Frascati la cual distingue:

1. Investigación básica: genera conocimiento nuevo sin aplicación inmediata, con énfasis en fundamento y principio.
2. Investigación aplicada: orienta el conocimiento a la solución de problema específico, con utilidad práctica definida.
3. Desarrollo experimental: utiliza conocimiento existente para producir o mejorar producto, proceso o servicio mediante prototipo, piloto o implementación.

Esta tipología permite diferenciar proyecto por finalidad, incertidumbre técnica y evidencia verificable, lo cual resulta clave para diagnosticar la materialización tecnológica y el resultado asociado a la investigación.

La clasificación por sector (Crawford y Schultz, 2013) y por enfoque metodológico (Schwaber y Sutherland, 2020), aporta una visión general de la diversidad de proyecto. Sin embargo, para el diagnóstico del estudio se prioriza una clasificación operativa, educativa, empresarial e I+D, debido a que permite ordenar el proyecto identificado, comparar evidencia y vincular su desarrollo con tecnología 4.0 y con la gestión de proyecto virtual.

- Gestión de proyectos virtuales

La gestión de proyectos virtuales constituye una extensión de la gestión tradicional adaptada a los entornos digitales. Según el *Project Management Institute* (2021), esta modalidad se caracteriza por el uso intensivo de tecnologías de comunicación, entornos colaborativos y herramientas de planificación en línea para coordinar equipos distribuidos.

En el ámbito académico, el proyecto virtual se convierte en un espacio de aprendizaje experiencial, donde el estudiante aplica metodologías ágiles y herramientas digitales para resolver problemas logísticos simulados.

Lee (2021) señala que el funcionamiento eficaz de los equipos virtuales requiere liderazgo adaptativo, comunicación constante y el uso de herramientas digitales integradas que permitan garantizar la trazabilidad y el control de las actividades. En este sentido, el proyecto virtual no solo constituye una metodología de aprendizaje, sino también una estrategia institucional orientada a optimizar la gestión del conocimiento.

- Fundamentos de la gestión de proyectos virtuales

La gestión de proyectos virtuales se basa en:

1. Base tecnológica

Serrat (2017) señalan que la infraestructura tecnológica en los proyectos virtuales debe respaldar funciones esenciales como la comunicación, la colaboración y el control del proyecto. Esta idea resalta la importancia de seleccionar herramientas adecuadas para asegurar el desarrollo y la correcta ejecución del proyecto virtual.

2. Base de procesos

Según Saarinen (2016), los procesos de los proyectos virtuales deben ajustarse a las condiciones del entorno digital. En la fase de planificación, se requiere un mayor nivel

de detalle y precisión debido a la limitada interacción presencial entre los participantes. Durante la ejecución, resulta indispensable contar con procesos claramente documentados y con herramientas de colaboración eficientes. En cuanto al monitoreo, este exige sistemas de seguimiento y control más sólidos que permitan supervisar el avance del proyecto a distancia. Finalmente, la etapa de cierre demanda una documentación exhaustiva y una adecuada transferencia del conocimiento generado.

Metodologías ágiles en entornos virtuales

Como señala Stray y Moe (2020), la implementación de práctica ágil en equipo virtual requiere una adaptación del principio tradicional del agilismo, en especial en aspecto de comunicación y colaboración.

Schwaber y Sutherland (2020) creadores de *Scrum*, mencionan que, en entorno virtual, el evento y el artefacto ágil deben adaptarse manteniendo su esencia:

1. *Ceremonias Virtuales*
2. *Daily Scrums virtuales*
3. *Sprint Planning remoto*
4. *Retrospectivas en línea*
5. *Sprint Reviews virtuales*

- Relación entre logística 4.0 y proyectos virtuales

La logística 4.0 no se limita únicamente a la optimización de la cadena de suministro física, sino que extiende sus beneficios hacia la gestión de proyectos desarrollados en entornos virtuales. De acuerdo con diversos autores, la tecnología habilitadora de la cuarta revolución industrial, como el Internet de las Cosas (*IoT*), la analítica de datos, la simulación y la realidad virtual, constituye una herramienta clave para planificar, coordinar y controlar proyecto en escenario digitales.

En este contexto, el proyecto virtual se beneficia de la capacidad de integración y análisis que ofrece la logística 4.0. Por ejemplo, la simulación de eventos discretos permite modelar procesos y anticipar resultado antes de su implementación, lo que contribuye a reducir la incertidumbre y el riesgo asociado a la ejecución del proyecto. De igual manera, el uso de plataformas colaborativas basadas en tecnología 4.0 facilita la comunicación en tiempo real entre equipo de trabajo

distribuido geográficamente, optimizando la toma de decisiones y la gestión del recurso (Henderson et al., 2017)

La relación entre estas dos áreas también se evidencia en la educación superior, donde la universidad ha comenzado a integrar laboratorios virtuales y herramientas de simulación como apoyo al desarrollo de proyecto académico. Esto responde a la necesidad de formar un profesional capaz de gestionar proyectos en entornos cada vez más digitalizado y globalizado (Rivillas, 2022).

La logística 4.0 ofrece un conjunto de tecnologías que fortalece la gestión de proyecto virtual, brindando solución que combina la capacidad de análisis de datos, la virtualización de procesos y la optimización de recursos. Este vínculo se convierte en la base para una propuesta innovadora, como la aplicación de metodología de simulación de eventos discretos para proyecto virtual en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

2.2.5. Proyectos en entornos virtuales

- Concepto y fundamentos de los proyectos

Antes de abordar la gestión virtual del proyecto, resulta necesario establecer una base conceptual que permita comprender qué se entiende por proyecto y cuál es su característica esencial. Esta conceptualización es clave, ya que constituye el fundamento para la definición de indicadores y dimensiones de análisis en contexto universitario digitalizado. A continuación, la Tabla 3 presenta la definición operativa de proyecto y su principal elemento, contextualizado al entorno universitario virtual.

Tabla 3. Definición operativa de proyecto en contexto universitario virtual

Elemento	Descripción sintética	Manifestación en proyectos universitarios virtuales
Proyecto	Esfuerzo temporal orientado a lograr un resultado único mediante actividades coordinadas	Desarrollo de tesis, proyectos académicos o simulaciones
Temporalidad	Tiene inicio y fin definidos	Cronogramas digitales y fechas de entrega
Objetivos	Metas claras y evaluables	Objetivos formulados y criterios de evaluación
Recursos	Humanos, tecnológicos y de información	Estudiantes, docentes, <i>software</i> , datos
Restricciones	Límites de tiempo, alcance y calidad	Plazos académicos y disponibilidad tecnológica

2.2.6. Gestión de proyectos y su evolución hacia entornos virtuales

- Gestión de proyectos

La gestión de proyectos se concibe como un proceso estructurado que permite organizar, coordinar y controlar la actividad necesaria para alcanzar el objetivo definido. En un entorno virtual, este proceso se apoya en plataformas digitales que facilitan la planificación, la ejecución y el seguimiento del proyecto académico como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Gestión de proyectos como proceso estructurado

Proceso	Propósito	Aplicación en gestión virtual
Planificación	Definir alcance, tiempos y recursos	Cronogramas y planes digitales
Ejecución	Desarrollo coordinado de actividades	Trabajo remoto y entregables digitales
Seguimiento y control	Comparar avances con lo planificado	Reportes y tableros de control
Cierre	Validar resultados y aprendizajes	Entrega digital y documentación final

- Evolución de la gestión de proyectos

La gestión de proyectos ha evolucionado desde un enfoque tradicional hacia un modelo virtual, impulsado por la digitalización y la tecnología de la Industria 4.0 y la logística 4.0. Esta evolución responde a la necesidad de gestionar un proyecto cada vez más complejo, colaborativo y basado en datos. En la Tabla 5 se presenta la evolución de la gestión de proyectos y su relación con el entorno virtual.

Tabla 5. Evolución hacia entornos virtuales en educación superior

Enfoque	Características principales	Resultado en educación superior
Gestión tradicional	Presencial y documental	Baja flexibilidad
Gestión apoyada en TIC	Uso de herramientas digitales básicas	Mejora de la comunicación
Gestión virtual	Plataformas integradas y trabajo remoto	Mayor trazabilidad y control
Gestión en logística 4.0	Datos, simulación y analítica avanzada	Decisiones basadas en evidencia

2.2.7. Proyectos virtuales en el contexto de la logística 4.0

- Proyectos virtuales

El proyecto virtual representa una modalidad en la que la planificación, la ejecución y el control se desarrollan principalmente mediante un entorno digital. En el ámbito

universitario, esta modalidad permite integrar tecnología 4.0, simulación y colaboración remota en el proceso formativo. La Tabla 6 sintetiza la principal característica del proyecto virtual aplicado al contexto académico.

Tabla 6. Definición y características de proyecto virtual

Característica	Descripción	Evidencia digital
Virtualización	Entregables en formato digital	Informes, modelos, simulaciones
Colaboración remota	Trabajo distribuido	Reuniones virtuales y chats
Uso de plataformas	Integración de herramientas digitales	LMS, Drive, Teams, gestores

- Importancia de los proyectos virtuales en logística 4.0

El proyecto virtual fortalece el aprendizaje aplicado, la toma de decisiones basada en evidencia y la reducción de riesgo académico y operativo, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Aportes de los proyectos virtuales a la logística 4.0

Aspecto	Contribución
Simulación de procesos	Representación y análisis de sistemas logísticos
Optimización	Comparación de escenarios y alternativas
Toma de decisiones	Uso de datos y modelos
Reducción de riesgos	Menor costo y error antes de implementación

2.2.8 Tipología y fases de los proyectos virtuales aplicados al entorno académico

- Tipos de proyectos

En el contexto universitario, el proyecto puede clasificarse según su finalidad y tipo de entregable. Esta clasificación permite contextualizar el análisis de la gestión virtual del proyecto en la carrera y en la institución. La Tabla 8 presenta el principal tipo de proyecto universitario relevante para el estudio.

Tabla 8. Tipología de proyectos universitarios con enfoque virtual

Tipo de proyecto	Finalidad	Entregable típico
Académicos	Aplicación de contenidos	Informe o presentación
Titulación	Investigación aplicada	Documento final
Investigación	Generación de conocimiento	Artículo o informe
Innovación	Desarrollo de soluciones	Prototipo o modelo
Vinculación	Impacto social o empresarial	Informe de intervención

- Fases de los proyectos virtuales

El proyecto virtual mantiene la fase clásica de gestión, pero adaptadas al uso de plataforma digital y a la colaboración remota. Esta fase permite estructurar el desarrollo del proyecto académico de manera ordenada y controlable. La Tabla 9 describe la fase del proyecto virtual y la evidencia digital asociada.

Tabla 9. Fases del proyecto y su adaptación a la virtualidad

Fase	Descripción	Evidencia digital
Inicio	Definición del proyecto	Documento inicial
Planificación	Organización del trabajo	Cronograma digital
Ejecución	Desarrollo de actividades	Entregables en línea
Seguimiento y control	Monitoreo de avances	Reportes y bitácoras
Cierre	Validación final	Informe y acta de cierre

- Dimensiones de la variable Proyectos

La dimensión de la variable proyecto permite vincular el marco teórico con la metodología, facilitando la construcción de indicadores y la evaluación de la gestión virtual en el entorno universitario. La Tabla 10 presenta la dimensión de la variable proyecto con enfoque en gestión virtual

Tabla 10. Dimensiones para operacionalización de la variable

Dimensión	Enfoque en proyectos virtuales
Planificación	Organización digital del proyecto
Ejecución	Desarrollo coordinado en línea
Uso de herramientas digitales	Aplicación de plataformas y <i>software</i>
Gestión colaborativa	Coordinación y comunicación remota
Control y seguimiento	Monitoreo mediante indicadores
Resultados del proyecto	Cumplimiento de objetivos y calidad

2.2.9. Simulación de eventos discretos y su aplicación en la logística 4.0

La simulación de eventos discretos (SED) es una técnica computacional que permite representar el comportamiento de un sistema complejo a través de un modelo virtual, analizando la interacción entre recurso, proceso y variable.

Según Law y Kelton (1991), la *SED* constituye una de las metodologías más precisas para la toma de decisiones operativas, dado que posibilita experimentar sin intervenir en el entorno real, reduciendo riesgo y costo.

En el contexto de la logística 4.0, la simulación permite modelar desde el flujo de material hasta la asignación de recurso y la evaluación del tiempo de ciclo. El software *FlexSim* se destaca por su capacidad de generar entorno tridimensional interactivo, integrar dato en tiempo real y analizar indicador de desempeño (KPI), como tiempo de respuesta, utilización de recurso, productividad y eficiencia.

El estudio de Vega (2021), evidencia que el uso de simulación digital incrementa la capacidad de análisis y predicción en cadena de suministro académica y empresarial, facilitando la validación de estrategia antes de su ejecución real.

La simulación se entiende como una herramienta que permite representar y analizar el comportamiento de un sistema real mediante un entorno digital, con el propósito de anticipar su desempeño antes de intervenir directamente. En el diseño de instalación, esta alternativa ofrece la posibilidad de evaluar distinta configuración sin necesidad de realizar modificación física inmediata, lo que facilita la comparación de escenario y la toma de decisiones informada previa a la implementación de cambio en la disposición de una planta o proceso. En el presente estudio, la simulación constituye una herramienta clave para analizar escenario, validar proceso y fortalecer la gestión de proyecto virtual en el entorno académico.

- Metodología para simular

La simulación de eventos discretos constituye una herramienta fundamental para el análisis y mejora de un sistema complejo, permitiendo la representación virtual de proceso real sin incurrir en el costo y riesgo asociado a la experimentación directa. Banks et al. (2010) establecen que la simulación sirve de guía en la toma de decisiones al crear representación de diferente escenario y lapso en situaciones donde el sistema se torna complejo por la gran cantidad de variables que interactúan. Para llevar a cabo un estudio de simulación exitoso, resulta necesario seguir una metodología estructurada que garantice la validez y confiabilidad del resultado obtenido. La Figura 1 presenta la etapa fundamental que compone la metodología de simulación en eventos discretos, integrando el enfoque propuesto por diversos autores en el campo.

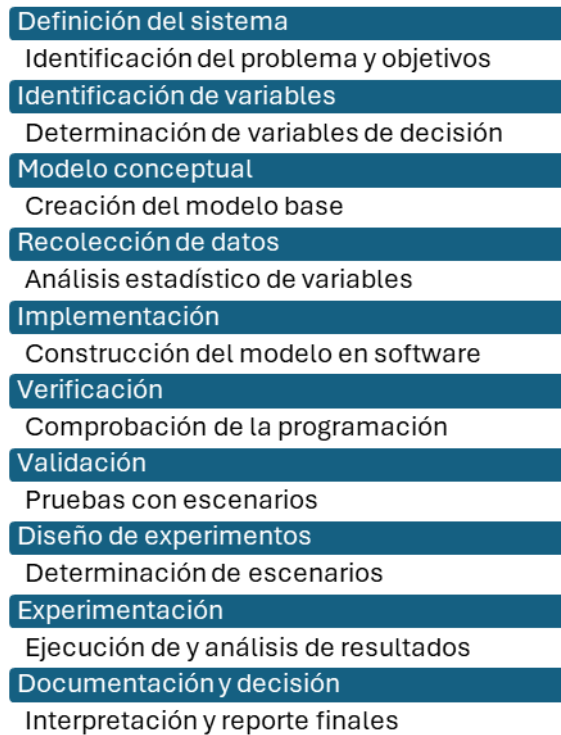


Figura 1. Metodología

La metodología de simulación se estructura a partir de una serie de etapas consecutivas y vinculadas entre sí, las cuales orientan el desarrollo integral de un proyecto de simulación. Esta secuencia permite organizar de manera ordenada el proceso desde su inicio hasta la obtención de resultados. La fase inicial se centra en la definición del sistema, lo que implica comprender con claridad el objeto de estudio, identificar el problema que motiva el análisis, establecer supuesto de partida y delimitar el alcance y la restricción del modelo. En esta etapa resulta indispensable realizar un análisis preliminar que permita reconocer la relación del sistema con su entorno, la limitación existente y la variable que interviene en su funcionamiento.

La segunda etapa, identificación de variables, consiste en determinar la variable relevante para el sistema y establecer su interrelación.

Según Law y Kelton (1991), enfatizan la importancia de definir con claridad la variable de decisión del modelo, ya que esta determinará en gran medida la clase de información que debe ser recolectada y el nivel de detalle necesario en etapa posterior.

La etapa de elaboración del modelo conceptual corresponde a una fase del proceso de simulación en la que se construye una representación base del sistema objeto de estudio. En esta etapa se busca describir el elemento fundamental y la relación más relevante del sistema real, sin que sea necesario reproducirlo en su totalidad. El modelo conceptual permite simplificar la realidad, facilitando la comprensión del funcionamiento del sistema y sirviendo como referencia para la etapa posterior del proceso de simulación. Se señala que la construcción de un modelo de simulación constituye tanto un arte como una ciencia, requiriendo creatividad y experiencia por parte del analista. Asimismo, se recomienda iniciar con un modelo simple que posteriormente pueda evolucionar hacia uno de mayor complejidad, asegurando que el nivel de detalle final no exceda el requerimiento necesario para cumplir con el propósito del estudio.

La etapa de recolección de datos se desarrolla de manera paralela a la construcción del modelo base y constituye un elemento fundamental para el adecuado desarrollo del estudio de simulación. En esta fase se define la información necesaria para caracterizar el comportamiento de la variable del sistema, lo que permite establecer representación coherente del fenómeno que se desea analizar. El dato puede provenir de la observación directa de un sistema en funcionamiento o, cuando el sistema aún no existe, de estimación sustentada en información previa. Para asegurar la calidad del dato recopilado, resulta relevante considerar el criterio de la persona con conocimiento directo del sistema, tal como el operador, el supervisor o el responsable del proceso, quien aporta información clave sobre su funcionamiento real.

La quinta etapa, implementación, consiste en la construcción del modelo utilizando un *software* de simulación apropiado. Sotomayor et al. (2021) destacan que la selección del *software* adecuado depende del tipo de sistema a modelar, de la habilidad del programador y de la complejidad del proyecto. En esta fase, la idealización del sistema debe ser codificada en un formato reconocible por computadora, requiriendo la definición clara de la información de entrada, de la condición inicial y de la lógica de interacción del sistema.

La verificación, sexta etapa del proceso, asegura que el modelo conceptual refleje con precisión el parámetro, el suceso y la lógica del sistema real. Según Kelton et al. (2015), establecen que es necesario comprobar la propiedad de la programación del modelo y verificar que todo parámetro utilizado funcione correctamente. Esta

etapa permite identificar error de programación, información incorrecta o incompleta, y cambio en el supuesto inicial que pudiera haber ocurrido durante el desarrollo del modelo.

La séptima etapa, validación, constituye un proceso de juicio relativo donde la utilidad del modelo debe ser comparada con el sistema real mediante la realización de prueba bajo condición normal de operación. Según Kelton et al. (2015), establecen que el modelo es válido si representa adecuadamente al sistema que está siendo modelado, lo cual se puede verificar analizando si la secuencia de movimiento y operación es correcta y si el estadístico del modelo es semejante al de la realidad. Para sistema nuevo, la validación resulta más compleja y puede realizarse introduciendo escenario sugerido por experto y validando que el comportamiento sea congruente con la expectativa basada en la experiencia.

El diseño de experimentos, octava etapa, implica la planificación del experimento que se realizará mediante el modelo de simulación establecido. En esta fase se definen la condición bajo la cual se hará la simulación, la duración del tiempo a simular y el número de réplica requerida. Banks et al. (2010) sugieren considerar diferente escenario que incluya condición extrema, variación en el nivel de producción, paro programado por mantenimiento, falla repentina y proyección de crecimiento a diferente lapso.

La novena etapa, experimentación, consiste en la ejecución del experimento establecido y en el análisis estadístico del resultado obtenido. En esta fase se mide el comportamiento del sistema simulado bajo la condición de interés preestablecida, generando tabla de datos y gráfico que permite hacer inferencia estadística y proyectar el valor de la medida de desempeño relevante. Law y Kelton (1991) enfatizan la importancia de realizar un análisis riguroso que considere la variabilidad inherente al modelo estocástico y que permita comparar diferente escenario mediante prueba estadística apropiada.

Finalmente, la décima etapa, documentación y decisión, integra la interpretación de resultados, la elaboración de reportes y la toma de decisiones. Según Sotomayor et al. (2021), establecen que la documentación del proyecto debe ser una tarea continua durante toda la construcción del modelo, incluyendo la formulación del problema, el objetivo, la consideración para elaborar el modelo conceptual, el criterio utilizado, el resultado del experimento y la recomendación establecida. Es

fundamental que el resultado numérico se presente con rango y no en término puntual, considerando la desviación estadística derivada del empleo de número aleatorio. La documentación debe incluir dos componentes principales: documentación técnica para el mantenimiento del modelo y un manual de usuario que facilite la interacción con el sistema desarrollado.

Es importante destacar que esta metodología no es necesariamente lineal, ya que puede requerir iteración entre diferente etapa, especialmente después del proceso de verificación y validación, cuando se identifique discrepancia entre el modelo y el sistema real. Esta iteración permite refinar el modelo hasta lograr una representación adecuada que genere resultado confiable para la toma de decisiones.

Desde la perspectiva del aprendizaje experiencial, el aprendizaje efectivo se fortalece cuando el estudiante experimenta, reflexiona, conceptualiza y aplica el conocimiento en situación real o simulada. En este marco, la simulación de eventos discretos se convierte en un método activo de aprendizaje, pues permite observar proceso complejo, analizar resultado y plantear mejora sin riesgo ni costo real. El uso de simulador como *FlexSim* en contexto académico potencia la fase del aprendizaje experiencial al permitir:

- Experimentación activa: representación de procesos reales.
- Reflexión: análisis del resultado de la simulación.
- Conceptualización: comprensión de relación causa-efecto.
- Aplicación: transferencia del conocimiento al entorno real.

De este modo, la simulación se constituye en una herramienta pedagógica que integra teoría, práctica y tecnología, fortaleciendo la formación técnica y el pensamiento crítico.

2.2.10. Tipos de Simulación

- 3D Básico

“La simulación tridimensional se presenta como una alternativa eficaz y prometedora porque permite a los estudiantes interactuar con modelos en entornos inmersivos y dinámicos, facilitando una comprensión más profunda y visual” (Cabezas et al., 2025, p. 18).

- Herramientas de simulación aplicadas a la logística y proyectos

En el ámbito de la logística y la gestión de proyectos, la herramienta de simulación se ha consolidado como un instrumento clave para modelar proceso, evaluar escenario y optimizar operación. Esta plataforma permite analizar dinámica compleja mediante entorno virtual, modelo tridimensional, técnica *multiphysics* y solución basada en realidad virtual o aumentada. En la Tabla 11 se presenta la principal herramienta gratuita de simulación identificada, junto con su aplicación, disponibilidad de licencia y observación relevante.

Tabla 11. Herramientas gratuitas de simulación

Herramienta	Tipo de simulación / aplicación	Licencia disponible	gratuita	Observaciones
<i>Unreal Engine</i>	Motor de simulación 3D y VR, creación de entornos inmersivos, gemelos digitales	Sí (gratuito, con royalties solo si se comercializa un producto)	con si se un	Usado para simulaciones gráficas, VR/AR y entrenamiento industrial.
<i>Autodesk Fusion 360</i>	CAD/CAE con simulación estructural básica y manufactura	Sí, versión gratuita para estudiantes, startups y uso personal		Permite modelado 3D y simulaciones mecánicas ligeras.
<i>OnScale Solve</i>	Simulación <i>multiphysics</i> (FEA, CFD) en la nube	Sí, plan gratuito limitado (<i>cloud credits mensuales</i>)		Ideal para prototipos académicos.
<i>Ingrid Cloud</i>	Simulación CFD (flujo de aire, aerodinámica) con IA en la nube	Sí, cuenta gratuita con limitaciones		Muy usada en arquitectura e ingeniería civil.
<i>VR-Design Studio</i>	Simulación de transporte y movilidad urbana en entornos 3D inmersivos	Sí, versión gratuita para estudiantes		Enfocado en planeación urbana y tráfico.
<i>PaleBlue</i>	Simuladores VR/AR para entrenamiento industrial	Sí, demo gratuita y licencias educativas		Centrado en logística y formación industrial.
<i>Shapr3D</i>	CAD 3D paramétrico con prototipado rápido	Sí, versión gratuita para estudiantes y educadores		No es 100% de simulación de procesos, pero sí de diseño/prototipo.
<i>Liveline</i>	Gemelos digitales para procesos industriales	Sí, versión gratuita básica		Ofrece monitoreo en tiempo real con limitaciones en la versión <i>free</i> .

En el análisis de herramienta profesional de simulación aplicada a logística, manufactura y gestión de proceso, se identificó un conjunto de solución comercial que ofrece capacidad avanzada para modelado, optimización y creación de entorno virtual especializado. Esta plataforma destaca por su robustez, su enfoque en aplicación industrial y su disponibilidad mediante licencia pagada, usualmente acompañada de versión demo o académica. En la Tabla 12 se presenta la herramienta con licencia identificada, junto con su tipo de simulación, modalidad de acceso y observación relevante.

Tabla 12. Herramienta con licencias

Herramienta	Tipo de simulación / aplicación	Licencia / Acceso	Observaciones
<i>SIMUL8</i>	Simulación de eventos discretos (procesos, manufactura, logística, servicios)	Pago, con demo gratuita y licencias académicas	Muy usada en logística y optimización de procesos.
<i>FlexSim</i>	Simulación discreta 3D para manufactura, logística y almacenes	Pago, versión demo y gratuita para estudiantes	Fuerte en visualización 3D y análisis de operaciones.
<i>Simio</i>	Simulación discreta y digital <i>twin</i> (cadena de suministro, manufactura, proyectos)	Pago, versión de prueba y académica	Orientado a simulaciones empresariales y <i>supply chain</i> .
<i>Process360 Live</i>	Simulación y análisis de procesos de negocio (BPM)	Pago, con pruebas limitadas	Más usado en procesos administrativos que industriales.
<i>Simcad Pro</i>	Simulación dinámica de procesos y manufactura	Pago, demo disponible	Enfoque en modelado rápido y flexible.
<i>CHEMCAD</i>	Simulación de procesos e ingeniería químicos	Pago, versión demo y licencias académicas	Estándar en simulación química de procesos.
<i>Creo (PTC)</i>	CAD/CAE con simulación mecánica	Pago, versión académica gratuita	Popular en diseño industrial y manufactura.
<i>Solid Edge (Siemens)</i>	CAD/CAE con simulación estructural y análisis	Pago, con licencias académicas gratuitas	Enfocado en ingeniería mecánica.
<i>SimSolid (Altair)</i>	Simulación estructural avanzada (FEA sin mallado)	Pago, demo gratuita	Ideal para diseño rápido en ingeniería estructural.
<i>Inspire (Altair Inspire)</i>	Diseño generativo, optimización topológica y simulación estructural	Pago, versión de prueba	Potente para innovación en diseño.
<i>CAEplex</i>	Simulación estructural en la nube (CAE, FEA)	Pago, con acceso limitado gratuito	Herramienta online enfocada en ingeniería.
<i>Minitab Workspace</i>	Estadística aplicada, análisis de procesos, <i>Six Sigma</i>	Pago, versión de prueba	Enfocado en calidad y mejora continua.
<i>Seebo</i>	Gemelos digitales para manufactura (prevención de pérdidas, eficiencia)	Pago, demo empresarial	Especializado en industria 4.0.

- *Software de simulación: Arena, Promodel, Simul8, Flexsim*

En el mercado existían numerosas herramientas de simulación por eventos discretos, entre las cuales *Arena*, *ProModel* y *Simul8* se identificaban como tres de las más difundidas.

Al ser funcionalmente comparables, al momento de su selección se debían considerar también aspectos asociados a la curva de aprendizaje y a la implementación de la herramienta, así como la calidad y cantidad de documentación disponible, la disponibilidad de módulos ajustados a la necesidad puntual y los costos de capacitación o asesoría requeridos para su construcción.

1. *Motion*: fue una herramienta orientada a la simulación del movimiento, utilizada para el análisis de velocidad, aceleración y fuerza en máquina y mecanismo en movimiento. La pieza se consideraba un sólido rígido,

incorporando muelle y amortiguador en el acoplamiento. La herramienta se utilizaba para dimensionar máquina y garantizar la vida a fatiga de todo componente. Estaba dirigida a industria dedicada a la creación de maquinaria, como el sector del *packaging*.

2. *Simulation, Catia, Ansys Mechanical, Abaqus*: se trataba de diferentes herramientas para realizar el análisis del comportamiento mecánico de pieza y estructura deformable. Permitían el dimensionamiento de pieza para posibilitar su montaje y desmontaje, como en el caso de *clipaje*, despliegue de *stent*, análisis de vibración para evitar resonancia y prevención de pandeo. Todo sector de producción y diseño podía aprovechar esta herramienta para optimizar el producto en peso y precio. Un caso concreto de aplicación correspondía al dimensionamiento de pieza en diverso sector.
3. *Flow Simulation, TdyN i Ansys Fluent*: herramientas empleadas para analizar el comportamiento de fluido, tanto para interior como para aerodinámico exterior de componentes.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, al integrar de manera complementaria procedimiento cualitativo y cuantitativo para el análisis del problema de estudio. De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), el método mixto constituye un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos que implica la recolección, el análisis y la integración de datos cuantitativos y cualitativo, con el propósito de generar inferencia más amplia y consistente a partir de la información obtenida.

En este estudio, el componente cualitativo se empleó para el análisis del contexto institucional, la revisión documental, la identificación de necesidades, limitaciones y oportunidades relacionada con la incorporación de tecnología 4.0 en la gestión de proyecto virtual, así como para el diseño del modelo metodológico propuesto. En este sentido, la investigación cualitativa permitió comprender el fenómeno en su escenario natural y examinarlo desde una perspectiva interpretativa, en concordancia con lo planteado por Denzin y Lincoln (2005), quienes señalan que este enfoque busca comprender el fenómeno a partir del significado que la personas le atribuye.

Por su parte, el componente cuantitativo se aplicó en la fase de validación del modelo metodológico, mediante la recolección y el análisis de dato numérico asociado al comportamiento de variable e indicador vinculado con la simulación, la evaluación de escenario y la comparación de resultado. Este componente permitió medir de manera objetiva aspecto relacionado con la integración de tecnología de logística 4.0 y su aplicación en la gestión de proyecto virtual dentro del entorno académico.

En consecuencia, la adopción de un enfoque mixto permitió articular el diagnóstico institucional, el sustento técnico del modelo metodológico y su validación en un

marco analítico integral, coherente con la naturaleza del problema de investigación y con el objetivo planteado.

3.1.2. Tipo de Investigación

La investigación se enmarcó en los siguientes tipos de investigación:

- Investigación descriptiva.

Según Seibu et al. (2025), la investigación descriptiva busca identificar y caracterizar propiedad, rasgo y comportamiento relevante de un fenómeno determinado. En el presente estudio, este tipo de investigación permitió describir la situación actual del uso de tecnología asociada a la logística 4.0 y de la gestión de proyecto virtual en la carrera de Logística y Transporte de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, considerando el contexto académico, la infraestructura disponible y la práctica desarrollada.

- Investigación aplicada.

De acuerdo con Patton (2015), la investigación aplicada se orienta a la solución de problema concreto en un campo específico, mediante la generación de propuesta o solución con posibilidad de implementación práctica. En este trabajo, este tipo de investigación se evidenció en el desarrollo de un modelo metodológico basado en logística 4.0 para la gestión de proyecto virtual, concebido como una propuesta operativa orientada a fortalecer el proceso académico de la carrera.

- Investigación de campo.

Como señalan Taylor et al. (2015), la investigación de campo implica la recolección directa de información en el contexto donde ocurre el hecho, sin manipular la variable de estudio. En esta investigación, la información fue obtenida directamente del entorno académico de la UPEC, particularmente de la carrera de Logística y Transporte, mediante el análisis de laboratorio, proyecto, documento institucional y actor vinculado al uso de tecnología 4.0, con el fin de identificar necesidad, condición real de implementación y oportunidad de mejora.

3.2. IDEA A DEFENDER

Un modelo metodológico basado en logística 4.0, sustentado en tecnologías 4.0 y en un entorno de simulación académica, constituye una alternativa pertinente para mejorar la gestión de proyectos virtuales en la Carrera de Logística y Transporte de la

UPEC, al responder a las brechas existentes en integración tecnológica, estandarización metodológica y aprovechamiento de los recursos académicos y de laboratorio.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Gestión de proyectos virtuales

Según el *Project Management Institute* (2021), la gestión de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos de este.

3.3.2. Logística 4.0

La logística 4.0 es la transformación digital de las operaciones logísticas y forma parte constitutiva de la cuarta revolución industrial. En este sentido, Roshid et al. (2024), señalan que dicha evolución redefine la gestión de las cadenas de suministro al integrar tecnologías digitales avanzadas con el propósito de optimizar los procesos logísticos tradicionales.

3.3.3. Operacionalización de variables

La operacionalización de variables permitió descomponer los conceptos centrales del estudio en dimensiones, indicadores, técnicas e instrumentos de recolección de información, con el fin de garantizar coherencia entre los objetivos de investigación, el proceso metodológico y el análisis de resultados. En este estudio, la variable independiente correspondió a logística 4.0, mientras que la variable dependiente estuvo asociada a la gestión de proyectos virtuales.

A partir de esta estructura, se definieron indicadores orientados a identificar el nivel de implementación tecnológica, el uso académico de herramientas digitales, la existencia de una metodología estructurada, su aplicabilidad en el entorno académico, su efectividad en procesos simulados y su impacto formativo. Asimismo, se estableció la correspondencia entre cada dimensión, la técnica empleada para obtener la información y el instrumento utilizado para su registro y análisis.

En la Tabla 13 se presenta la operacionalización de variables utilizada en la investigación.

Tabla 13. Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento	Forma de análisis
Logística 4.0	Nivel de implementación de tecnologías 4.0	Número de tecnologías 4.0 identificadas en la literatura científica; número de tecnologías 4.0 implementadas en la carrera; disponibilidad de simuladores, XR, ERP y analítica en los laboratorios	Análisis documental y observación estructurada	Ficha bibliográfica, ficha de observación y matriz de diagnóstico tecnológico	Análisis descriptivo, clasificación tecnológica y síntesis diagnóstica
	Uso académico de tecnologías 4.0	Número de asignaturas que incorporan tecnologías 4.0; número de proyectos académicos desarrollados con tecnologías 4.0; nivel de aprovechamiento académico de laboratorios y herramientas	Análisis documental	Matriz de análisis curricular y matriz de revisión de proyectos	Frecuencias, comparación por categorías y análisis descriptivo
	Diseño metodológico basado en logística 4.0	Existencia de una metodología estructurada; número de fases definidas; nivel de integración de tecnologías 4.0 en la propuesta	Análisis documental	Matriz de validación metodológica	Análisis comparativo y evaluación de coherencia estructural
Gestión de proyectos virtuales	Aplicabilidad académica de la metodología	Número de proyectos que aplican la metodología propuesta; número de áreas logísticas en las que se utiliza; nivel de adaptación al entorno académico	Observación estructurada y análisis de casos	Ficha de validación y matriz de aplicación académica	Análisis descriptivo e interpretación comparativa
	Efectividad de la metodología	Tiempos de proceso; comportamiento del sistema simulado; correspondencia entre modelo conceptual y modelo simulado; capacidad de análisis de escenarios	Simulación de eventos discretos y análisis comparativo	Dashboard de simulación, matriz comparativa y registro de KPI	Comparación de escenarios e interpretación de indicadores clave de desempeño
	Impacto formativo	Nivel de comprensión del sistema mediante tecnologías 4.0; percepción de utilidad académica de la metodología; aporte al aprendizaje práctico	Encuesta	Cuestionario	Frecuencias, porcentajes e interpretación descriptiva

La operacionalización presentada permitió articular de forma coherente las variables del estudio con las técnicas e instrumentos empleados en la investigación. Esta estructura facilitó el diagnóstico del contexto institucional, el análisis de proyectos y laboratorios, así como la validación del modelo metodológico mediante simulación y comparación de resultados, asegurando correspondencia entre los objetivos planteados y la evidencia empírica obtenida.

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

La investigación se desarrolló mediante un enfoque mixto, articulando procedimientos cualitativos y cuantitativos de manera complementaria. El componente cualitativo se empleó en la fase diagnóstica y de diseño del modelo metodológico, mediante la revisión bibliográfica, el análisis documental, la observación estructurada y la interpretación del contexto institucional vinculado con la gestión de proyectos virtuales y la incorporación de tecnologías 4.0 en la carrera de logística y transporte. El componente cuantitativo se aplicó en la fase de validación del modelo metodológico, a través de la simulación de eventos discretos, el análisis comparativo de escenarios y la evaluación de indicadores clave de desempeño.

En este marco, la investigación se orientó como un estudio aplicado, debido a que no se limitó a describir una problemática, sino que buscó proponer una solución metodológica concreta para fortalecer la gestión de proyectos virtuales en el entorno académico. Asimismo, incorporó un alcance descriptivo, al caracterizar el estado actual de la adopción tecnológica, la virtualización de proyectos y el uso de laboratorios institucionales. De igual forma, incluyó trabajo de campo, al recoger información directamente del contexto universitario analizado.

Como parte del proceso metodológico, se utilizaron los siguientes métodos, técnicas e instrumentos:

- Observación estructurada.

De acuerdo con Kawulich (2005), la observación estructurada permite recolectar información a partir de criterios previamente definidos. En esta investigación, se empleó para examinar el estado de los laboratorios, el tipo de tecnologías disponibles, el nivel de virtualización de los proyectos y las evidencias de uso académico de herramientas vinculadas con la logística 4.0. Esta técnica facilitó la identificación de patrones, capacidades instaladas y brechas existentes dentro del entorno institucional.

- Análisis documental.

Según Morgan (2022), el análisis documental constituye un procedimiento sistemático para revisar y evaluar documentos impresos y digitales. En el presente estudio, esta técnica se aplicó al análisis de documentos institucionales, proyectos académicos,

trabajos de titulación, productos de investigación y literatura científica relacionada con logística 4.0, gestión de proyectos virtuales, simulación y transformación digital. Su aplicación permitió construir la base teórica del estudio, delimitar las tecnologías analizadas y sustentar el diagnóstico institucional.

- Encuesta.

Siguiendo a Fowler (2012), la encuesta permite obtener información estructurada de un grupo de participantes a partir de preguntas diseñadas en función de los objetivos de investigación. En este trabajo, la encuesta se dirigió a actores vinculados con el uso de laboratorios y tecnologías en la carrera, con el fin de recopilar información sobre disponibilidad, uso, limitaciones, percepción de utilidad y posibilidades de integración de tecnologías 4.0 en los proyectos virtuales.

- Cuestionario.

De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), el cuestionario es un instrumento compuesto por preguntas organizadas de manera lógica para medir variables de investigación. En este estudio, el cuestionario se utilizó como instrumento de apoyo para sistematizar la recolección de información relacionada con el uso de tecnologías, el nivel de virtualización, la gestión de proyectos y el aprovechamiento académico de los laboratorios. Su diseño se estructuró conforme a las dimensiones e indicadores definidos en la operacionalización de variables.

- Simulación de eventos discretos.

La simulación constituyó el método central para la fase de validación cuantitativa del modelo metodológico propuesto. Mediante la representación de procesos logísticos en un entorno controlado, fue posible analizar escenarios, comparar alternativas y evaluar indicadores clave de desempeño asociados al funcionamiento del modelo. Este procedimiento permitió valorar la aplicabilidad académica de la propuesta y examinar su contribución en términos de organización metodológica, análisis de procesos y toma de decisiones basada en evidencia.

- Análisis comparativo.

El análisis comparativo se empleó para contrastar los resultados obtenidos entre la metodología propuesta y enfoques convencionales de desarrollo de proyectos, considerando criterios de estructura, integración tecnológica, trazabilidad, validación y capacidad de análisis. Este método permitió identificar diferencias

relevantes y establecer argumentos técnicos sobre la pertinencia del modelo metodológico basado en logística 4.0.

En conjunto, estos métodos y técnicas permitieron desarrollar una ruta metodológica coherente con los objetivos del estudio, articulando el diagnóstico del contexto institucional, el diseño del modelo metodológico y su validación en el entorno académico.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó a partir de información documental, matrices de clasificación tecnológica, registros de proyectos académicos y evidencias institucionales relacionadas con el uso de tecnologías 4.0, laboratorios y gestión de proyectos virtuales en la Carrera de Logística y Transporte de la UPEC. Debido a la naturaleza de la investigación, el análisis combinó procedimientos descriptivos, comparativos y de clasificación ordinal, con el propósito de diagnosticar el nivel de implementación tecnológica, identificar brechas metodológicas y validar la aplicabilidad del modelo metodológico propuesto.

En primer lugar, se organizó la información mediante matrices de depuración y clasificación. Para la revisión científica se aplicaron filtros de búsqueda, selección y exclusión de documentos, con el fin de identificar tendencias tecnológicas vinculadas con logística 4.0. Los resultados de este proceso se sistematizaron mediante frecuencias absolutas y criterios de pertinencia temática, lo que permitió delimitar las tecnologías núcleo, las herramientas de gestión digital y los enfoques organizacionales relacionados con la investigación.

En segundo lugar, para el diagnóstico del nivel de adopción tecnológica en los laboratorios, se utilizó una matriz de clasificación por capas tecnológicas. Cada tecnología fue evaluada según su presencia identificada, evidencia disponible y relación con los procesos de logística 4.0. Este procedimiento permitió clasificar las tecnologías en capas de conectividad e interoperabilidad, censado y captura de datos físicos, computación e infraestructura digital, datos e inteligencia artificial, automatización y robótica, virtualización y simulación, producción avanzada y seguridad digital.

En tercer lugar, para analizar la gestión de proyectos virtuales, se consideraron proyectos desarrollados en la carrera entre los años 2023 y 2025. La unidad de análisis estuvo conformada por proyectos académicos, de titulación, investigación

formativa, vinculación y laboratorio. Cada proyecto fue evaluado mediante criterios de virtualización, uso de plataformas digitales, integración de tecnologías 4.0, trazabilidad documental, estandarización metodológica y aprovechamiento de laboratorios.

Para la valoración del nivel de virtualización se aplicó una escala ordinal basada en dimensiones previamente definidas. Cada dimensión recibió una puntuación de acuerdo con el grado de cumplimiento observado en las evidencias disponibles. Posteriormente, los puntajes fueron agrupados en rangos de clasificación, lo que permitió establecer niveles bajo, medio o alto de virtualización, según correspondiera al comportamiento de los proyectos analizados.

En cuarto lugar, para la validación del modelo metodológico propuesto, se aplicó un análisis comparativo entre la metodología tradicional y el modelo basado en logística 4.0. La comparación se realizó considerando criterios como trazabilidad, integración tecnológica, definición de fases, uso de indicadores, articulación con laboratorios, evidencia verificable y posibilidad de réplica. Este análisis permitió determinar si el modelo metodológico propuesto fortalecía la gestión de proyectos virtuales frente a las prácticas tradicionales observadas en el diagnóstico.

Finalmente, los resultados fueron interpretados mediante análisis descriptivo y comparativo, relacionando las evidencias obtenidas con los objetivos específicos de la investigación. La interpretación se orientó a identificar brechas tecnológicas, metodológicas y formativas, así como a establecer la pertinencia del modelo metodológico propuesto para organizar, ejecutar y validar proyectos virtuales.

Con el propósito de transparentar el procedimiento de análisis, se organizó una matriz metodológica que se muestra en la tabla 14 que relaciona cada componente analizado con su fuente de información, tipo de dato, técnica de análisis y resultado esperado. Esta estructura permitió asegurar coherencia entre los objetivos de investigación, las matrices diagnósticas, la validación del modelo y la interpretación de los resultados.

Tabla 14. Síntesis del procedimiento de análisis de datos

Componente analizado	Fuente de información	Tipo de dato	Técnica de análisis	Resultado esperado
Revisión científica sobre logística 4.0	Publicaciones académicas filtradas	Documental	Depuración, clasificación temática y análisis de frecuencia	Identificación de tendencias y tecnologías núcleo
Tecnologías 4.0	Matriz de tecnologías identificadas	Cualitativo-categorico	Clasificación por capas tecnológicas	Organización de tecnologías por función y aplicación
Laboratorios de la carrera	Evidencias institucionales y matrices diagnósticas	Cualitativo ordinal	Evaluación por presencia, evidencia y potencial de aplicación	Nivel de adopción tecnológica por laboratorio
Proyectos virtuales	Proyectos académicos, titulación, investigación, vinculación y laboratorio	Mixto	Matriz de virtualización y trazabilidad	Clasificación del nivel de virtualización
Brechas detectadas	Resultados del diagnóstico	Cualitativo	Comparación entre estado actual y modelo esperado	Identificación de brechas tecnológicas, metodológicas y formativas
Modelo metodológico propuesto	Fases, dominios, indicadores y evidencias	Cualitativo-comparativo	Validación por criterios	Determinación de pertinencia y aplicabilidad
Comparación metodológica	Modelo tradicional y modelo propuesto	Cualitativo ordinal	Comparación por criterios de desempeño	Evidencia de mejora metodológica

La aplicación de este procedimiento permitió que el análisis estadístico y metodológico no se limitara a la descripción de datos, sino que sirviera como base para diagnosticar el estado actual de la gestión de proyectos virtuales, justificar la propuesta metodológica y validar su aplicabilidad en el entorno académico de la carrera.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Diagnóstico del nivel de implementación y uso de las tecnologías 4.0 y su integración en la gestión de proyectos virtuales en la carrera de logística y transporte de la UPEC.

En esta sección, se diagnosticó el estado actual de adopción de tecnologías habilitadoras de la logística 4.0 y su relación con la gestión de proyectos virtuales en la carrera de logística y Transporte de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC). Para ello, se desarrolló un proceso en cuatro actividades secuenciales y complementarias:

1. Revisión sistemática de literatura científica en la base de datos Scopus sobre tecnologías 4.0.
2. Identificación de tecnologías emergentes asociadas a la Industria 4.0 y la logística 4.0.
3. Clasificación de las tecnologías pertenecientes a la logística 4.0.
4. Propuesta de clasificación de dichas tecnologías en categorías coherentes con los principios de la logística 4.0.
5. Diagnóstico de su aplicación en laboratorios y proyectos académicos de la carrera.

A continuación, se presentan los resultados de cada una de estas actividades.

4.1.1.1. Revisión científica y tendencias tecnológicas en logística 4.0

La revisión de literatura tuvo como finalidad identificar tecnologías emergentes vinculadas con la Industria 4.0 y la logística 4.0, que sirvieran como base conceptual y técnica para el diagnóstico posterior en el entorno académico de la UPEC. Este análisis permitió establecer un marco de referencia actualizado y alineado con la transformación digital, la automatización inteligente y la gestión de procesos apoyada en simulación y analítica de datos.

- Metodología de búsqueda bibliográfica

La revisión bibliográfica se realizó en la base de datos *Scopus*, debido a su cobertura multidisciplinaria y a su pertinencia para recuperar literatura científica relacionada con Industria 4.0, logística 4.0, Industria 5.0 y tecnologías emergentes aplicadas a entornos logísticos. La estrategia de búsqueda se estructuró mediante una ecuación base en el campo *TITLE-ABS-KEY*, complementada con términos tecnológicos específicos, con el fin de identificar publicaciones relevantes para la clasificación posterior de tecnologías.

La búsqueda base se formuló con los descriptores generales del estudio: “*Industry 4.0*”, “*Logistics 4.0*” e “*Industry 5.0*”. Posteriormente, se realizaron combinaciones con tecnologías habilitadoras tales como *IoT*, *IloT*, *Artificial Intelligence*, *Machine Learning*, *Simulation*, *Digital Twin*, *Virtual Reality*, *Augmented Reality*, *Blockchain*, *Robotics* y *Big Data*, entre otras. Asimismo, se aplicaron filtros por tipo de documento, periodo temporal e idioma, restringiendo la búsqueda a artículos científicos publicados entre 2018 y 2025, en inglés y español, tal como se presenta en la Tabla 15.

Tabla 15. Filtros aplicados

Criterio	Detalle
Base de datos	<i>Scopus</i>
Campo	<i>TITLE-ABS-KEY</i>
Descriptores base	“ <i>Industry 4.0</i> ”, “ <i>Logistics 4.0</i> ”, “ <i>Industry 5.0</i> ”
Términos tecnológicos complementarios	<i>IoT</i> , <i>IloT</i> , <i>Artificial Intelligence</i> , <i>Machine Learning</i> , <i>Simulation</i> , <i>Digital Twin</i> , <i>Virtual Reality</i> , <i>Augmented Reality</i> , <i>Blockchain</i> , <i>Robotics</i> , <i>Big Data</i>
Tipo de documento	Artículos científicos
Periodo	2018–2025
Idiomas	Inglés y español

Estos criterios permitieron delimitar un conjunto de publicaciones pertinentes y contemporáneas, coherentes con el enfoque tecnológico de la investigación.

- Proceso de selección y depuración

Una vez ejecutada la búsqueda bibliográfica en *Scopus*, se recuperó un total inicial de 240 registros. Posteriormente, se aplicó un proceso de depuración en dos niveles de exclusión y una fase final de selección. En la primera fase, se eliminaron los documentos duplicados, desactualizados o sin relación directa con el enfoque tecnológico del estudio. En la segunda fase, se revisó la pertinencia temática, la calidad metodológica y la evidencia aportada por cada artículo, priorizando aquellos vinculados con tecnologías 4.0 aplicadas a logística, simulación,

digitalización e integración tecnológica. Finalmente, se seleccionaron los artículos con mayor representatividad y coherencia con los objetivos de la investigación. Como resultado, la muestra documental final quedó conformada por 24 artículos científicos. La Tabla 16 muestra las fases de depuración aplicadas.

Tabla 16. Proceso de depuración de publicaciones

Fase	Descripción del filtro aplicado	Registros excluidos	Registros restantes
Búsqueda inicial	Resultados recuperados en Scopus	—	240
Fase 1	Eliminación de duplicados, documentos desactualizados y estudios sin relación tecnológica directa	180	60
Fase 2	Revisión de pertinencia temática, calidad metodológica y evidencia relevante	36	24
Selección final	Artículos representativos y coherentes con los objetivos del estudio	0	24

Como resultado, se obtuvieron 24 artículos científicos, que constituyeron la base documental para la identificación de tecnologías 4.0 y el posterior diagnóstico tecnológico como se observa en el

Anexo 3. Delimitación de tecnologías núcleo de .

- Comportamiento de la producción científica

El análisis de los 24 artículos seleccionados evidencia un crecimiento sostenido en la producción científica sobre Industria 4.0, logística 4.0 y, de manera emergente, sobre Industria 5.0. Esta tendencia confirma el interés internacional por la digitalización, la automatización inteligente y la integración de sistemas ciberfísicos en los entornos logísticos y productivos. Los estudios revisados destacan avances en tecnologías como *IoT*, *IIoT*, analítica de datos, inteligencia artificial, simulación, robótica, interoperabilidad y seguridad digital, junto con la incorporación de tecnologías propias del paradigma 5.0, entre ellas la IA generativa, los materiales inteligentes, los exoesqueletos y el metaverso industrial.

4.1.1.2. Identificación y clasificación estructurada de Tecnologías 4.0

La revisión bibliográfica realizada permitió identificar un conjunto amplio de elementos vinculados con la logística 4.0 y 5.0. Sin embargo, el análisis evidenció que no todos correspondían a la misma naturaleza conceptual. Por esta razón, la clasificación se estructuró en tres niveles diferenciados. En primer lugar, se organizaron las tecnologías en capas funcionales, entendidas como componentes tecnológicos específicos que posibilitan conectividad, captura de datos, procesamiento, automatización, virtualización, seguridad y producción avanzada. En segundo lugar, se identificaron las herramientas de gestión digital, entendidas como sistemas o plataformas que integran varias tecnologías y apoyan la planificación, ejecución, monitoreo y control de procesos. En tercer lugar, se sistematizaron los enfoques organizacionales y paradigmas, que no constituyen tecnologías en sí mismas, sino marcos de referencia que orientan su adopción, articulación y aprovechamiento en contextos industriales, logísticos y académicos. Esta distinción permitió evitar confusiones conceptuales y establecer una base analítica coherente para el diagnóstico posterior de laboratorios y proyectos.

- Tecnologías habilitadoras

A continuación, se presenta las capas propuestas:

1. Capa de conectividad e interoperabilidad

Esta capa representa la base del ecosistema 4.0, ya que garantiza el flujo continuo y seguro de datos entre los elementos de la cadena de suministro. Tecnologías como

IoT, IIoT y OPC-UA habilitan la comunicación estandarizada entre máquinas, sensores y plataformas digitales, lo que resulta esencial para el monitoreo en tiempo real, la trazabilidad y la sincronización de procesos logísticos. La inclusión de tecnologías móviles avanzadas (5G/6G) fortalece la conectividad de baja latencia requerida por los sistemas autónomos y la simulación en tiempo real, tal como se detalla en la Tabla 17.

Tabla 17. Tecnologías que pertenecen a la Capa de Conectividad e interoperabilidad

Tecnología	Sigla	Significado	Industria
Internet de las Cosas	IoT	Internet of Things	4.0
Internet Industrial	IIoT	Industrial Internet of Things	4.0
Comunicación máquina-máquina	M2M	Machine to Machine	4.0
Redes móviles 5G	5G	Fifth Generation Network	4.0
Redes emergentes 6G	6G	Sixth Generation Network	5.0
Redes privadas LTE	LTE	Long Term Evolution	4.0
WiFi industrial	Wi-Fi 6	Wireless Fidelity 6	4.0
Redes definidas por software	SDN	Software Defined Networking	4.0
Interoperabilidad industrial	OPC UA	Open Platform Communications	4.0
Arquitectura orientada a servicios	SOA	Service-Oriented Architecture	4.0
Interfaces de programación	API	Application Programming Interface	4.0

2. Capa de censado y captura de datos físicos

Esta capa integra tecnologías que permiten capturar datos desde el entorno físico, constituyendo la entrada primaria para sistemas de análisis, IA y gemelos digitales. Herramientas como RFID, RTLS y sensores inteligentes son esenciales para la gestión de inventarios, trazabilidad, control de flujo y monitoreo de activos en tiempo real. Su relevancia en logística 4.0 es fundamental para garantizar visibilidad operativa y precisión en la toma de decisiones basada en datos, lo cual se evidencia en la clasificación presentada en la Tabla 18.

Tabla 18. Tecnologías que permiten registrar, medir y digitalizar el estado del entorno físico.

Tecnología	Sigla	Significado	Industria
Sensores inteligentes	—	Smart Sensors	4.0
Redes de sensores inalámbricos	WSN	Wireless Sensor Networks	4.0
Sistemas embebidos	—	Embedded Systems	4.0
RFID	RFID	Radio Frequency Identification	4.0
NFC	NFC	Near Field Communication	4.0
Localización en tiempo real	RTLS	Real Time Location Systems	4.0
Telemetría industrial	—	Industrial Telemetry	4.0
Drones industriales	UAV	Unmanned Aerial Vehicles	4.0
Wearables industriales	—	Industrial Wearables	5.0

Tecnología	Sigla	Significado	Industria
Exoesqueletos	—	<i>Industrial Exoskeletons</i>	5.0

3. Capa de Computación e Infraestructura Digital

Las tecnologías de esta capa habilitan el procesamiento de grandes volúmenes de datos generados por sistemas logísticos, permitiendo ejecutar algoritmos de IA, simulación y optimización en entornos distribuidos. El uso de computación en la nube facilita la escalabilidad de plataformas digitales, mientras que *Edge/Fog Computing* reduce la latencia en aplicaciones críticas como AGV/AMR. Su integración es clave para habilitar gemelos digitales, simulación en tiempo real y analítica avanzada, como se sintetiza en la Tabla 19.

Tabla 19. Tecnologías que proporcionan capacidad de procesamiento y almacenamiento.

Tecnología	Sigla	Significado	Industria
Computación en la nube	—	<i>Cloud Computing</i>	4.0
Manufactura en la nube	—	<i>Cloud Manufacturing</i>	4.0
<i>Edge Computing</i>	<i>Edge</i>	<i>Edge Computing</i>	4.0
<i>Fog Computing</i>	<i>Fog</i>	<i>Fog Computing</i>	4.0
HPC	<i>HPC</i>	<i>High Performance Computing</i>	4.0
Computación cuántica	QC	<i>Quantum Computing</i>	5.0
Plataformas IoT	—	<i>IoT Platforms</i>	4.0
AI en el borde	<i>Edge-AI</i>	<i>AI at the Edge</i>	5.0

4. Capa de Datos e Inteligencia Artificial

Esta capa reúne tecnologías que permiten transformar datos en conocimiento aplicable. La IA y el aprendizaje automático posibilitan optimizar rutas, predecir demanda, mejorar procesos de *picking* y automatizar decisiones. La visión por computadora es esencial para inspección y verificación automática, mientras que *blockchain* proporciona transparencia e integridad en la trazabilidad logística. Estas tecnologías constituyen el núcleo de la logística 4.0 basada en analítica avanzada, tal como se resume en la Tabla 20.

Tabla 20. Tecnologías para análisis, modelado y extracción de conocimiento.

Tecnología	Sigla	Significado	Industria
Big Data	—	<i>Large-scale Data Processing</i>	4.0
Analíticas (descriptiva/predictiva/prescriptiva)	—	<i>Analytics</i>	4.0
Inteligencia Artificial	AI	<i>Artificial Intelligence</i>	4.0
<i>Machine Learning</i>	ML	<i>Machine Learning</i>	4.0
<i>Deep Learning</i>	DL	<i>Deep Learning</i>	4.0
Visión por computadora	CV	<i>Computer Vision</i>	4.0
Procesamiento de lenguaje natural	NLP	<i>Natural Language Processing</i>	4.0
<i>Blockchain</i>	DLT	<i>Distributed Ledger Tech</i>	4.0
<i>IA generativa</i>	GenAI	<i>Generative AI</i>	5.0
Trazabilidad digital	—	<i>Digital Traceability</i>	4.0

5. Capa de Automatización, Robótica y Sistemas Autónomos

Incluye sistemas diseñados para ejecutar tareas físicas y digitales con mínima intervención humana. En logística, AGV/AMR apoyan el movimiento autónomo de materiales; los PLC controlan procesos industriales; y los robots facilitan operaciones colaborativas. La hiperautomatización integra robótica, IA y RPA para la orquestación inteligente de procesos, alineándose con la necesidad de sistemas productivos más adaptativos, aspecto que se refleja en la Tabla 21.

Tabla 21. Tecnologías de Automatización, Robótica y Sistemas Autónomos

Tecnología	Sigla	Significado	Industria
Automatización industrial	—	<i>Industrial Automation</i>	4.0
Robots industriales	—	<i>Industrial Robotics</i>	4.0
Robots	Robots	<i>Collaborative Robots</i>	5.0
AMR	AMR	<i>Autonomous Mobile Robots</i>	4.0
AGV	AGV	<i>Automated Guided Vehicles</i>	4.0
PLC	PLC	<i>Logic Controllers</i>	4.0
Hiperautomatización	—	<i>Hyperautomation</i>	4.0

6. Capa de Virtualización, Simulación e Interacción

El conjunto de estas tecnologías habilita la representación digital precisa de procesos logísticos, permitiendo modelar, experimentar y validar escenarios antes de su implementación física. La simulación discreta y los gemelos digitales constituyen herramientas fundamentales para esta investigación, ya que permiten analizar flujos, recursos y cuellos de botella. Las tecnologías XR fortalecen la formación inmersiva y la interacción con sistemas complejos, como se detalla en la Tabla 22.

Tabla 22. Tecnologías de Virtualización, Simulación e Interacción

Tecnología	Sigla	Significado	Industria
Gemelo digital	DT	Digital Twin	4.0
Hilo digital	—	Digital Thread	4.0
Simulación discreta	DES	Discrete Event Simulation	4.0
Simulación basada en agentes	—	Agent-Based	4.0
CAD / CAE / CAM	—	Computer-Aided Tools	4.0
Realidad virtual	VR	Virtual Reality	4.0
Realidad aumentada	AR	Augmented Reality	4.0
Realidad extendida	XR	Extended Reality	4.0
Metaverso industrial	—	Industrial Metaverse	5.0

7. Capa de Producción Avanzada y Materiales

Estas tecnologías transforman los procesos de fabricación, permitiendo personalización, reducción de tiempos y flexibilización de la producción. Aunque su aplicación en logística es indirecta, resultan fundamentales para laboratorios 4.0, prototipado, simulación y manufactura de componentes utilizados en entornos académicos y de investigación, tal como se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23. Tecnologías de producción avanzada y materiales

Tecnología	Sigla	Significado	Industria
Manufactura aditiva	AM	Additive Manufacturing	4.0
Impresión 3D	—	3D Printing	4.0
Manufactura digital	—	Digital Manufacturing	4.0
Manufactura inteligente	—	Smart Manufacturing	4.0
Impresión 4D	—	4D Printing	5.0
Materiales inteligentes	—	Smart Materials	5.0

8. Capa de Seguridad Digital

La seguridad digital constituye un pilar transversal de la Industria 4.0, garantizando la integridad de sistemas, datos y comunicaciones. La protección de plataformas logísticas, sensores IoT y simuladores requiere arquitecturas *Zero Trust*, seguridad ICS y criptografía robusta, especialmente en entornos donde se integran múltiples dispositivos conectados, cuya categorización puede apreciarse en la Tabla 24.

Tabla 24. Capa de Seguridad Digital

Tecnología	Sigla	Significado	Industria
Ciberseguridad industrial	—	Industrial Cybersecurity	4.0
Seguridad ICS	ICS	Industrial Control Security	4.0
<i>Zero Trust</i>	—	<i>Zero Trust Architecture</i>	4.0
Criptografía avanzada	—	Advanced Encryption	4.0

- Herramientas de gestión digital

A diferencia de las capas tecnológicas anteriores, las herramientas de gestión digital no fueron tratadas como tecnologías aisladas, sino como soluciones funcionales que

integran varias tecnologías para apoyar la operación, la planificación, el monitoreo y la toma de decisiones. En la Tabla 25 se recopilan las principales herramientas de gestión digital, sus equivalencias más conocidas y el enfoque industrial al que se asocian, facilitando su identificación dentro de iniciativas de transformación digital.

Tabla 25. Herramientas de gestión digital identificadas

Nº	Herramienta unificada	Equivalencias	Industria
1	Sistemas ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>	4.0
2	Sistemas MES	<i>Manufacturing Execution Systems</i>	4.0
3	SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>	4.0
4	Sistemas WMS	<i>Warehouse Management System</i>	4.0
5	Sistemas TMS	<i>Transport Management System</i>	4.0
6	Sistemas APS	<i>Advanced Planning y Scheduling</i>	4.0
7	Gestión de cadena de suministro digital	SCM	4.0
8	Gestión del ciclo de vida del producto	PLM	4.0
9	<i>Business Intelligence</i> y analítica empresarial	<i>BI, dashboards</i>	4.0
10	Mantenimiento predictivo	<i>Predictive Maintenance</i>	4.0
11	Mantenimiento basado en condición	<i>Condition-based maintenance</i>	4.0
12	Trazabilidad digital	<i>Track y Trace</i>	4.0
13	Gestión documental digital	<i>Document management</i>	4.0
14	Plataformas colaborativas digitales	<i>Collaboration platforms</i>	4.0
15	Automatización robótica de procesos	RPA	4.0
16	Gestión energética inteligente	<i>Energy management</i>	5.0
17	Optimización logística digital	<i>Logistics optimization</i>	4.0
18	Inventarios inteligentes	<i>Smart inventory</i>	4.0
19	<i>Marketplaces</i> industriales digitales	<i>Digital B2B platforms</i>	4.0
20	Sistemas de monitoreo de activos	<i>Asset monitoring</i>	4.0

- Enfoques organizacionales y paradigmas

La adopción de Industria 4.0 y 5.0 no depende solo de tecnología, sino también, los enfoques organizacionales y paradigmas se consideraron marcos de referencia para la adopción y articulación tecnológica, por lo que no fueron clasificados como tecnologías en sentido estricto, sino como orientaciones de gestión y transformación. Estos paradigmas ayudan a estandarizar prácticas, reducir variabilidad, fortalecer la calidad y promover una cultura de aprendizaje continuo, incorporando además criterios de sostenibilidad y enfoque humano cuando se avanza hacia Industria 5.0. En la Tabla 26 se sintetizan los principales enfoques organizacionales y paradigmas, junto con sus equivalencias más utilizadas y su relación con el contexto industrial correspondiente.

Tabla 26. Enfoques organizacionales y paradigmas identificados

Nº	Enfoque unificado	Equivalencias	Industria
1	<i>Lean Manufacturing</i>	Producción esbelta	4.0
2	<i>Lean Logistics</i>	Logística esbelta	4.0

Nº	Enfoque unificado	Equivalencias	Industria
3	<i>Just intime</i>	<i>JIT</i>	4.0
4	<i>Kaizen</i>	Mejora continua	4.0
5	<i>Six Sigma</i>	DMAIC	4.0
6	Gestión por procesos	BPM	4.0
7	Reingeniería de procesos	BPR	4.0
8	Gestión de calidad total	TQM	4.0
9	Integración de la cadena de suministro	<i>Supply Chain Integration</i>	4.0
10	Producción flexible	<i>Flexible manufacturing</i>	4.0
11	Personalización masiva	<i>Mass customization</i>	4.0
12	Fábrica inteligente	<i>Smart factory</i>	4.0
13	Manufactura inteligente	<i>Smart manufacturing</i>	4.0
14	logística 4.0	<i>Logistics 4.0</i>	4.0
15	Cadena de suministro digital	<i>Digital supply chain</i>	4.0
16	Organización basada en datos	<i>Data-driven organization</i>	4.0
17	Transformación digital	<i>Digital transformation</i>	4.0
18	Gobernanza de datos	<i>Data governance</i>	4.0
19	Interoperabilidad organizacional	<i>System interoperability</i>	4.0
20	Economía circular	<i>Circular economy</i>	5.0
21	Sostenibilidad industrial	<i>Sustainable manufacturing</i>	5.0
22	Industria centrada en el humano	<i>Human-centric industry</i>	5.0
23	Resiliencia organizacional	<i>Organizational resilience</i>	5.0
24	Sistemas sociotécnicos	<i>Socio-technical systems</i>	5.0
25	Cultura de innovación	<i>Innovation culture</i>	5.0
26	Innovación abierta	<i>Open innovation</i>	5.0
27	Diseño centrado en el usuario	<i>User-centered design</i>	5.0
28	Ergonomía digital	<i>Digital ergonomics</i>	5.0
29	Colaboración humano-robot	<i>Human-robot collaboration</i>	5.0

- Identificación de las tecnologías que forman parte de la logística 4.0

A partir de la clasificación tecnológica previamente establecida, se identificaron las tecnologías que conforman el núcleo de la logística 4.0 mediante una revisión sistemática y un análisis conceptual. Este proceso permitió reconocer, con criterios técnicos y científicos, aquellas soluciones que cumplen los principios clave del enfoque 4.0 digitalización, interconectividad, automatización, analítica avanzada e integración destacando como habilitadores directos al IoT, la computación en la nube, Big Data, la inteligencia artificial, la robótica, el gemelo digital y sistemas de gestión como *ERP*, *WMS* o *TMS*.

De forma complementaria, se diferenciaron tecnologías de metodologías organizacionales, identificando que enfoques como *Lean*, *Six Sigma* o *BPM* no constituyen tecnologías 4.0, sino marcos de gestión. Esta delimitación es fundamental para definir con precisión el ecosistema tecnológico de la logística 4.0 y evitar confusiones conceptuales. Con esta base clara, el documento avanza hacia el

diagnóstico de la presencia y aplicación de dichas tecnologías en laboratorios, asignaturas y proyectos académicos de la carrera.

4.1.1.3. Diagnóstico del nivel de adopción tecnológica en los laboratorios

El diagnóstico del nivel de adopción tecnológica en los laboratorios, se mantuvo la misma estructura analítica definida en el apartado anterior, diferenciando entre tecnologías habilitadoras, herramientas de gestión digital y enfoques organizacionales y paradigmas, con el fin de preservar la consistencia conceptual del análisis. Esta evaluación permitió establecer la relación entre la infraestructura tecnológica existente, los recursos de *software* y *hardware* disponibles y las competencias digitales requeridas por los procesos logísticos, industriales y empresariales contemporáneos.

El diagnóstico se desarrolló mediante una revisión estructurada de evidencia disponible por laboratorio, tomando como base la clasificación tecnológica previamente construida. A partir de esta estructura, se identificaron los laboratorios y espacios prácticos que, por su naturaleza, equipamiento, denominación institucional, función formativa y evidencia verificable, podían asociarse con las distintas capas del ecosistema digital-industrial. En este sentido, el análisis no se sustentó en apreciaciones subjetivas, sino en la revisión sistemática de información institucional, documentación técnica, denominaciones funcionales, equipamiento visible, *software* declarado y relación directa entre el laboratorio y la categoría tecnológica evaluada.

- Criterio metodológico de clasificación

Con el propósito de evitar asignaciones arbitrarias, la presencia de una tecnología, herramienta o enfoque en un laboratorio se registró únicamente cuando existió evidencia verificable de al menos uno de los siguientes elementos:

1. Denominación explícita del laboratorio asociada con la tecnología o el enfoque
2. Disponibilidad visible de *hardware* o equipamiento compatible;
3. Presencia documentada de *software*, plataforma o sistema relacionado;
4. Descripción funcional institucional del laboratorio;
5. Articulación directa entre el laboratorio y la categoría evaluada.

Bajo este criterio, la adopción tecnológica se interpretó mediante tres condiciones básicas:

1. Presencia identificada, cuando existió evidencia directa y verificable;
2. Sin evidencia suficiente, cuando no se encontró información institucional o pública suficiente para confirmar la adopción;
3. Potencial de desarrollo, cuando la naturaleza del laboratorio sugirió afinidad tecnológica, pero sin evidencia suficiente para registrarla como implementada.

Esta distinción metodológica resultó necesaria para asegurar que la asignación de laboratorios a determinadas capas tecnológicas mantuviera coherencia analítica y pudiera ser verificada por terceros. En consecuencia, las tablas del diagnóstico no reflejaron inferencias amplias ni supuestos no sustentados, sino únicamente la evidencia disponible al momento del análisis.

- Laboratorios considerados en el diagnóstico

Con fines operativos, los espacios analizados se agruparon en dos conjuntos principales: laboratorios tecnológicos y laboratorios o espacios aplicados/sectoriales.

a. Laboratorios tecnológicos

En este grupo se ubicaron los espacios con mayor orientación a infraestructura técnica, *software* especializado, *hardware*, simulación, fabricación digital, procesamiento de datos, redes, electrónica o seguridad informática:

- Laboratorio de Fabricación Digital FABLAB
- Electronic Lab
- Medialab
- Diseño y Estructura
- *Smart Data Lab*
- Laboratorio de Redes
- Laboratorio de Robótica y Electrónica Aplicada
- Laboratorio de Ciberseguridad
- Laboratorio de Herramientas Tecnológicas y de Simulación (XR-LAB)

- Laboratorio de Multimedia y Producción Audiovisual

Estos espacios constituyeron la base principal para el análisis de las ocho capas de tecnologías habilitadoras lo cual se indica desde la tabla 27, tabla 28, tabla 29, tabla 30, tabla 31, tabla 32, tabla 33 y la tabla 34:

1. Capa conectividad e interoperabilidad

Tabla 27. Conectividad e interoperabilidad

Tecnología	Laboratorio
Internet de las Cosas (IoT)	-
Internet Industrial (IIoT)	-
Comunicación M2M	-
Redes móviles 5G	-
Redes emergentes 6G	-
Redes privadas LTE	-
WiFi industrial	-
SDN	-
Interoperabilidad industrial	-
SOA	-
API	-

2. Capa de censado y captura de datos físicos

Tabla 28. Censado y captura de datos físicos

Tecnología	Laboratorio
Sensores inteligentes	-
Redes de sensores inalámbricos (WSN)	-
Sistemas embebidos	-
RFID	-
NFC	-
RTLS (Localización en tiempo real)	--
Telemetría industrial	-
Drones industriales	-
<i>Wearables industriales</i>	--
Exoesqueletos	-

3. Capa de computación e infraestructura digital

Tabla 29. Capa de computación e infraestructura digital

Tecnología	Laboratorio
Computación en la nube	Smart Data Lab
Manufactura en la nube	-
<i>Edge Computing</i>	-
<i>Fog Computing</i>	-
HPC (cómputo de alto desempeño)	-
Computación cuántica	-
Plataformas IoT	-
<i>Edge AI</i>	-

4. Capa de datos e inteligencia artificial

Tabla 30. Datos e inteligencia artificial

Tecnología	Laboratorio
<i>Big Data</i>	<i>Smart Data Lab</i>
Análítica descriptiva	-
Análítica predictiva	-
Análítica prescriptiva	-
IA	<i>Smart Data Lab</i>
<i>Machine Learning</i>	<i>Smart Data Lab</i>
<i>Deep Learning</i>	-
Visión por computadora	-
NLP (Procesamiento de lenguaje natural)	-
<i>Blockchain</i>	-
IA generativa	-
Trazabilidad digital	-

5. Capa de automatización, robótica y sistemas autónomos

Tabla 31. Capa de automatización, robótica y sistemas autónomos

Tecnología	Laboratorio
Automatización industrial	-
<i>Robots industriales</i>	-
Robots (robots colaborativos)	-
AMR (Robots móviles autónomos)	-
AGV (Vehículos guiados autónomos)	-
PLC	-
Hiperautomatización	-

6. Capa de virtualización, simulación e interacción

Tabla 32. Capa de virtualización, simulación e interacción

Tecnología	Laboratorio
Gemelo digital	-
Hilo digital	-
Simulación discreta	<i>Xr-lab</i>
Simulación por agentes	-
CAD	<i>Xr-lab</i>
VR (Realidad Virtual)	<i>Xr-lab</i>
AR (Realidad Aumentada)	<i>Xr-lab</i>
XR (Realidad Extendida)	<i>Xr-lab</i>
Metaverso industrial	-

7. Capa de producción avanzada y materiales

Tabla 33. Capa de producción avanzada y materiales

Tecnología	Laboratorio
Manufactura aditiva	<i>Fab-lab</i>
Impresión 3D	<i>Fab-lab</i>

Tecnología	Laboratorio
Manufactura digital	<i>Fab-lab</i>
Manufactura inteligente	-
Impresión 4D	-
Materiales inteligentes	-

8. Capa de seguridad digital

Tabla 34. Capa de seguridad digital

Tecnología	Laboratorio
Ciberseguridad industrial	-
Seguridad ICS (SCADA/PLC)	-
<i>Zero Trust</i>	-
Criptografía avanzada	-

b. Laboratorios y espacios aplicados o sectoriales

En este grupo se ubicaron los laboratorios y plantas donde predominan procesos de gestión, análisis empresarial, logística aplicada, operaciones, producción piloto y experimentación sectorial:

1. Laboratorio Empresarial
2. Foreign Trade and Digital International *Business Lab* UPEC
3. Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0
4. Planta Piloto de Procesamiento de Lácteos
5. Planta Piloto de Procesamiento de frutas y vegetales
6. Planta Piloto de Panificación
7. Planta Piloto de Procesamiento de Cárnicos
8. Planta Piloto de Almidones

En este segundo grupo, el análisis se concentró principalmente en la identificación de herramientas de gestión digital y enfoques organizacionales y paradigmas, debido a que estos espacios se asocian con mayor frecuencia a actividades de planificación, modelado, operación, análisis, trazabilidad, gestión de inventarios, simulación y toma de decisiones. No obstante, la evidencia diagnóstica mostró que

la mayor concentración de herramientas de gestión digital y enfoques organizacional directamente vinculados con logística 4.0 se localizó en el Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0, razón por la cual este laboratorio apareció con mayor frecuencia en las Tablas 35, 36 y 37.

- Herramientas de gestión digital identificadas

Tabla 35. Diagnóstico de adopción de herramientas de gestión digital

Herramienta	Laboratorio
Sistemas ERP	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0
Sistemas MES SCADA	-
Sistemas WMS	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0
Sistemas TMS	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0
Sistemas APS (Planificación avanzada)	-
SCM Digital (Control Tower/EDI/API)	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0
PLM (Ciclo de vida del producto)	-
Business Intelligence (BI)	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0
Mantenimiento predictivo (PdM)	-
Mantenimiento basado en condición (CBM)	-
Trazabilidad digital	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0
Gestión documental (ECM/GED)	-
Plataformas colaborativas	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0
RPA (Automatización de procesos)	-
Gestión energética (EMS)	-
Optimización logística digital	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0
Inventarios inteligentes	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0
Marketplaces industriales B2B	-
Monitoreo de activos (APM/IoT)	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0

- Enfoques organizacionales y paradigmas identificados

Tabla 36. Diagnóstico de adopción de enfoques organizacionales y paradigmas

Enfoque	Laboratorio
logística 4.0	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0
Cadena de suministro	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0
Gestión de inventarios	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0
Toma de decisiones logística	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0
Optimización de rutas	-
Simulación logística	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0
Modelado de procesos	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0
Ergonomía digital	-
Industria centrada en el humano	-

Enfoque	Laboratorio
Evaluación de riesgos operativos	-
Transformación digital	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0
Integración de sistemas	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0
Analítica de datos	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0
Sostenibilidad logística	-
Trazabilidad operativa	Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0

Tabla 37. Agrupación funcional de los laboratorios considerados en el diagnóstico

Grupo	Laboratorios / espacios incluidos	Tipo de análisis predominante
Laboratorios tecnológicos	<i>FABLAB, Electronic Lab, Medialab, Diseño y Estructura, Smart Data Lab, Redes, Robótica y Electrónica Aplicada, Ciberseguridad, XR-LAB, Multimedia y Producción Audiovisual</i>	Tecnologías habilitadoras
Laboratorios y espacios aplicados o sectoriales	Laboratorio Empresarial, <i>Foreign Trade and Digital International Business Lab</i> UPEC, Logística y Cadena de Suministro 4.0, plantas piloto de lácteos, frutas y vegetales, panificación, cárnicos y almidones	Herramientas de gestión digital y enfoques organizacionales

Las Tablas 27 a 34 integraron el diagnóstico estructurado de las ocho capas de tecnologías habilitadoras en los laboratorios tecnológicos seleccionados, mientras que las Tablas 34 y 35 sintetizaron la adopción de herramientas de gestión digital y enfoques organizacionales y paradigmas en los espacios aplicados o sectoriales. En todos los casos, la lectura de las tablas respondió al mismo criterio metodológico:

- a. Cuando un laboratorio apareció registrado en una fila, ello indicó presencia identificada con evidencia verificable;
- b. Cuando una fila quedó vacía, ello indicó ausencia de evidencia suficiente, y no necesariamente inexistencia absoluta de la tecnología, herramienta o enfoque;
- c. Cuando un laboratorio se repitió en varias filas, ello reflejó una concentración funcional de tecnologías o enfoques dentro de una misma capa o categoría.

Esta precisión fue importante para evitar una interpretación sobredimensionada del diagnóstico, especialmente en aquellos casos en que un laboratorio posee afinidad temática con una tecnología, pero no existe evidencia institucional suficiente para registrarla como implementada. De este modo, el diagnóstico no solo describió lo

existente, sino también los límites de la evidencia disponible y las posibilidades de desarrollo futuro.

- Transición tecnológica y estado general de los laboratorios

Desde una perspectiva diagnóstica, la distribución tecnológica observada permitió reconocer un proceso de transición institucional desde laboratorios con funciones más tradicionales hacia espacios con creciente incorporación de tecnologías asociadas a la digitalización, la simulación, la analítica, la fabricación digital y la virtualización. Sin embargo, dicha transición no se presentó de manera homogénea, sino diferenciada según la naturaleza y especialización de cada laboratorio.

En términos generales, el diagnóstico permitió identificar las siguientes tendencias:

- a. Una mayor concentración de tecnologías habilitadoras en laboratorios especializados como *Smart Data Lab*, *FABLAB* y *XR-LAB*;
- b. Una mayor concentración de herramientas de gestión digital y enfoques organizacionales en el Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0;
- c. Una presencia parcial o en desarrollo de ciertas capas tecnológicas, especialmente en conectividad industrial, censado avanzado, automatización avanzada y seguridad digital;
- d. Una articulación todavía limitada entre laboratorios, lo que evidenció oportunidades para fortalecer la integración transversal del ecosistema tecnológico de la carrera.

En este marco, el diagnóstico general no pretendió agotar el análisis de cada laboratorio en esta sección, sino establecer una visión estructurada del estado de adopción tecnológica institucional. Por ello, posteriormente se profundizó en el análisis específico de dos laboratorios estratégicos: el Laboratorio de Herramientas Tecnológicas y de Simulación (*XR-LAB*) y el Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0, debido a que ambos concentraron un mayor nivel de

transición tecnológica y una relación más directa con la propuesta metodológica del estudio.

Laboratorios estratégicos para el análisis específico posterior

El análisis detallado posterior se concentró en estos dos laboratorios por razones funcionales y tecnológicas:

- a. *XR-LAB*, por concentrar tecnologías de virtualización, simulación, realidad virtual, realidad aumentada, realidad extendida y otras tecnologías inmersivas vinculadas con el modelado y la experiencia interactiva;
- b. Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0, por articular categorías asociadas a sistemas autónomos y conectados, inteligencia artificial y aprendizaje automático, analítica avanzada y datos inteligentes, sistemas ERP y computación en la nube, simuladores logísticos, ingeniería y diseño de instalaciones, plataformas y ecosistemas digitales, y sistema CAD.

En consecuencia, las afirmaciones específicas sobre el grado de concentración tecnológica del *XR-LAB* y del laboratorio de logística 4.0 no se sustentaron únicamente en las Tablas 26 a 35, sino también en matrices ampliadas presentadas más adelante, donde se detallaron tecnologías implementadas, en desarrollo y potenciales asociadas a dichos espacios. Esta distinción permitió separar con claridad el diagnóstico general de transición tecnológica del análisis específico de laboratorios estratégicos.

El diagnóstico permitió identificar una adopción tecnológica institucional heterogénea, con mayor concentración de tecnologías habilitadoras en laboratorios especializados como *Smart Data Lab*, *FABLAB* y *XR-LAB*, y una mayor concentración de herramientas de gestión digital y enfoques organizacionales en el Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0. Esta distribución evidenció fortalezas importantes en simulación, virtualización, manufactura digital, datos e inteligencia artificial, pero también vacíos en capas como conectividad industrial, censado avanzado, seguridad digital e integración transversal entre laboratorios. De este modo, el análisis no solo describió la infraestructura existente, sino que permitió

reconocer oportunidades concretas para fortalecer la articulación tecnológica de la carrera y orientar la transición hacia entornos más alineados con logística 4.0.

4.1.1.4. Diagnóstico de la gestión de proyectos virtuales en la carrera

- Tipología de proyectos desarrollados

se reconoció que la clasificación operativa de los proyectos dentro del ámbito educativo comprende proyectos de aula o formativos, proyectos de titulación, proyectos de investigación formativa o semilleros, proyectos de vinculación con la sociedad y proyectos de laboratorio. Esta tipología permitió organizar los proyectos identificados, comparar sus evidencias y examinar su relación con el nivel de virtualización, la integración tecnológica y la gestión de proyectos virtuales.

Asimismo, el diagnóstico evidenció que en la carrera coexisten diversas clases de proyectos, pero que estos no se desarrollan bajo una lógica homogénea. Por el contrario, se observó diversidad en sus enfoques, metodologías y niveles de integración tecnológica, lo cual afecta la comparabilidad de los resultados, la reproducibilidad metodológica y el aprovechamiento de los laboratorios. En varios casos se identificó el predominio de enfoques aislados, centrados únicamente en simulación, optimización o visualización, sin una articulación integral entre modelado, análisis de datos, validación de escenarios, indicadores de desempeño y documentación técnica.

En consecuencia, se determinó que la tipología de proyectos desarrollados en la carrera no solo refleja diversidad de finalidades académicas, sino también diferentes grados de complejidad, madurez metodológica y uso de tecnologías 4.0. A partir de ello, esta clasificación se constituyó en la base para el análisis posterior del nivel de virtualización, la integración tecnológica y las brechas detectadas en la gestión actual de los proyectos virtuales.

El diagnóstico se realizó con base en los proyectos desarrollados entre los años 2023 y 2025 en la carrera de logística y transporte. La clasificación tecnológica 3.0, 4.0 y 5.0 se aplicó sobre 87 proyectos consolidados, correspondientes principalmente a titulación, investigación, semillero y vinculación, para más detalle revisar el anexo 4. En el caso de los proyectos académicos, no se identificó una estructura metodológica estandarizada ni proyectos claramente virtualizados, por lo que esta categoría fue tratada de forma complementaria dentro del análisis, como evidencia

de una brecha institucional en materia de virtualización, estandarización y trazabilidad, como se presenta en la tabla 38.

Tabla 38. Diagnóstico de virtualización

Categoría de proyecto	Inclusión en la clasificación tecnológica consolidada	Observación diagnóstica
Titulación	Sí	Categoría principal del análisis
Investigación	Sí	Alta integración tecnológica
Semillero	Sí	Alta orientación tecnológica
Vinculación	Sí	Digitalización básica aplicada
Académicos	No comparable directamente	Sin estandarización metodológica y sin virtualización consolidada

- Criterio de clasificación del nivel de virtualización

Con el fin de diagnosticar el grado de incorporación de recursos digitales, tecnologías emergentes y entornos de modelado en los proyectos analizados, se estableció un criterio de clasificación del nivel de virtualización. Este criterio permitió valorar de manera homogénea el uso real de herramientas virtuales y tecnológicas en cada proyecto, evitando clasificaciones subjetivas o basadas únicamente en apreciaciones generales.

- Definición operativa

El nivel de virtualización se entendió como el grado en que un proyecto incorporó, de manera verificable, herramientas digitales, tecnologías 4.0, modelado o simulación virtual y mecanismos de trazabilidad digital en su desarrollo, ejecución o validación. En consecuencia, no se valoró únicamente la mención de tecnología en el documento, sino su uso efectivo, evidenciado y metodológicamente integrado en el proyecto.

- Dimensiones utilizadas para la puntuación

El nivel de virtualización se puntuó con base en cuatro dimensiones específicas, directamente relacionadas con el componente digital y virtual del proyecto:

1. Uso de plataformas digitales;
2. Uso de simulación o modelado virtual;
3. Uso de tecnologías 4.0;
4. Trazabilidad y evidencias digitales.

Cada dimensión se calificó en una escala de 0 a 4 puntos, por lo que el puntaje máximo posible del nivel de virtualización fue de 16 puntos.

Fórmula de cálculo

$$\text{Nivel de virtualización} = (\text{Plataformas digitales}) + (\text{Simulación/modelado virtual}) + (\text{Tecnologías 4.0}) + (\text{Trazabilidad digital})$$

Puntaje máximo: 16 puntos.

- Escala de puntuación aplicada

Para cada una de las cuatro dimensiones se utilizó la siguiente escala como se muestra en la tabla 39:

Tabla 39. Escala de puntuación por dimensión del nivel de virtualización

Puntaje	Criterio de asignación
0	No existió evidencia de uso
1	Presencia mínima, referencial o solo propuesta
2	Uso básico o parcial
3	Uso funcional e integrado en una parte sustantiva del proyecto
4	Uso alto, articulado, verificable y con incidencia clara en el desarrollo o resultados del proyecto

Significado de cada dimensión evaluada ver en las tablas 40, 41, 42, 43 y 44

a) Uso de plataformas digitales

Se valoró el empleo de *software*, aplicaciones, bases de datos, sistemas de información, plataformas web, herramientas de análisis o entornos de programación.

Tabla 40. Criterios de evaluación del uso de plataformas digitales

Puntaje	Descripción
0	No se evidenció uso de plataformas digitales
1	Se mencionaron herramientas digitales, pero sin aplicación real o solo como recomendación
2	Se utilizaron herramientas digitales de apoyo básico, como hojas de cálculo, registros simples o <i>software</i> auxiliar
3	Se utilizaron plataformas digitales de forma funcional para el procesamiento, gestión o análisis del proyecto
4	El proyecto se desarrolló principalmente sobre plataformas digitales integradas o generó una solución digital propia

b) Uso de simulación o modelado virtual

Se valoró la presencia de simuladores, modelos computacionales, modelado matemático, modelado 3D, dinámica de sistemas o entornos virtuales.

Tabla 41. Criterios de evaluación del uso de simulación o modelado virtual

Puntaje	Descripción
0	No se evidenció simulación ni modelado virtual
1	Solo existieron referencias conceptuales o diagramas sin modelado funcional
2	Se aplicó modelado básico, análisis estático o representación parcial
3	Se desarrolló un modelo funcional, simulación computacional o análisis de escenarios
4	Se empleó simulación avanzada, validada o integrada con experimentación, visualización o comparación de escenarios

c) Uso de tecnologías 4.0

Se valoró la incorporación efectiva de inteligencia artificial, analítica de datos, automatización, visión por computador, *IoT*, realidad extendida, sistemas inteligentes u otras tecnologías asociadas.

Tabla 42. Criterios de evaluación del uso de tecnologías 4.0

Puntaje	Descripción
0	No se evidenció uso de tecnologías 4.0
1	Las tecnologías 4.0 solo fueron mencionadas como posibilidad futura
2	Se incorporó una tecnología 4.0 de manera básica o parcial
3	Se integró al menos una tecnología 4.0 en el funcionamiento o análisis del proyecto
4	El proyecto se sustentó en tecnologías 4.0 claramente implementadas y con impacto verificable en sus resultados

d) Trazabilidad y evidencias digitales

Se valoró la existencia de bases de datos, *logs*, archivos de entrenamiento, métricas, *dashboards*, capturas, anexos técnicos, código, reportes automatizados o evidencias digitales reproducibles.

Tabla 43. Criterios de evaluación de la trazabilidad y evidencias digitales

Puntaje	Descripción
0	No se evidenció trazabilidad digital
1	Se presentaron evidencias limitadas, dispersas o no verificables
2	Se documentaron registros digitales parciales, tablas o anexos básicos
3	Se presentaron evidencias digitales organizadas, comparables y útiles para verificar resultados
4	El proyecto contó con trazabilidad digital robusta, reproducible y técnicamente sustentada

Estas definiciones permitieron que la valoración del nivel de virtualización no dependiera de la intuición del evaluador, sino del máximo nivel de evidencia verificable encontrado en cada proyecto. En consecuencia, no se asignaron valores altos cuando la tecnología solo aparecía como recomendación futura, ni se interpretó como virtualización alta una simple digitalización administrativa. Solo se

asignaron niveles altos cuando existió implementación real, evidencia técnica y relación directa con el desarrollo del proyecto.

- Rango de clasificación del nivel de virtualización

Una vez sumadas las cuatro dimensiones, se clasificó cada proyecto de acuerdo con el siguiente rango:

Tabla 44. Rango de clasificación del nivel de virtualización

Puntaje total	Nivel de virtualización
0 – 4	Bajo
5 – 8	Medio-bajo
9 – 12	Medio
13 – 16	Alto

Significado de los niveles

- 1) Bajo: correspondió a proyectos con escasa o nula incorporación tecnológica. En este nivel, la virtualización fue prácticamente inexistente o se limitó a menciones generales, sin evidencia de uso real de plataformas, simulación, tecnologías 4.0 o trazabilidad digital.
 - 2) Medio-bajo: correspondió a proyectos con digitalización incipiente o parcial, donde se identificó uso básico de herramientas digitales, pero sin integración sustantiva de modelado, tecnologías 4.0 o evidencia robusta.
 - 3) Medio: correspondió a proyectos con incorporación funcional de recursos digitales, modelado o tecnologías 4.0, pero sin alcanzar una integración completa o avanzada.
 - 4) Alto: correspondió a proyectos con fuerte integración digital y tecnológica, donde la virtualización estuvo claramente incorporada en el desarrollo, validación o resultados del proyecto mediante simulación, IA, plataformas especializadas, trazabilidad técnica robusta o soluciones digitales propias.
- Depuración analítica de proyectos con evidencia de tecnología 4.0 y Logística 4.0

Dentro del diagnóstico de la gestión de proyectos virtuales, se consideró inicialmente un universo de 88 proyectos consolidados desarrollados entre 2023 y 2025 en la carrera de Logística y Transporte. No obstante, para el análisis específico de los proyectos con evidencia suficiente de implementación tecnológica, no se incorporó la totalidad de registros de la tabla madre, debido a que dicho universo incluía

proyectos con distintos niveles de madurez tecnológica, casos en los que la tecnología aparecía únicamente como propuesta o referencia teórica, así como algunos registros repetidos. En consecuencia, se aplicó un filtro metodológico conservador que excluyó duplicados y seleccionó únicamente aquellos proyectos con evidencia verificable de implementación tecnológica y relación directa con procesos de Logística 4.0. De esta manera, el total final presentado en la Tabla 45 corresponde a un subconjunto depurado del universo general, útil para caracterizar con mayor precisión la presencia efectiva de tecnologías 4.0 en los proyectos analizados.

Tabla 45. Proyectos filtrados según tipo, presencia de tecnología 4.0 y pertenencia a Logística 4.0

Tipo de proyecto	Total, de proyectos	Proyectos con tecnología 4.0	Tipo de tecnologías presentes
Proyecto de titulación	78	12	IA y visión por computador, aprendizaje profundo, simulación digital, modelado 3D, ERP/Odoo, CRM, bases de datos, dashboards, sistemas de información, digitalización documental y automatización operativa
Proyecto de investigación	4	4	Realidad virtual, realidad aumentada, simulación inmersiva, software 3D, Unreal Engine, TIC y <i>smart factory</i>
Proyecto semillero	3	3	Realidad virtual, metaverso, simuladores inmersivos, hardware de RV y seguimiento del desempeño
Proyecto de vinculación	1	0	Base de datos, Excel, página web funcional y material didáctico digital; digitalización aplicada, pero no 4.0 en sentido estricto
Total, general	85	19	

- Procedimiento de asignación de puntajes

La asignación de puntajes no se realizó por intuición, sino a partir de la evidencia documental contenida en cada proyecto. Para ello, se revisaron de manera sistemática los siguientes elementos:

1. Objetivos del proyecto;
2. Metodología empleada;
3. *Software* y herramientas utilizadas;
4. Tipo de entregables;
5. Resultados obtenidos;

6. Anexos técnicos;
7. Tablas, gráficos, *datasets*, registros o métricas;
8. Uso de laboratorios, equipos o infraestructura tecnológica.

La puntuación asignada en cada dimensión respondió al máximo nivel de evidencia verificable encontrado en el documento. Esta regla permitió reducir la sobrevaloración y mantener consistencia entre categorías, especialmente en proyectos donde la tecnología fue propuesta, pero no implementada.

- Nivel de virtualización de los proyectos

El análisis del nivel de virtualización de los proyectos evidenció una distribución escalonada, en la que predominó un comportamiento intermedio de digitalización, aunque con diferencias marcadas entre categorías. Se observó que el 32.2% de los proyectos se ubicó en un nivel bajo, asociado a diagnósticos tradicionales, uso básico de herramientas digitales y predominio de procesos manuales. Un 28.7% alcanzó un nivel medio, caracterizado por digitalización operativa, uso de ERP, bases de datos y herramientas de análisis descriptivo. Asimismo, el 23.0% se ubicó en un nivel medio-alto, en el que se incorporaron modelado, VRP, GIS y analítica. Finalmente, solo el 16.1% logró un nivel alto, correspondiente a simulación, inteligencia artificial, realidad virtual o sistemas digitales integrados.

En términos institucionales, estos resultados permitieron establecer que la virtualización no se presentó de manera homogénea, sino que se concentró en proyectos de titulación avanzados, investigación y semillero. En contraste, los proyectos de vinculación permanecieron en niveles medios o medio-bajos, mientras que los proyectos académicos no evidenciaron virtualización sistemática, dado que su desarrollo se realizó principalmente mediante talleres, actividades de clase o adaptaciones de artículos científicos sin un modelo metodológico unificado, tal como se detalla en la tabla 46 y se visualiza en la figura 2.

Tabla 46. Nivel de virtualización de los proyectos analizados

Nivel virtualización	de	Características observadas	Nº proyectos	%
Bajo		Diagnóstico tradicional, Excel básico, procesos manuales	28	32.2
Medio		Digitalización operativa, ERP, BI, bases de datos	25	28.7
Medio-alto		Modelado, VRP, GIS, analítica	20	23.0
Alto		Simulación, IA, VR, sistemas digitales integrados	14	16.1
Total			87	100.0

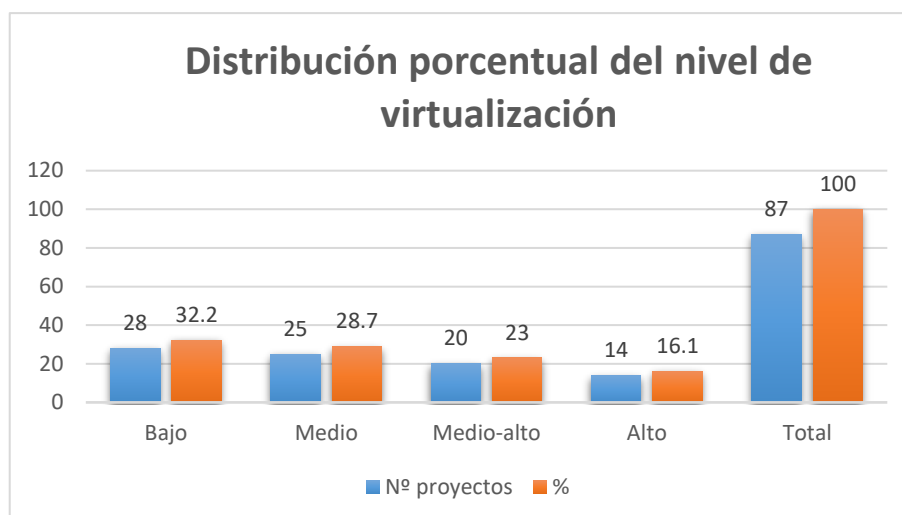


Figura 2. Distribución porcentual del nivel de virtualización

La distribución mostró que 60.9% de los proyectos se concentró entre niveles bajo y medio, lo que confirmó el predominio de esquemas de digitalización básica e intermedia. Solo 39.1% superó ese umbral y mostró rasgos de transición o madurez tecnológica avanzada.

- Uso de plataformas digitales y herramientas colaborativas

El diagnóstico del uso de plataformas digitales y herramientas colaborativas mostró un predominio de soluciones de apoyo a la gestión operativa y académica, con menor presencia de entornos colaborativos avanzados. En los proyectos de titulación predominó el uso de *Excel*, *ERP* básico, *BI*, bases de datos y *software* de análisis, mientras que en los proyectos de investigación y semillero se identificó incorporación de plataformas más especializadas orientadas a simulación, realidad virtual, desarrollo de *software* y experimentación digital. En los proyectos de vinculación se observaron herramientas digitales aplicadas a la transferencia o al soporte operativo, pero sin una infraestructura colaborativa compleja.

En el caso de los proyectos académicos, se evidenció un uso principalmente instrumental de recursos digitales, asociado a talleres, guías, documentos y adaptaciones de artículos, sin trazabilidad comparable en entornos colaborativos formalizados. En consecuencia, esta categoría no alcanzó un nivel suficiente para ser clasificada como virtualizada, tal como se presenta en la tabla 47.

Tabla 47. Uso de plataformas digitales y herramientas colaborativas por tipo de proyecto

Tipo de proyecto	Herramientas/plataformas predominantes	Nivel observado
Titulación	Excel, ERP, BI, bases de datos, software de análisis	Medio
Investigación	Plataformas de simulación, VR, desarrollo de software, entornos experimentales	Alto
Semillero	Prototipos VR, simuladores, entornos inmersivos	Alto
Vinculación	Herramientas digitales aplicadas, transferencia tecnológica básica	Medio-bajo
Académicos	Talleres, documentos, adaptaciones de artículos, ofimática básica	Bajo / no virtualizado

Se observó que el uso de plataformas digitales fue más sólido en categorías con orientación tecnológica explícita, mientras que en los proyectos académicos se mantuvo en un nivel de apoyo didáctico básico y no de virtualización formal del proyecto.

- Nivel de integración de tecnologías 4.0

El análisis del nivel de integración de tecnologías 4.0 evidenció una transición institucional progresiva, pero no homogénea. Del total de proyectos, 32 incorporaron tecnologías propias del paradigma 4.0, lo que representó el 36.8% del conjunto analizado. Estas tecnologías incluyeron simulación, GIS, VRP, analítica avanzada, realidad virtual, inteligencia artificial, sistemas inteligentes e integración digital. Frente a ello, 53 proyectos se mantuvieron en un nivel 3.0, equivalente al 60.9%, con énfasis en digitalización básica, uso de ERP, hojas de cálculo, BI y bases de datos. Adicionalmente, 4 proyectos presentaron indicios de orientación 5.0, equivalentes al 4.6%, asociados a interacción humano-tecnología, educación inmersiva e impacto social, tal como se detalla en las tablas 48 y 49.

Tabla 48. Integración tecnológica institucional por nivel

Nivel tecnológico	N.º proyectos	%	Caracterización
3.0	53	60.9	Digitalización básica, ERP, BI, bases de datos
4.0	32	36.8	Simulación, IA, VR, GIS, analítica avanzada
Indicios 5.0*	4	4.6	Educación inmersiva, interacción humano-tecnología, impacto social

Tabla 49. Integración de tecnologías 4.0 por tipo de proyecto

Tipo de proyecto	Integración predominante
Titulación	Media, en transición 3.0–4.0
Investigación	Alta, con orientación 4.0–5.0
Semillero	Alta, con énfasis 4.0
Vinculación	Baja a media, orientada a 3.0
Académicos	Baja, sin integración sistemática de tecnologías 4.0

El análisis confirmó que la integración 4.0 se concentró en proyectos con mayor madurez tecnológica y soporte experimental. Los proyectos académicos no mostraron evidencia suficiente de incorporación sistemática de simulación, modelado avanzado, XR o inteligencia artificial.

- Nivel de estandarización metodológica

El diagnóstico del nivel de estandarización metodológica permitió identificar diferencias estructurales entre categorías. Los proyectos de titulación, investigación, semillero y vinculación presentaron niveles variables de formalización, pero al menos contaron con una estructura reconocible de problema, objetivos, metodología, resultados y producto final. En contraste, los proyectos académicos mostraron una fuerte dispersión metodológica, ya que se desarrollaron mediante talleres, prácticas de asignatura o adaptaciones de artículos científicos, sin un modelo estandarizado para su planificación, ejecución, validación y documentación.

En consecuencia, la categoría académica fue identificada como la de menor madurez metodológica dentro del ecosistema institucional, al no contar con lineamientos homogéneos que permitieran comparabilidad Inter proyecto ni clasificación uniforme de virtualización, como se observa en la tabla 50.

Tabla 50. Nivel de estandarización metodológica por categoría

Tipo de proyecto	Nivel de estandarización metodológica	Observación
Titulación	Medio	Estructura formal, aunque con heterogeneidad tecnológica
Investigación	Alto	Diseño más estructurado y validación experimental
Semillero	Medio-alto	Prototipado y orientación tecnológica definidos
Vinculación	Medio	Estructura aplicada, pero limitada en virtualización
Académicos	Bajo	Sin modelo metodológico estandarizado

Se observó que la falta de estandarización metodológica en los proyectos académicos no constituyó una limitación aislada del análisis, sino una evidencia directa de brecha institucional en la gestión de proyectos virtuales.

- Trazabilidad y evidencias del proyecto

La revisión de la trazabilidad y de las evidencias de los proyectos mostró un comportamiento desigual. En los proyectos de titulación e investigación se identificó una mayor presencia de informes, anexos, productos verificables, prototipos y documentación técnica. En los proyectos semillero se observaron evidencias orientadas a prototipos, simuladores y desarrollos experimentales. En los proyectos de vinculación, las evidencias se centraron en productos aplicados y resultados de intervención, aunque con menor profundidad tecnológica.

Por el contrario, en los proyectos académicos la trazabilidad fue limitada, ya que el trabajo en clase se organizó frecuentemente como taller o adaptación de literatura, sin repositorio comparable, sin producto tecnológico consistente y sin evidencia homogénea para seguimiento longitudinal. Esta condición impidió incorporarlos plenamente al análisis consolidado de virtualización, como se presenta en la tabla 51.

Tabla 51. Nivel de trazabilidad y evidencias por tipo de proyecto

Tipo de proyecto	Evidencias predominantes	Nivel de trazabilidad
Titulación	Documento final, anexos, modelos, análisis, resultados	Medio-alto
Investigación	Prototipos, validación experimental, publicaciones, software	Alto
Semillero	Simuladores, prototipos, desarrollos inmersivos	Alto
Vinculación	Informes y productos aplicados	Medio
Académicos	Talleres, adaptaciones, productos dispersos	Bajo

La trazabilidad estuvo asociada directamente al nivel de formalización del proyecto. Mientras mayor fue la estructura metodológica y tecnológica, mayor fue la evidencia verificable disponible.

- Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura

El análisis del aprovechamiento de laboratorios e infraestructura permitió identificar que el uso de recursos especializados no se distribuyó uniformemente entre categorías. Los proyectos de investigación y semillero fueron los que más utilizaron infraestructura especializada, en particular laboratorios, entornos inmersivos y espacios experimentales. Los proyectos de titulación presentaron un

aprovechamiento intermedio, con uso creciente de *software*, simulación, GIS o herramientas de análisis, aunque no siempre articuladas con un ecosistema de laboratorio completo. Los proyectos de vinculación mostraron uso focalizado de herramientas y recursos, principalmente en función de la aplicación práctica.

En los proyectos académicos, el aprovechamiento de laboratorios fue limitado y no estructural. La mayor parte de estas actividades se ejecutó como prácticas de aula, talleres o revisión de artículos, sin consolidarse como proyectos virtualizados que integraran de forma sistemática laboratorios, simuladores o infraestructura tecnológica avanzada, como se presenta en la tabla 52.

Tabla 52. Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura por tipo de proyecto

Tipo de proyecto	Nivel de aprovechamiento	de Observación
Titulación	Medio	Uso creciente de <i>software</i> y herramientas tecnológicas
Investigación	Alto	Uso de laboratorio especializado y validación experimental
Semillero	Alto	Uso de prototipado, simulación e inmersión
Vinculación	Medio-bajo	Aplicación práctica con menor complejidad tecnológica
Académicos	Bajo	Predominio de actividades de aula, sin integración sistemática

Los resultados mostraron que la infraestructura disponible no fue aprovechada de forma transversal por todas las categorías. El mayor uso se concentró en investigación y semillero, mientras que los proyectos académicos permanecieron al margen del proceso de virtualización institucional.

- Brechas detectadas en la gestión actual de los proyectos virtuales

A partir de los resultados anteriores, se identificaron brechas estructurales en la gestión actual de los proyectos virtuales de la carrera. La primera brecha correspondió a la heterogeneidad en el nivel de virtualización, dado que coexistieron proyectos tradicionales, digitalizados y tecnológicamente avanzados sin una progresión institucional uniforme. La segunda brecha se relacionó con la desigual integración de tecnologías 4.0, concentrada en investigación y semillero, pero aún débil en titulación y casi inexistente en proyectos académicos.

La tercera brecha se asoció a la falta de estandarización metodológica, especialmente en los proyectos académicos, donde no existió un modelo común para el desarrollo, seguimiento y validación. La cuarta brecha correspondió a la limitada trazabilidad y comparabilidad de evidencias en actividades de aula, lo que dificultó su incorporación a un sistema institucional de gestión de proyectos virtuales. La quinta brecha se vinculó con el aprovechamiento desigual de laboratorios e infraestructura, concentrado en pocas categorías y no articulado a nivel global, como se sintetiza en la tabla 53.

Tabla 53. Síntesis de brechas detectadas

Brecha identificada	Evidencia diagnóstica	Impacto
Heterogeneidad de virtualización	32.2% bajo y 28.7% medio	Baja homogeneidad institucional
Integración desigual de tecnologías 4.0	36.8% en 4.0, concentrado en pocas categorías	Desarrollo tecnológico no transversal
Ausencia de modelo metodológico común en proyectos académicos	Categoría no comparable y no virtualizada	Baja estandarización
Trazabilidad limitada en actividades académicas	Evidencias dispersas y no homogéneas	Dificulta seguimiento y evaluación
Uso desigual de laboratorios e infraestructura	Concentración en investigación y semillero	Infraestructura subutilizada en docencia

El diagnóstico permitió establecer que la carrera avanzó entre 2023 y 2025 hacia una transición tecnológica progresiva, pero todavía fragmentada. El sistema institucional mostró una base sólida en digitalización 3.0, un núcleo emergente 4.0 y señales iniciales 5.0, aunque sin consolidación integral en todas las categorías de proyectos. La situación fue particularmente crítica en los proyectos académicos, donde la ausencia de virtualización y de estandarización metodológica constituyó la principal brecha del sistema. En consecuencia, se confirmó la necesidad de estructurar un modelo metodológico unificado que permitiera articular docencia, investigación, vinculación y desarrollo tecnológico bajo una lógica común de gestión de proyectos virtuales.

4.1.1.5. Síntesis diagnóstica y brechas identificadas

1) Nivel actual de madurez tecnológica

El análisis confirma una base tecnológica sólida pero heterogénea. En términos operativos, la carrera demuestra dominio en simulación de eventos discretos aplicada a almacenamiento, recepción/entrega y distribución, con uso de escenarios y métricas de desempeño. También se evidencian avances en analítica y

optimización (p. ej., problemas de enrutamiento de vehículos) y casos puntuales de inteligencia artificial (visión por computadora) y realidad virtual (VR) con capacidades multiusuario. En conjunto, estas prácticas muestran madurez técnica y una orientación progresiva hacia la toma de decisiones basada en evidencia, aunque su adopción no es aún uniforme entre cursos y proyectos.

2) Brechas entre infraestructura tecnológica y uso académico

Pese a contar con laboratorios y herramientas 4.0, no siempre se traduce su potencial en secuencias metodológicas integrales que conecten: datos → modelado → experimentación → *KPI* → visualización → documentación. Es frecuente que proyectos con fuerte componente de simulación no articulen paneles de indicadores o repositorios de datos/modelos; del mismo modo, ejercicios de optimización espacial no se retroalimentan con simulación operativa o con visualizaciones inmersivas. La consecuencia es una subutilización de la infraestructura y una dispersión de evidencias que limita el aprendizaje acumulativo.

3) Variabilidad metodológica en la gestión de proyectos

Coexisten enfoques con diseño experimental formal (escenarios, réplicas y pruebas de significancia), junto a otros de carácter descriptivo con reportes no estandarizados. Asimismo, los proyectos de optimización y los de IA difieren en el nivel de trazabilidad de sus decisiones (desde algoritmos reproducibles hasta resultados sin anexos técnicos). Esta variabilidad dificulta la comparabilidad entre trabajos, ralentiza la transferencia de buenas prácticas y debilita la reproducibilidad.

4) Limitaciones en la integración de tecnologías 4.0

La integración transversal de simulación, analítica/IA, datos espaciales y VR aún es incipiente. Predominan proyectos orientados a un solo eje (p. ej., solo simulación o solo optimización), sin cerrar el ciclo con visualización y documentación estandarizada que facilite la decisión y el aprendizaje institucional. Se identifica, además, la ausencia de plantillas comunes para anexar modelos, *datasets* y *scripts*, lo que restringe la continuidad y la colaboración entre cohortes.

5) Necesidad de un modelo metodológico basado en logística 4.0

Los hallazgos justificaron la adopción de un modelo institucional que:

- Estandarizó fases y entregables (diagnóstico; diseño conceptual; modelado, verificación y validación; experimentación; análisis con KPI; documentación).
- Integró tecnologías 4.0 de forma secuencial y verificable (simulación ↔ analítica/IA ↔ visualización/VR ↔ repositorios).
- Aseguró la reproducibilidad mediante plantillas, anexos técnicos y trazabilidad de las decisiones.
- Vinculó laboratorios, asignaturas y trabajos de titulación con rúbricas y criterios mínimos de calidad metodológica, tal como se mostró en la tabla 54.

Tabla 54. Matriz síntesis de brechas y líneas de acción

Brecha prioritaria	Evidencia diagnóstica	Implicación	Línea de acción (base del Objetivo 2)
Integración parcial de tecnologías	Proyectos centrados en un solo eje (simulación u optimización)	Decisiones menos trazables; aprendizaje fragmentado	Modelo 4.0 con flujo Simulación ↔ Analítica/IA ↔ Visualización/VR ↔ Documentación
Heterogeneidad metodológica	Reportes dispares (experimental vs. descriptivo)	Baja comparabilidad y transferibilidad	Estándares mínimos: escenarios, réplicas, KPI, y anexos técnicos por fase
Subutilización de infraestructura	Herramientas disponibles sin secuencias integrales	Brecha entre capacidad y uso real	Rutas de laboratorio por fase del proyecto y asignatura
Débil trazabilidad de evidencias	Ausencia de <i>datasets/modelos/scripts</i> anexos	Limitada reproducibilidad	Checklist de anexos obligatorios y repositorio institucional
Adopción no transversal de VR	Casos puntuales de VR/multiusuario	Valor formativo no generalizado	Guía de VR con actividades, métricas pre/post y proyectos faro

Los resultados del diagnóstico evidencian que la carrera posee capacidad para operar proyectos 4.0 (simulación, optimización, IA y VR), pero requiere estandarización e integración para que dichas capacidades impacten de forma homogénea y verificable en los resultados académicos. Por tanto, se justifica el diseño e implementación de un modelo metodológico basado en logística 4.0, que institucionalice fases, entregables, métricas e integración tecnológica, garantizando trazabilidad, comparabilidad y decisión basada en evidencia en todos los proyectos. A partir de las brechas identificadas en el diagnóstico institucional, se evidencia la necesidad de una respuesta metodológica que articule de forma sistemática las

capacidades tecnológicas disponibles, la trazabilidad de los proyectos y la integración de tecnologías 4.0 en el entorno académico. En este marco, la propuesta metodológica presentada a continuación se formula como una respuesta directa a dichas necesidades.

4.1.2. Propuesta del modelo metodológico basado en logística 4.0 para la gestión de proyectos virtuales

La propuesta metodológica surge como respuesta directa al diagnóstico presentado en el punto anterior, en el cual se evidenció que, aunque la carrera de logística y transporte de la UPEC dispone de laboratorios equipados con tecnologías 4.0, su uso en los proyectos de titulación, académicos y de investigación es heterogéneo, parcial y no estandarizado. Igualmente, se constató que la mayoría de los proyectos se estructuran de forma independiente, con distintos enfoques metodológicos, niveles de complejidad y aplicación de herramientas digitales, lo que limita la coherencia institucional y la consolidación de capacidades en logística 4.0.

En respuesta a ello, se plantea un modelo metodológico integral que articula dominios tecnológicos, analíticos, humanos y productivos, orientado a fortalecer la gestión de proyectos virtuales mediante la integración sistemática de simulación, tecnologías 4.0 y herramientas colaborativas.

4.1.2.1. Fundamentación de la propuesta metodológica

El diagnóstico institucional permitió identificar tres grupos principales de brechas que justifican la formulación de la propuesta metodológica: brechas tecnológicas, brechas metodológicas y brechas formativas. En conjunto, estas evidencias muestran que, aunque la carrera dispone de recursos tecnológicos y experiencias académicas vinculadas con la Logística 4.0, todavía persisten limitaciones en su integración sistemática dentro de la gestión de proyectos virtuales.

Brechas tecnológicas

Se evidenció una implementación parcial de tecnologías 4.0, particularmente en herramientas asociadas a IoT, inteligencia artificial, analítica y plataformas colaborativas. Asimismo, la simulación se utilizó de manera aislada en ciertos proyectos, sin una integración sistemática con herramientas CAD, datos reales o entornos de analítica. De igual manera, algunas tecnologías avanzadas, como gemelos digitales, interoperabilidad y automatización, se encuentran presentes en la

infraestructura institucional, pero no incorporadas metodológicamente en el desarrollo de los proyectos virtuales.

Brechas metodológicas

El diagnóstico evidenció la ausencia de un modelo institucional específico para la gestión de proyectos virtuales. En consecuencia, procesos como la conceptualización, el modelado, la verificación, la validación y el análisis de resultados dependen en gran medida del criterio del docente o tutor responsable. Además, no se dispone de una matriz metodológica que articule de manera explícita la relación entre objetivo, tecnología, fase, resultado y evidencia, lo que limita la estandarización y comparabilidad de los proyectos.

a) Brechas formativas

Se observó que los estudiantes no siempre aplican las tecnologías 4.0 disponibles en los laboratorios, debido a la ausencia de una guía metodológica clara que oriente su selección, integración y uso en función de los objetivos del proyecto. Esta situación genera diferencias en el desarrollo de competencias digitales, en el aprovechamiento de los recursos institucionales y en la calidad técnica de los proyectos elaborados.

Estas brechas se sintetizan en la tabla 55, donde se presentan las evidencias e implicaciones identificadas en el diagnóstico.

Tabla 55. Brechas detectadas en el diagnóstico.

Tipo de brecha	Evidencia del diagnóstico	Implicación
Tecnológica	Uso desigual de tecnologías 4.0	Proyectos no comparables
Metodológica	Ausencia de metodología unificada	Resultados no estandarizados
Formativa	Competencias digitales variables	Limitación en proyectos virtuales

- Principios de logística 4.0 aplicados

El modelo se fundamenta en los siguientes principios:

1. Digitalización y virtualización de procesos logísticos, mediante modelos 3D y simulación.

2. Enfoque *data-driven*, donde las decisiones se fundamentan en KPI y análisis de escenarios.
3. Interoperabilidad, integrando CAD, simulación, repositorios y plataformas colaborativas.
4. Automatización y sistemas inteligentes, mediante simulación avanzada, reglas de control y herramientas analíticas.
5. Enfoque sociotécnico, donde la tecnología coexiste con el desarrollo de competencias humanas.
 - Justificación técnica de la propuesta

La presente propuesta metodológica se fundamenta en la necesidad de fortalecer la gestión de proyectos virtuales en la carrera de logística y transporte mediante la integración efectiva de tecnologías 4.0, la adopción de metodologías de simulación y el desarrollo de procesos *data-driven*. El diagnóstico evidenció que los laboratorios institucionales poseen capacidades tecnológicas relevantes simulación 3D, XR, CAD, sistemas colaborativos y analítica, pero su aplicación es heterogénea y carece de una estructura metodológica que permita aprovechar plenamente este potencial. Desde esta perspectiva, la propuesta responde a una necesidad real y verificable de articulación entre infraestructura tecnológica, procesos académicos y formación profesional. Esta fundamentación se complementa con la información presentada en la Tabla 50, donde se expone la justificación técnica de la propuesta metodológica basada en logística 4.0.

- a. En primer lugar, la propuesta se justifica por la urgente necesidad de articular las tecnologías existentes en los laboratorios con un modelo metodológico sólido que permita su uso integrado. Actualmente, la infraestructura 4.0 se utiliza de manera fragmentada en proyectos aislados, lo que limita la adquisición de competencias digitales avanzadas en todos los estudiantes. El modelo metodológico permite superar esta brecha al establecer actividades, fases y productos claramente vinculados a herramientas como *flexsim*, CAD, XR y plataformas colaborativas.
- b. En segundo lugar, la propuesta se sustenta en la pertinencia de incorporar metodologías de simulación como eje estructurante de los proyectos virtuales. La simulación en sus etapas de conceptualización, modelado, verificación,

experimentación y análisis permite representar sistemas logísticos complejos y evaluar alternativas de forma cuantitativa, segura y replicable. Su inclusión como componente metodológico central no solo mejora la rigurosidad técnica de los proyectos, sino que también promueve aprendizajes basados en experimentación y análisis de escenarios.

- c. En tercer lugar, la propuesta enfatiza la vinculación entre analítica de datos y toma de decisiones logísticas, un requisito fundamental en la logística 4.0. La simulación produce grandes volúmenes de datos que requieren herramientas de análisis, visualización y comparación, como *Power BI*, Excel avanzado o paneles interactivos. Esta conexión asegura que los estudiantes no solo modelen procesos, sino que también desarrollen competencias en análisis de KPI, optimización y evaluación de propuestas bajo enfoques *data-driven*.
- d. Finalmente, la propuesta se alinea con estándares internacionales de la Industria 4.0 e Industria 5.0, especialmente aquellos orientados a la digitalización de procesos, la integración ciberfísica, la automatización inteligente y el enfoque *human centric*. Este alineamiento garantiza que los proyectos virtuales no solo respondan a necesidades de la formación universitaria, sino también a las demandas actuales del sector logístico, caracterizado por transformaciones digitales continuas, operaciones inteligentes y procesos cada vez más colaborativos entre humanos y sistemas digitales.
- e. En conjunto, la propuesta metodológica constituye una respuesta técnica coherente con el diagnóstico institucional y con las tendencias internacionales en logística, simulación y transformación digital como se muestra en la tabla 56.

Tabla 56. Justificación técnica de la propuesta metodológica basada en logística 4.0

Elemento técnico	Fundamentación	Contribución al modelo
Articulación tecnológica	Infraestructura 4.0 subutilizada requiere un marco que ordene y sistematice su uso	Uso coherente de simulación, CAD, XR y plataformas digitales
Metodologías de simulación	La simulación permite análisis cuantitativos y experimentación segura	Base operativa del proyecto virtual y validación de mejoras
Analítica de datos	La toma de decisiones logística exige KPI, <i>dashboards</i> y análisis comparativos	Proyectos <i>data-driven</i> con criterios objetivos de evaluación

Elemento técnico	Fundamentación	Contribución al modelo
Estándares 4.0 y 5.0	Las tendencias globales priorizan la digitalización y sistemas sociotécnicos	Formación orientada a competencias profesionales emergentes

4.1.2.2. Modelo conceptual del sistema inteligente de producción y logística

- Evolución hacia la Industria 4.0 y 5.0

La evolución de los sistemas productivos y logísticos hacia la Industria 4.0 introdujo la digitalización avanzada, la integración entre sistemas físicos y ciberfísicos, y el uso intensivo de datos como base para la automatización inteligente. En este contexto, el sistema logístico se concibe como un entorno digitalizado y conectado, donde convergen procesos operativos, sensores, plataformas digitales, modelos de simulación y agentes humanos que interactúan en tiempo real para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones.

La transición hacia Industria 5.0 complementa este enfoque al poner énfasis en la colaboración hombre-máquina, promoviendo sistemas donde la tecnología no reemplaza, sino que potencia las capacidades humanas. Esta etapa se orienta además hacia la personalización de procesos, la resiliencia organizacional y la incorporación de criterios de sostenibilidad y enfoque *human centric*. En el ámbito educativo, ello implica que los proyectos virtuales deben integrar tecnologías 4.0 sin perder de vista el rol central del estudiante como analista, diseñador y tomador de decisiones dentro de sistemas digitales inteligentes. Este enfoque se ilustra en la Figura 3, donde se representa la relación entre los principios de Industria 5.0 y su aplicación en entornos formativos.

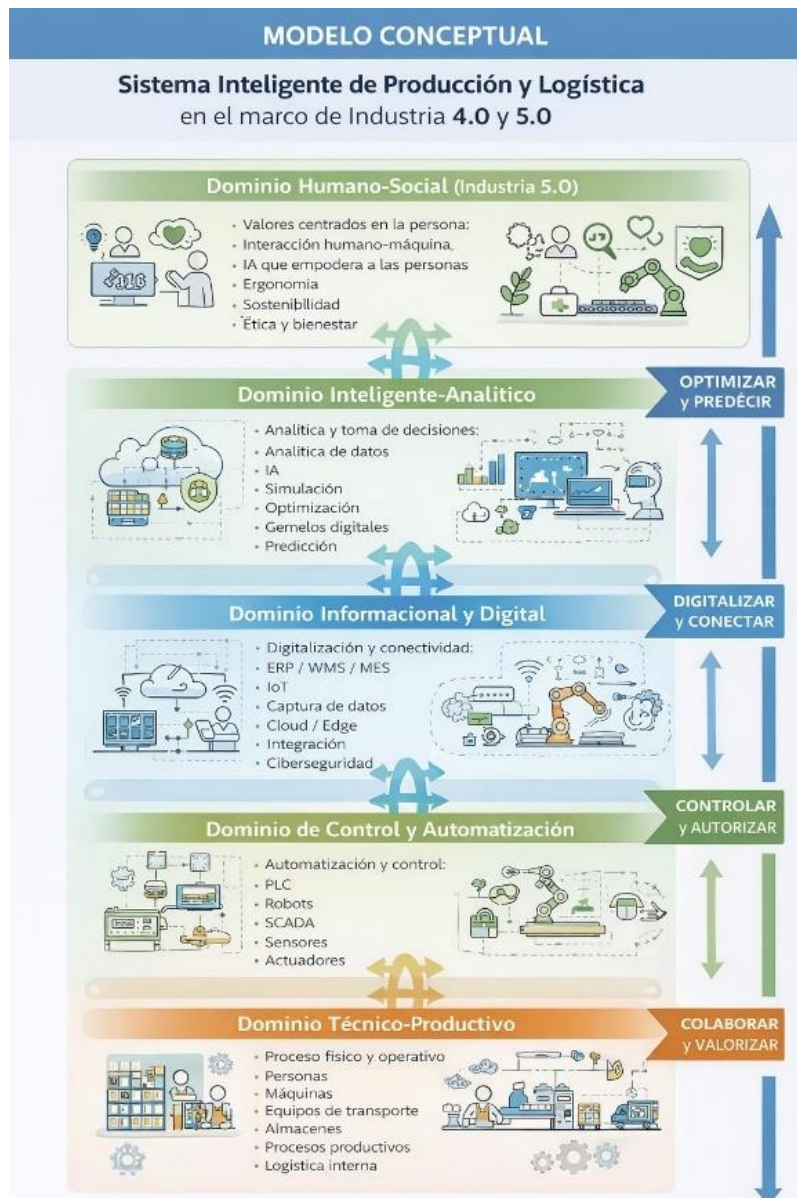


Figura 3. Evolución de la industria

- Enfoque sociotécnico y humano

El sistema combina:

Aspectos técnicos: simuladores, CAD, sensores, plataformas, datos.

Aspectos humanos: competencias, roles, decisiones, comunicación virtual.

Este enfoque asegura que las tecnologías no sustituyan al estudiante, sino que amplifiquen su capacidad analítica y de modelado. Estos elementos se organizan en la Tabla 57, donde se describen los dominios del sistema inteligente.

Tabla 57. Dominios del sistema inteligente

Dominio	Componentes clave	Aplicación en proyectos
Técnico-productivo	<i>Layout</i> , flujos, recursos	Modelos 3D, procesos simulados
Control y automatización	Reglas, políticas, secuencias	Lógica en simulación
Informacional-digital	<i>CAD, LMS, ERP/WMS</i>	Gestión de datos, repositorios
Inteligente-analítico	<i>KPI, dashboards, IA</i>	Escenarios y decisiones
Humano-social	Roles, competencias	Trabajo colaborativo remoto

- Interrelación de los dominios en sistemas logísticos inteligentes

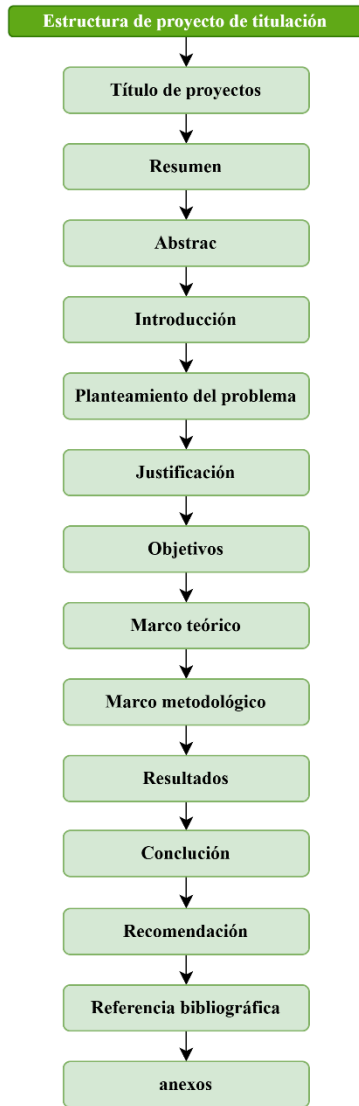
El sistema funciona como una red integrada, donde el dominio técnico es digitalizado por el dominio informacional, controlado por reglas automatizadas y analizado por herramientas inteligentes. El dominio humano interpreta, decide y documenta.

1. Aplicación del modelo conceptual en entornos educativos
2. Permite proyectos comparables entre semestres.
3. Facilita aprendizaje experiencial mediante simulación 3D.
4. Integra herramientas institucionales (laboratorios logísticos y XR-LAB).

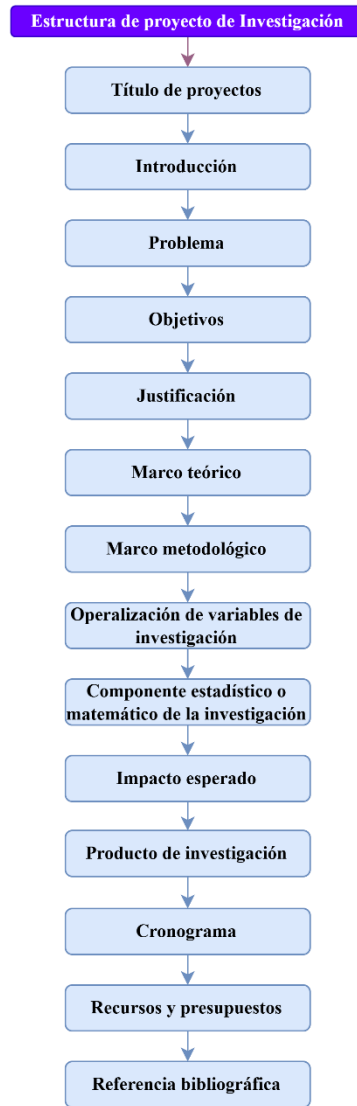
Alinea asignaturas, proyectos de laboratorio y TIC con un mismo marco metodológico

4.1.2.3. Modelo metodológico para la gestión de proyectos virtuales en logística 4.0

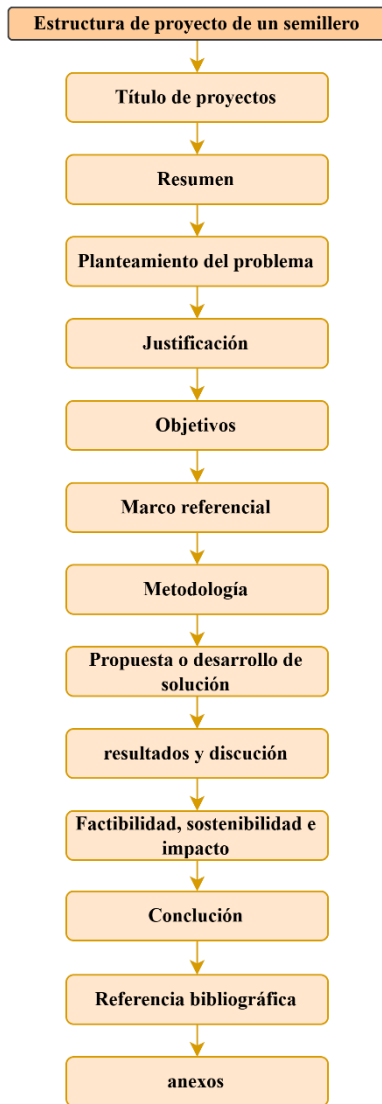
El modelo propuesto presenta una estructura general organizada en cuatro fases secuenciales: diagnóstico del sistema logístico, diseño conceptual, modelado y simulación, e interpretación y documentación. Esta estructura permite desarrollar el proyecto de manera ordenada, garantizando coherencia metodológica y resultados medibles, la Figura 4, se presenta un conjunto de diagramas comparativos en los cuales se analizaron las estructuras más utilizadas en distintos tipos de proyectos dentro del ámbito académico. Cada representación permitió identificar los elementos y etapas que caracterizaron a los proyectos de carácter formativo, investigativo y de titulación.



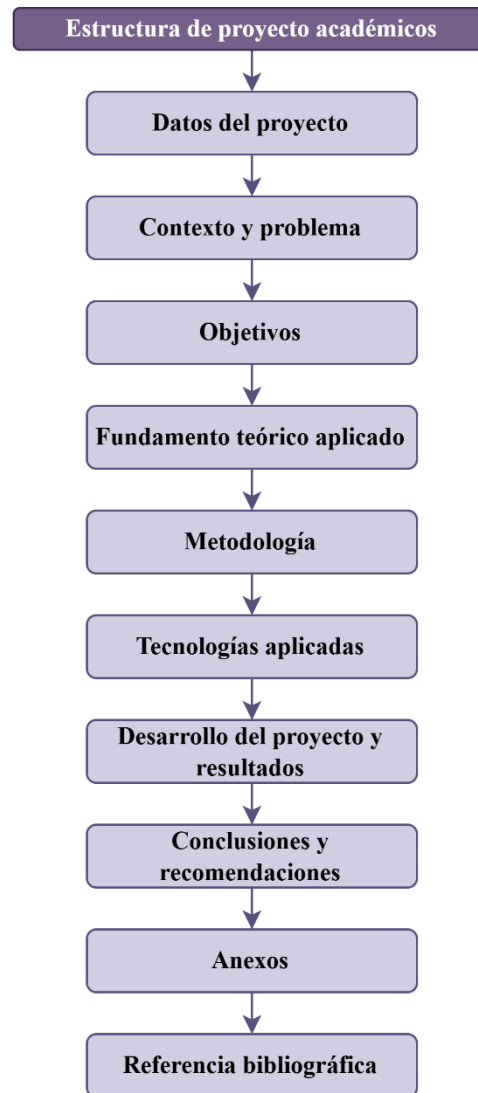
a) Estructura de un proyecto de titulación



b) Estructura de un proyecto de titulación con enfoque ampliado



c) Estructura de un proyecto de semillero de investigación



d) Estructura general de un proyecto académico



e) Estructura de un proyecto de vinculación

Figura 4. Propuestas de estructura para proyectos la figura a) es Estructura de un proyecto titulación la figura b) Estructura de un proyecto de titulación con enfoque ampliado la figura c) Estructura de un proyecto de semillero de investigación la figura d) Estructura general de un proyecto académico la figura e) Estructura de un proyecto de vinculación

La figura 4 estuvo conformada por los literales a), b), c), d) y e), los cuales correspondieron a diagramas que representaron diferentes propuestas de estructura para la elaboración de proyectos académicos, de titulación, de semilleros e investigación. El modelo se sustenta en cuatro dimensiones fundamentales. La dimensión tecnológica contempla la integración de tecnologías 4.0 y *software* especializado aplicados al entorno logístico. La dimensión metodológica define la secuencia de fases y los pasos que orientan el desarrollo del proyecto. La dimensión formativa se enfoca en las competencias que el estudiante desarrolla durante la ejecución del modelo, mientras que la dimensión de resultados se orienta a la generación de indicadores clave de desempeño (KPI), modelos digitales, informes técnicos y *dashboards* para la toma de decisiones.

En la primera fase, correspondiente al diagnóstico, se realiza el levantamiento de procesos, la identificación de variables y restricciones del sistema, y la elaboración de una matriz brecha–tecnología que permite identificar oportunidades de mejora. En la segunda fase, relacionada con el diseño conceptual, se desarrollan diagramas de flujo o *BPMN*, se establecen los requerimientos de datos y se determinan las variables controlables y no controlables del sistema. La tercera fase, centrada en el modelado y la simulación, comprende la construcción del modelo tridimensional, su verificación y validación, así como la creación de escenarios experimentales para el análisis comparativo. Finalmente, en la cuarta fase se realiza la documentación y formulación de propuestas, incluyendo el análisis de KPI, la elaboración de recomendaciones y la generación de recursos visuales como entornos XR y *dashboards* interactivos.

Cada fase produce resultados específicos. En la fase uno se obtiene el mapa de procesos y la ficha de diagnóstico; en la fase dos se desarrolla el modelo conceptual y el plan de experimentos; en la fase tres se logra un modelo 3D validado junto con escenarios comparativos; y en la fase cuatro se elabora el informe final, el *dashboard* y las presentaciones académicas correspondientes.

En cuanto a los roles y competencias, el estudiante modelador asume responsabilidades relacionadas con la simulación, el manejo de datos y el análisis de resultados. El tutor académico orienta el proceso metodológico, el técnico de

laboratorio brinda soporte técnico especializado y el equipo colaborativo participa en la documentación y validación del proyecto.

Además, En la tabla 58 se observa la relación entre las fases y los dominios del sistema inteligente se estructura de la siguiente manera:

Tabla 58. Relación entre las fases y los dominios

Fase / Dominio	Técnico	Control	Informacional	Analítico	Humano
F1	✓	–	✓	–	✓
F2	✓	✓	✓	–	✓
F3	✓	✓	✓	✓	✓
F4	–	–	✓	✓	✓

Esta articulación evidencia que el modelo no solo sigue una secuencia metodológica, sino que también responde a una lógica de maduración progresiva de los dominios del sistema inteligente, garantizando una formación integral y orientada a la toma de decisiones basada en datos.

4.1.2.4. Integración tecnológica, simulación y estructura operativa del modelo metodológico

- Integración de sistemas digitales y plataformas colaborativas

El modelo metodológico incorpora plataformas digitales y sistemas de información como soporte para la gestión de datos, la documentación del proyecto y la coordinación de equipos. La integración con bases de datos, hojas de cálculo y sistemas externos permite estructurar flujos de información coherentes desde la fase de conceptualización hasta la interpretación de resultados. Esta integración responde a la necesidad de evitar la fragmentación tecnológica identificada en el diagnóstico institucional.

- Uso de analítica de datos para la toma de decisiones

La metodología incorpora análisis estadístico en la fase de recopilación y procesamiento de datos, incluyendo ajuste de distribuciones, estimación de parámetros y validación estadística de resultados. Durante la experimentación, los indicadores clave de desempeño (*KPIs*) son evaluados mediante comparaciones estructuradas entre escenarios, fortaleciendo el enfoque de toma de decisiones basada en datos (*data-driven decision-making*). La incorporación de paneles de

control y herramientas de visualización permite transformar resultados numéricos en información estratégica para la optimización de procesos.

- Integración de gemelos digitales e Internet de las Cosas (IoT)

La propuesta contempla la posibilidad de vincular el modelo de simulación con datos provenientes de sensores y sistemas IoT, permitiendo aproximarse al concepto de gemelo digital. En este enfoque, el modelo no solo representa el sistema real, sino que puede actualizarse con datos dinámicos para validar comportamientos en tiempo real. Esta integración fortalece la verificación y validación del modelo, ampliando su capacidad predictiva y su aplicabilidad en entornos logísticos reales.

- Uso de entornos inmersivos y herramientas CAD

La metodología permite integrar diseños CAD para recrear *layouts* físicos con mayor fidelidad dentro del entorno 3D de simulación. Asimismo, se contempla la utilización de tecnologías de realidad virtual y aumentada para la visualización inmersiva de escenarios simulados. Esta combinación mejora la comprensión espacial de los procesos, facilita la validación con expertos y potencia la transferencia del conocimiento hacia contextos académicos y productivos.

- Interoperabilidad y conectividad de sistemas

El modelo promueve la interoperabilidad entre *software* de simulación, bases de datos, sistemas ERP y plataformas de análisis. Mediante conexiones ODBC, importación de archivos estructurados y APIs, se garantiza la coherencia entre las distintas herramientas tecnológicas. Esta conectividad evita la duplicación de información y permite una integración sistémica acorde con los principios de la logística 4.0.

4.1.2.5. Metodología basada en simulación aplicada a proyectos logísticos

- Rol de la simulación en logística 4.0

La simulación de eventos discretos constituye el eje operativo del modelo metodológico. Permite representar dinámicamente sistemas logísticos complejos, evaluar alternativas sin riesgo real y reducir costos asociados a la experimentación física. En el contexto 4.0, la simulación se transforma en una herramienta estratégica de planificación, experimentación y validación tecnológica.

- Modelado de sistemas logísticos

El proceso inicia con la definición del sistema, formulación del modelo conceptual y recopilación de datos. Posteriormente, se implementa el modelo computacional en *FlexSim*, integrando bibliotecas de componentes, lógica de procesos y representaciones tridimensionales del sistema. Esta fase combina diseño conceptual y programación operativa bajo un enfoque estructurado.

- Simulación de escenarios y análisis de resultados

Una vez validado el modelo, se diseñan escenarios de mejora que incluyen variaciones en recursos, políticas operativas o incorporación de tecnologías. Los resultados se analizan mediante comparación de KPIs, análisis de sensibilidad y evaluación multicriterio. La experimentación puede apoyarse en diseños factoriales o herramientas de optimización, permitiendo identificar configuraciones eficientes.

- Optimización y toma de decisiones basada en datos

La metodología integra procesos de optimización orientados a minimizar costos, reducir tiempos de ciclo o mejorar niveles de servicio. La simulación actúa como entorno de prueba para evaluar inversiones tecnológicas y cambios operativos, garantizando decisiones fundamentadas en evidencia cuantitativa.

- Validación del sistema mediante simulación

La verificación y validación constituyen un componente esencial del modelo. La verificación asegura la correcta implementación lógica del sistema, mientras que la validación compara los resultados simulados con datos reales o históricos. Este proceso iterativo garantiza confiabilidad y coherencia metodológica antes de formular recomendaciones finales.

4.1.2.6. Representación estructural del modelo metodológico

- Diagrama del modelo propuesto

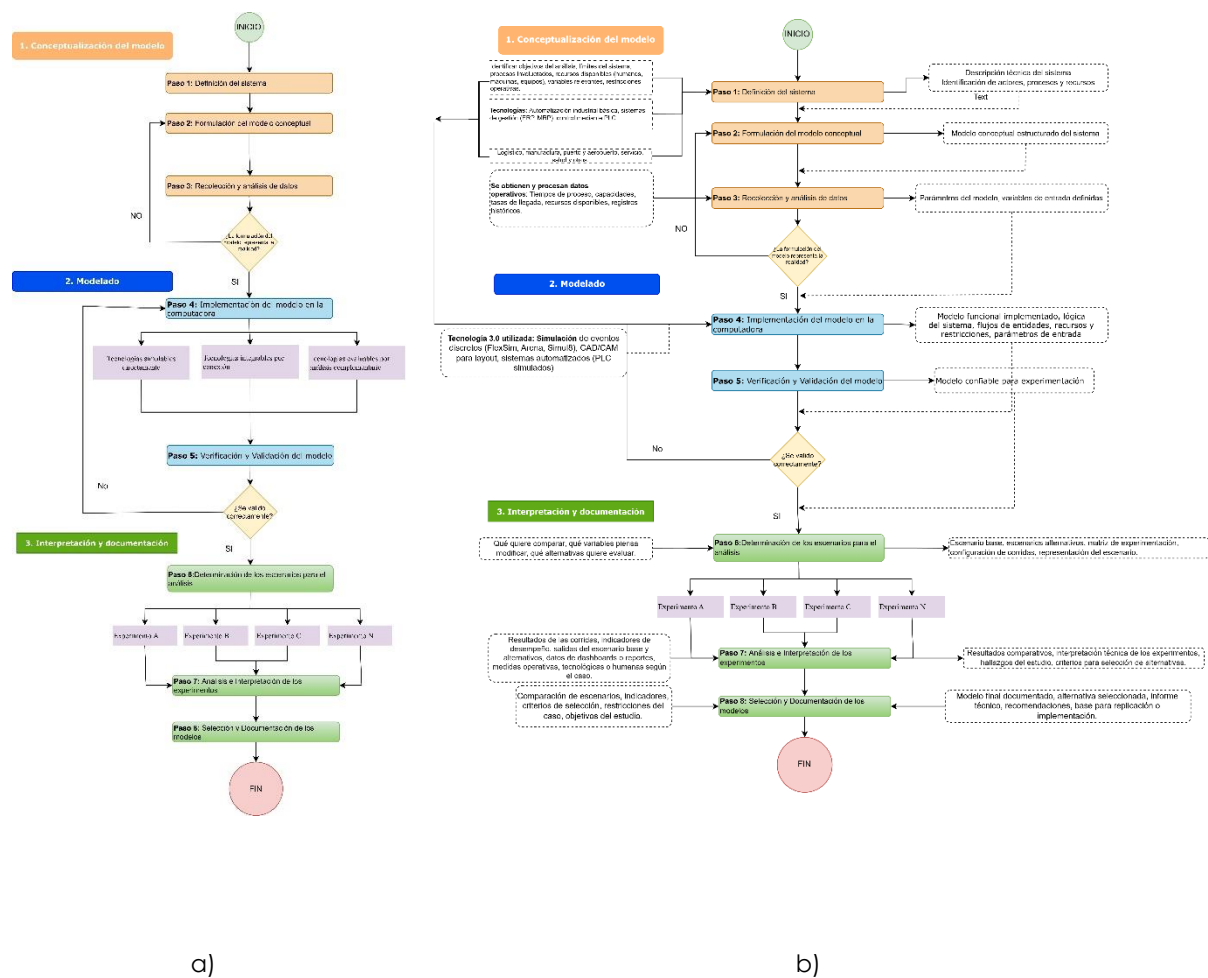
Con base en las brechas tecnológicas, metodológicas y formativas identificadas en el diagnóstico (Objetivo 1), se diseñó un modelo metodológico orientado a estandarizar el desarrollo de proyectos virtuales con enfoque logística 4.0. La propuesta integró principios de digitalización, análisis de datos, iteración controlada y validación estructurada, con el fin de asegurar coherencia, trazabilidad y replicabilidad en los resultados obtenidos.

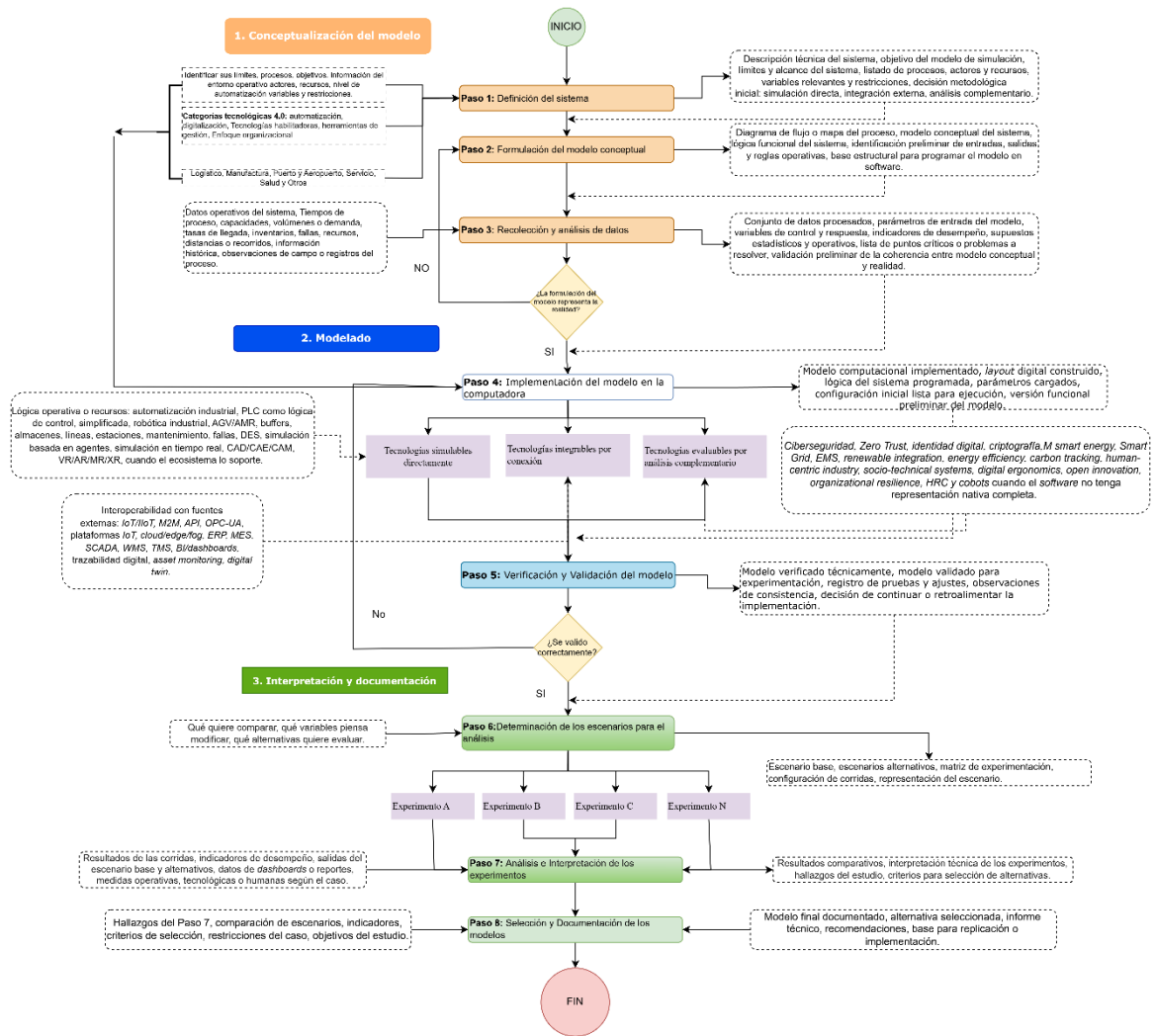
Diagrama del modelo propuesto

El modelo metodológico se representó mediante un esquema estructural compuesto por tres macro fases:

1. Conceptualización del modelo,
2. Modelado,
3. Interpretación y documentación.

Tal como se presenta en la Figura 5, el proceso metodológico se organizó en fases (a, b, c) secuenciales e iterativas que incluyeron: definición del sistema, modelado conceptual, recopilación y análisis de datos, implementación computacional, verificación, validación, experimentación y documentación final. Esta estructura permitió orientar el proyecto hacia la toma de decisiones basada en evidencia, al incorporar puntos de control para retroalimentar etapas previas cuando se detectaron inconsistencias o falta de datos.





c)

Figura 5. Metodología de simulación la figura a es metodología 2.0, la figura b es metodología 3.0 y la figura c es una propuesta de metodología 4.0

- Flujo metodológico del proceso

El flujo metodológico del proceso se estructuró en ocho pasos secuenciales, agrupados en tres macro fases: conceptualización del modelo, modelado e interpretación y documentación. Esta organización permitió mantener coherencia interna, control metodológico y trazabilidad entre los insumos del sistema, la construcción del modelo y los resultados obtenidos.

En la Fase 1. Conceptualización del modelo se desarrollaron los pasos 1 al 3. En esta etapa se delimitó el sistema de estudio, se formuló el modelo conceptual y se realizó la recolección y análisis de los datos operativos. Esta fase constituyó la base metodológica común para las tres variantes derivadas del diagrama, debido a que

en todos los casos fue necesario comprender el sistema, identificar actores, recursos, restricciones, variables y condiciones de operación antes de proceder a su representación computacional.

En la Fase 2. Modelado se desarrollaron los pasos 4 y 5. En esta fase se implementó el modelo en la computadora, se configuraron sus parámetros de operación y posteriormente se verificó y validó su comportamiento respecto de la realidad. No obstante, el alcance tecnológico de esta fase varió según el nivel metodológico adoptado. En la versión 2.0, el modelado se concentró en la simulación clásica del sistema mediante lógica operativa básica y análisis de eventos discretos. En la versión 3.0, el modelo incorporó automatización industrial, sistemas de gestión, CAD/CAM y herramientas de integración digital propias de entornos productivos intermedios. En la versión 4.0, además de lo anterior, se amplió la interoperabilidad con tecnologías conectadas, herramientas de análisis complementario y recursos avanzados de digitalización, lo que convirtió esta variante en la más robusta del esquema metodológico.

En la Fase 3. Interpretación y documentación se desarrollaron los pasos 6 al 8. En esta última etapa se definieron los escenarios de análisis, se ejecutaron los experimentos, se interpretaron los resultados y se documentó la alternativa seleccionada. Esta fase permitió transformar los resultados de simulación en evidencia técnica, académica y aplicada, asegurando que el proceso no terminara en la ejecución del modelo, sino en la generación de conclusiones, recomendaciones y productos documentados.

En este marco, la Tabla 58 presentó la metodología general del laboratorio derivada del flujo metodológico común, mientras que la Tabla 59 mostró su ajuste diferencial según los niveles 2.0, 3.0 y 4.0. De esta manera, la metodología no se limitó a una visión única de simulación, sino que se adaptó progresivamente desde un enfoque clásico de representación operativa hasta una propuesta robusta de integración digital y tecnológica. A diferencia de un enfoque tradicional centrado únicamente en la construcción del modelo, esta propuesta vinculó cada fase con un nivel tecnológico específico y con resultados verificables, fortaleciendo así la trazabilidad metodológica desde el diagnóstico inicial hasta la documentación final del proyecto.

Tabla 59. Metodología del laboratorio basada en simulación de eventos discretos en versión clásica (2.0) y versión 3.0

Pasos	Nombre de los pasos	Objetivos de los pasos	Actividades principales	Tecnologías aplicadas
1	Definición del sistema	Delimitar el sistema de estudio y comprender su funcionamiento real	Identificación de objetivos, límites del sistema, procesos involucrados, recursos, variables y restricciones	Registros operativos, observación del proceso, formatos de levantamiento, información histórica
2	Formulación del modelo conceptual	Representar lógicamente el sistema antes de su implementación computacional	Diagramas de flujo, identificación de entidades, recursos, entradas, salidas, reglas operativas y estructura funcional	Diagramación de procesos, BPMN, CAD, esquemas funcionales
3	Recolección y análisis de datos	Consolidar la base de datos operativa necesaria para el modelo	Recolección de tiempos, capacidades, tasas de llegada, recursos disponibles, fallas, recorridos y datos históricos	Hojas de registro, bases de datos, analítica descriptiva
4	Implementación del modelo en la computadora	Construir el modelo computacional del sistema	Programación del modelo, parametrización, configuración de flujos, reglas de operación y representación digital	<i>FlexSim</i> , <i>Arena</i> , <i>Simio</i> , <i>AnyLogic</i> , CAD/CAM, integración digital según nivel tecnológico
5	Verificación y validación del modelo	Comprobar que el modelo funcionó correctamente y representó adecuadamente la realidad	Pruebas técnicas, ajuste de parámetros, contraste con datos reales, revisión de consistencia y validación del comportamiento	Simulación, análisis estadístico, tableros de control, validación comparativa
6	Determinación de los escenarios para el análisis	Definir alternativas de evaluación y condiciones experimentales	Selección de escenario base, escenarios alternativos, matriz de experimentación y configuración de corridas	Simulación de escenarios, parametrización experimental
7	Análisis e interpretación de los experimentos	Evaluar resultados y comparar alternativas para apoyar la toma de decisiones	Comparación de indicadores, análisis de desempeño, revisión de resultados operativos y técnicos	Reportes de simulación, analítica de datos, BI, indicadores de desempeño
8	Selección y documentación del modelo	Formalizar la alternativa seleccionada y documentar el proceso	Elaboración de informe técnico, sistematización de hallazgos, recomendaciones, evidencias y productos académicos	Documentos técnicos, plataformas académicas, repositorios, LMS

A continuación, la Tabla 60 diferenció el alcance metodológico de la propuesta según las variantes 2.0, 3.0 y 4.0 derivadas de los diagramas.

Tabla 60. Diferencia de alcance

Nivel metodológico	Enfoque general	Alcance tecnológico en el modelado	Rasgos distintivos
2.0	Simulación clásica	Se centró en la representación computacional del sistema, el análisis de flujos, colas, recursos y eventos discretos	Correspondió al enfoque tradicional de simulación, con baja interoperabilidad y énfasis en la lógica operativa del sistema
3.0	Simulación con automatización e integración industrial	Incorporó automatización industrial básica, PLC, sistemas de gestión, CAD/CAM y herramientas de soporte al proceso	Amplió la representación hacia entornos productivos integrados, combinando simulación con automatización y gestión operativa
4.0	Simulación avanzada e interoperable	Integró tecnologías simulables directamente, tecnologías integrables por conexión y tecnologías evaluables por análisis complementario	Constituyó la versión más robusta, al añadir conectividad, interoperabilidad, trazabilidad digital, análisis avanzado y articulación con ecosistemas tecnológicos más amplios

La Tabla 58 evidenció que el modelo metodológico no se restringió a una única lógica de simulación, sino que evolucionó en complejidad tecnológica según el propósito del proyecto. En la versión 2.0, la metodología conservó la estructura clásica de simulación de eventos discretos. En la versión 3.0, el modelado se vinculó con tecnologías de automatización e integración industrial. Finalmente, en la versión 4.0, el esquema amplió su alcance hacia la interoperabilidad, el análisis complementario y la articulación con tecnologías digitales avanzadas, sin perder la base metodológica de la simulación.

- Relación dominio, tecnología, fase, resultado

Para asegurar que cada tecnología integrada cumpliera una función metodológica verificable, el modelo estableció una relación explícita entre dominio, tecnología, fase metodológica y resultado esperado. Esta relación evitó que la tecnología se incorporara únicamente como una lista de herramientas y permitió que cada recurso digital tuviera un propósito funcional dentro del proceso de modelado y análisis.

En el dominio técnico-productivo, la tecnología se orientó a la caracterización del sistema, sus procesos, recursos, restricciones y lógica operativa. Este dominio se vinculó principalmente con la fase de conceptualización y con el inicio del

modelado, debido a que proporcionó las bases para delimitar el sistema y formular el modelo conceptual.

En el dominio digital e informacional, la tecnología se enfocó en la adquisición, organización, integración y tratamiento de los datos del proceso. Este dominio se articuló con la recolección y análisis de datos, así como con la implementación del modelo, puesto que permitió consolidar parámetros de entrada y asegurar consistencia informacional.

En el dominio analítico e inteligente, la tecnología se dirigió a la evaluación de escenarios, cálculo de indicadores, comparación de alternativas y soporte a la toma de decisiones. Este dominio se vinculó especialmente con la fase de experimentación e interpretación, ya que permitió transformar los resultados de simulación en evidencia evaluable.

En el dominio humano-formativo, la tecnología se orientó a la interpretación, visualización, documentación, socialización y transferencia académica de los resultados. Este dominio se relacionó con la fase final del proceso, en la que el conocimiento generado se formalizó en productos técnicos y académicos.

4.1.2.7. Vinculación de la metodología de simulación con la carrera y el laboratorio

Con el propósito de estructurar de manera ordenada la aplicación de la simulación de eventos discretos integrada con tecnologías de logística 4.0 en el entorno académico, se estableció una metodología de laboratorio basada en un enfoque sistémico, progresivo e interdisciplinario. Esta metodología se organizó en ocho fases secuenciales, desde el diagnóstico del sistema logístico hasta la documentación y transferencia académica de los resultados.

La metodología presentada en la Tabla 61 se fundamentó en la metodología clásica de simulación de eventos discretos descrita por (Banks et al., (2010), la cual incorpora etapas de definición del sistema, modelado conceptual, construcción computacional, verificación, validación y experimentación.

Sobre esta base, se integraron componentes propios de logística 4.0 (analítica de datos, interoperabilidad, gemelos digitales y tecnologías inmersivas), con el fin de fortalecer la trazabilidad metodológica, la validación de modelos y la aplicabilidad formativa en proyectos virtuales.

Tabla 61. Metodología clásica de simulación de eventos discretos

Pasos	Fases	Nombre del paso	del	Objetivo del paso	del	Actividades principales	Tecnologías aplicadas
1	Conceptualización del modelo	Diagnóstico del sistema logístico		Analizar el funcionamiento real de los procesos logísticos		Levantamiento de procesos, identificación de recursos, detección de cuellos de botella, recolección de datos	ERP, sensores, registros operativos, analítica básica
2	Conceptualización del modelo	Modelado conceptual		Representar lógicamente el sistema antes de simularlo		Diagramas de flujo, definición de entidades, colas, recursos, KPIs y restricciones	BPMN, CAD, diagramación de procesos
3	Conceptualización del modelo	Modelado digital y simulación	y	Construir el modelo computacional del sistema		Programación del modelo, ingreso de datos, reglas de operación, parametrización	<i>FlexSim, AnyLogic, Arena, Simio</i>
4	Modelado	Verificación y validación	y	Garantizar que el modelo represente fielmente la realidad		Comparación con datos reales, ajuste de parámetros, validación estadística	Simulación, analítica avanzada, BI
5	Modelado	Diseño y evaluación de escenarios	y	Analizar alternativas de mejora sin riesgo real		Simulación de escenarios A, B y C, análisis de sensibilidad, comparación de KPIs	IA logística, gemelos digitales, simulación
6	Interpretación y documentación	Integración con tecnologías XR		Visualizar y entrenar sobre procesos simulados		Creación de entornos VR/AR/MR, simulación inmersiva, entrenamiento virtual	<i>XR-LAB, Unity, HoloLens, VR colaborativa</i>
7	Interpretación y documentación	Análisis de resultados	de	Transformar datos en conocimiento para la toma de decisiones		Análisis de productividad, eficiencia, costos, desempeño logístico	<i>Power BI, analítica prescriptiva, IA</i>
8	Interpretación y documentación	Documentación y aplicación académica		Transferir los resultados al ámbito educativo		Informes, manuales, integración en asignaturas/proyectos, repositorio	Plataformas digitales, LMS, repositorios

La Tabla 60 evidenció que la metodología propuesta integró el ciclo completo de simulación de eventos discretos (diagnóstico, modelado conceptual, construcción computacional, validación y experimentación), incorporando además herramientas y tecnologías coherentes con logística 4.0. En consecuencia, la simulación no se limitó a la representación del proceso, sino que permitió la evaluación controlada de escenarios, el cálculo de indicadores (KPIs) y la transferencia académica mediante documentación verificable, garantizando trazabilidad y replicabilidad del proyecto.

- Vinculación con la carrera y los laboratorios

La metodología de simulación de eventos discretos propuesta se vinculó de manera directa con la carrera de logística y transporte, al constituirse como una herramienta académica aplicada para el análisis, modelado, validación y optimización de procesos logísticos. Su integración con tecnologías de logística 4.0 permitió que los estudiantes desarrollaran competencias prácticas en entornos digitales, alineadas con requerimientos actuales de operación logística basada en datos.

Desde el enfoque formativo, la metodología se incorporó como recurso didáctico en asignaturas relacionadas con operaciones logísticas, gestión de almacenes, transporte, cadena de suministro, investigación de operaciones y sistemas de información. Mediante la simulación de eventos discretos, se representaron digitalmente flujos de materiales, utilización de recursos, tiempos de ciclo, cuellos de botella, políticas de inventario y estrategias de distribución, fortaleciendo habilidades de análisis y toma de decisiones sustentadas en evidencia.

Operativamente, la metodología se articuló con el Laboratorio de Operaciones Logísticas y Cadena de Suministro 4.0, donde se dispuso de herramientas de simulación (p. Ej., *flexsim*, *anylogic*, *arena* y *simio*), así como plataformas de analítica y sistemas de información. En este entorno, los modelos desarrollados permitieron evaluar escenarios operativos, analizar asignación de recursos y comparar alternativas de mejora sin afectar procesos reales.

De forma complementaria, la metodología se fortaleció con el Laboratorio de Tecnologías Inmersivas y Simulación (XR-LAB), el cual permitió integrar la simulación con entornos de realidad virtual, aumentada y mixta. Esta articulación facilitó la visualización inmersiva de modelos simulados, el entrenamiento académico en escenarios virtuales y la validación colaborativa de procesos logísticos, incrementando el realismo del aprendizaje y la calidad de la evidencia generada.

Finalmente, desde el enfoque logística 4.0, la metodología se integró con analítica avanzada, inteligencia artificial y plataformas digitales, lo que permitió incorporar datos reales, evaluar desempeño mediante indicadores y sustentar propuestas de mejora con resultados comparables. En conjunto, esta vinculación consolidó un modelo académico–tecnológico orientado a articular teoría y práctica, potenciar aprendizaje activo y fortalecer investigación aplicada.

4.1.3. Validación del modelo metodológico basado en logística 4.0 en el entorno académico

4.1.3.1. Propuesta de articulación tecnológica en los laboratorios como soporte de validación del modelo

En este apartado se abordó la articulación de las tecnologías 4.0 identificadas y clasificadas en la fase diagnóstica, con el propósito de establecer su integración funcional dentro del entorno académico de la carrera de Logística y Transporte de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC). A diferencia del diagnóstico previo, en el cual se realizó la identificación y clasificación estructurada de tecnologías en capas funcionales, en esta sección se tradujo dicha clasificación en una propuesta de distribución y vinculación tecnológica orientada a su aplicación en los laboratorios institucionales.

Para ello, se partió del principio de que la existencia de infraestructura tecnológica no garantiza por sí sola su aprovechamiento académico, sino que requiere de una articulación metodológica que permita integrar dichas tecnologías en función de los objetivos formativos, los tipos de proyectos y las capacidades operativas de los laboratorios. En este sentido, la articulación tecnológica se planteó como un mecanismo de conexión entre la clasificación teórica de tecnologías 4.0 y su implementación potencial en espacios académicos reales.

El proceso de articulación se desarrolló considerando los siguientes criterios:

- La naturaleza funcional de cada laboratorio;
- La infraestructura tecnológica disponible;
- La correspondencia entre las tecnologías identificadas y las actividades académicas desarrolladas;
- El potencial de integración dentro del modelo metodológico propuesto.

Bajo estos criterios, se estableció una relación entre las capas tecnológicas definidas en el diagnóstico y los laboratorios existentes en la carrera, identificando tanto tecnologías presentes como tecnologías potenciales de incorporación progresiva. A partir de este análisis, se estructuró la matriz de articulación tecnológica por laboratorio la cual permitió evidenciar la correspondencia entre capacidades institucionales y requerimientos del modelo metodológico.

Como se observa en la Tabla 62, la articulación no se limitó a la identificación de tecnologías, sino que permitió definir su función dentro del modelo, diferenciando entre tecnologías implementadas, de soporte y potenciales. Esta distinción facilitó comprender el nivel de madurez tecnológica de los laboratorios y su capacidad de adaptación a un enfoque de logística 4.0.

Tabla 62. Propuesta de tecnologías en los laboratorios de la carrera

Laboratorio	Tecnologías presentes	Tecnologías potenciales	Justificación funcional	Rol en el modelo metodológico
Laboratorio de logística y Cadena de Suministro 4.0	Simulación de eventos discretos, <i>software</i> logístico, análisis de procesos	IoT, analítica avanzada, integración ERP/WMS	Enfocado en modelado y optimización de procesos logísticos	Núcleo de análisis, simulación y evaluación de escenarios
Laboratorio de Tecnologías Inmersivas y Simulación (XR-LAB)	Realidad virtual, entornos 3D, simulación inmersiva	Gemelos digitales, metaverso industrial, interacción avanzada	Permite visualización, experimentación y validación en entornos virtuales	Soporte para validación visual, interacción y experimentación
Laboratorios complementarios (cibeseguridad, fablab)	Procesamiento de datos, desarrollo digital, prototipado	Inteligencia artificial, <i>Edge Computing</i> , automatización	Apoyo transversal para procesamiento, análisis y desarrollo tecnológico	Soporte para analítica, integración tecnológica y desarrollo de soluciones

Asimismo, se evidenció que ciertos laboratorios presentan mayor afinidad con determinadas capas tecnológicas. En particular, el laboratorio de logística se consolidó como núcleo de simulación y análisis de procesos, mientras que el XR-LAB se posicionó como espacio de validación inmersiva. Por su parte, los laboratorios complementarios cumplieron un rol de soporte en procesamiento de datos y desarrollo tecnológico.

En consecuencia, esta articulación permitió establecer un ecosistema académico integrado, en el cual las tecnologías se distribuyen funcionalmente en los distintos espacios formativos. No obstante, esta fase no constituyó una validación del modelo en sí misma, sino la definición de las condiciones operativas necesarias para su implementación.

Finalmente, se concluyó que la carrera dispone de una base tecnológica suficiente para aplicar el modelo metodológico, siempre que exista una adecuada articulación entre tecnologías, laboratorios y procesos formativos, lo cual establece la viabilidad institucional previa a la validación aplicada.

4.1.3.2. Diseño del proceso de validación

El proceso de validación del modelo metodológico basado en logística 4.0 se diseñó con el propósito de verificar su aplicabilidad en el entorno académico, así como su coherencia operativa como guía para el desarrollo de proyectos virtuales.

A diferencia de una validación orientada a demostrar impacto industrial o resultados finales generalizables, en este estudio la validación se enfocó en determinar si el modelo puede ser utilizado de manera estructurada mediante plantillas, guías metodológicas y herramientas de apoyo, en contextos formativos.

En este sentido, la validación se concibió como un proceso de comprobación de uso, orientado a responder si el modelo:

- a. Puede ser aplicado por estudiantes;
 - b. Facilita la organización metodológica del proyecto;
 - c. Guía la integración de tecnologías 4.0;
 - d. Permite generar evidencias verificables.
- Enfoque del proceso de validación

El proceso se estructuró en dos niveles complementarios:

1. Validación estructural-metodológica, centrada en la coherencia de las plantillas y guías propuestas para distintos tipos de proyecto.
2. Validación aplicada en entorno formativo, desarrollada mediante su uso en proyectos académicos.

La validación aplicada se realizó en 9 proyectos académicos con 33 estudiantes, los cuales utilizaron las estructuras propuestas como guía de desarrollo.

- Alcance de la validación

El alcance de la validación se limitó a verificar:

- a. La aplicabilidad del modelo como estructura metodológica;
- b. Su capacidad para organizar fases y entregables;
- c. Su utilidad para guiar el uso de tecnologías 4.0;
- d. La generación de evidencias por fase.

No se planteó como objetivo demostrar impacto industrial ni validar resultados en entornos empresariales reales.

- Línea base de comparación

La línea base utilizada para el diseño de la validación correspondió al desarrollo tradicional de proyectos académicos en la carrera, caracterizado por:

1. Predominio de enfoques aislados;
2. Uso no sistemático de tecnologías digitales;
3. Limitada estandarización en fases y entregables;
4. Trazabilidad metodológica variable;
5. Resultados centrados en productos finales, con menor énfasis en integración tecnológica y evidencia de proceso.

Frente a esta línea base, el modelo propuesto incorporó una estructura orientada a logística 4.0, donde el proyecto no se limitó al informe final, sino que integró de manera explícita componentes como prototipado físico, simulación digital, aplicativo web, instrumentos de evaluación, indicadores de desempeño y proyección de transferencia tecnológica. Esta lógica pudo observarse en el proyecto académico analizado, que articuló maqueta física, simulación en *FlexSim*, aplicativo web, instrumentos de observación y encuestas, además de indicadores de evaluación logística y operativa, como se presenta en la tabla 63.

Tabla 63. Diseño del proceso de validación del modelo metodológico

Componente	Descripción
Propósito	Comprobar la aplicabilidad, coherencia, operatividad y pertinencia académica del modelo metodológico basado en logística 4.0
Nivel 1 de validación	de Validación estructural-metodológica de plantillas para proyectos de titulación, semilleros, investigación y vinculación
Nivel 2 de validación	de Validación aplicada en proyectos académicos mediante implementación de la estructura propuesta
Casos aplicados	9 proyectos académicos
Participantes	33 estudiantes de la carrera de logística y transporte
Línea base	Desarrollo tradicional de proyectos, con menor estandarización, integración tecnológica parcial y trazabilidad limitada
Elementos comparados	Fases, entregables, trazabilidad, tecnologías utilizadas, instrumentos, indicadores y uso de laboratorios
Evidencias utilizadas	Plantillas, informes de proyecto, prototipos, simulaciones, aplicativo web, observación directa, encuestas y repositorio institucional
Resultado esperado	Mejora en la organización metodológica, integración tecnológica y evidencia verificable del proceso de desarrollo

- Casos y unidades de análisis

La unidad principal de análisis estuvo constituida por los proyectos desarrollados en el entorno académico. En particular, el proceso de validación aplicada tomó como referencia proyectos que incorporaron la estructura propuesta para proyectos formativos, en los cuales se exigió el desarrollo organizado de componentes mínimos como:

1. Contexto y problema;
2. Objetivos;
3. Fundamento teórico aplicado;
4. Metodología;
5. Tecnologías aplicadas;
6. Desarrollo del proyecto y resultados;
7. Análisis y discusión;
8. Conclusiones y recomendaciones.

Esta estructura permitió desplazar el enfoque tradicional centrado únicamente en la entrega final, hacia una lógica de proyecto con secuencia metodológica explícita y evidencias verificables. En el caso revisado, esta orientación se concretó mediante el diseño de una maqueta a escala, un simulador en *FlexSim* y un aplicativo web, acompañados de población y muestra, instrumentos, recursos, indicadores e interpretación de resultados.

- Dimensión metodológica

En esta dimensión se verificó si el proyecto desarrolló de manera ordenada las fases y productos esperados. Los indicadores principales fueron:

1. Cumplimiento de fases definidas;
2. Existencia de entregables verificables;
3. Trazabilidad entre problema, objetivos, desarrollo y resultados;
4. Coherencia entre metodología, tecnologías y evidencia presentada.

- Dimensión tecnológica

En esta dimensión se evaluó el nivel de integración de herramientas y tecnologías dentro del proyecto. Los indicadores considerados fueron:

1. Número de componentes tecnológicos integrados;
 2. Articulación entre componente físico y digital;
 3. Uso de simulación, aplicación web, diseño cad/xr o analítica;
 4. Potencial de interoperabilidad y trazabilidad.
- Dimensión técnica

En esta dimensión se analizaron resultados operativos obtenidos en pruebas y simulaciones. El proyecto revisado utilizó indicadores como:

1. *Fill rate*;
 2. *Lead time*;
 3. Exactitud de inventario;
 4. Tiempo de *picking*;
 5. Tiempo de ciclo;
 6. Errores de registro.
- Dimensión educativa

En esta dimensión se consideró la utilidad del modelo como recurso de formación. Los principales indicadores fueron:

1. Claridad del flujo representado;
2. Facilidad de uso del sistema;
3. Comprensión del proceso logístico;
4. Satisfacción general de los participantes;
5. Uso efectivo del laboratorio y de los recursos tecnológicos.

La Tabla 64 integra los criterios e indicadores utilizados para validar el modelo metodológico propuesto. La matriz organiza la evaluación en dimensiones metodológicas, tecnológicas, técnicas y educativas, relacionando cada criterio con su indicador, evidencia e instrumento de verificación. Esta estructura permitió comprobar la coherencia del modelo, la trazabilidad de los entregables y la pertinencia de su aplicación en proyectos académicos.

Tabla 64. Matriz de criterios e indicadores de validación

Criterio	Indicador	Instrumento / evidencia	Criterio de aceptación
Metodológico	Cumplimiento de fases	Revisión de estructura del proyecto y entregables	Proyecto con fases completas y productos verificables
Metodológico	Trazabilidad	Relación entre problema, objetivos, desarrollo y resultados	Correspondencia clara entre componentes del proyecto
Tecnológico	Integración de tecnologías 4.0	Revisión de herramientas utilizadas y articulación funcional	Integración de al menos tres componentes tecnológicos
Técnico	Desempeño del sistema	Tablas de resultados, simulación y pruebas operativas	Mejora observable en indicadores respecto a la línea base
Educativo	Claridad, utilidad y satisfacción	Encuestas y observación directa	Valoración positiva de uso académico
Operativo	Aplicabilidad en laboratorio	Evidencia de implementación y uso de recursos	Ejecución funcional en entorno académico

- Criterios de aceptación y lógica de decisión

El modelo se consideró metodológicamente válido cuando el proyecto cumplió de manera integrada con los siguientes criterios mínimos:

1. Desarrollo completo de la estructura propuesta;
2. Evidencia verificable por fase;
3. Articulación entre problema, objetivos, metodología, tecnologías y resultados;
4. Incorporación de componentes tecnológicos coherentes con la lógica de logística 4.0;
5. Producción de resultados observables mediante indicadores o instrumentos;
6. Utilidad académica percibida en el entorno de laboratorio.

En los casos que incluyeron simulación y medición operativa, la validez técnica se apoyó además en el contraste entre línea base y escenario mejorado, utilizando indicadores logísticos y operativos. En el proyecto revisado, por ejemplo, se reportaron mejoras simuladas en tiempo de ciclo, exactitud, *fill rate* y reducción de errores, junto con evidencia de integración básica entre maqueta, aplicativo web y simulador digital.

- Esquema operativo del proceso de validación

El diseño del proceso de validación siguió la secuencia que se resume a continuación:

1. Fase 1. Revisión estructural: se examinó la coherencia de las plantillas y estructuras propuestas para cada tipo de proyecto.
2. Fase 2. Selección de casos aplicados: se consideraron los proyectos académicos desarrollados con la estructura propuesta.
3. Fase 3. Recolección de evidencias: se recopilaron informes, tablas, prototipos, simulaciones, encuestas y observaciones.
4. Fase 4. Evaluación por criterios: se valoraron los componentes metodológicos, tecnológicos, técnicos y educativos.
5. Fase 5. Interpretación comparativa: se contrastó el comportamiento del modelo frente a la línea base tradicional.
6. Fase 6. Síntesis de validación: se integraron los hallazgos para determinar la operatividad y pertinencia del modelo.

El proceso de validación no se limitó a comprobar si el modelo era teóricamente correcto, sino que buscó determinar si podía ser utilizado de forma realista y organizada dentro del entorno académico. La evidencia revisada mostró que la estructura propuesta permitió desarrollar proyectos con mayor orden metodológico, mejor explicitación de tecnologías, integración entre componentes físicos y digitales, y uso más claro de instrumentos e indicadores de desempeño. En el caso del proyecto académico analizado, esta operatividad se reflejó en la articulación de maqueta, aplicativo web y simulador, en la definición de población y muestra, en el uso de encuestas y observación directa, y en la presentación de resultados mediante tablas de tiempos, errores, configuración y evaluación del sistema.

Por lo tanto, el diseño del proceso de validación permitió sustentar que el modelo metodológico propuesto fue viable como guía para la estructuración y desarrollo de proyectos académicos con orientación a logística 4.0. Asimismo, estableció una base metodológica transferible para otros tipos de proyecto, aunque su validación más fuerte y directa se concentró en los proyectos formativos, donde la propuesta pudo aplicarse con mayor claridad y control dentro del entorno universitario.

Para complementar la aplicación institucional del modelo metodológico, se estructuraron planes diferenciados para proyectos académicos, de titulación, semillero, investigación y vinculación, los cuales se presentan en los Anexos 6, 7, 8, 9 y 10. Estos anexos permiten operacionalizar el modelo propuesto según el tipo de

proyecto, el nivel de complejidad, las evidencias requeridas y los mecanismos de seguimiento.

4.1.3.3. Proyección de la evolución de proyectos con enfoque tecnológico

A partir del diagnóstico realizado sobre los proyectos desarrollados entre 2023 y 2025, se identificó un total de 85 proyectos, de los cuales 19 incorporaron tecnologías 4.0. Estos resultados evidencian que la adopción tecnológica, aunque presente en la carrera, todavía se concentra en determinadas categorías, principalmente en investigación y semilleros, mientras que en titulación se observa una incorporación parcial y en vinculación una integración aún limitada.

Con base en esta línea base, se estableció una proyección para el período académico 2026A, considerando la estructura docente de la carrera. En este contexto, se cuenta con 13 docentes, cada uno con una carga mínima de dos asignaturas. Bajo el criterio de desarrollar un proyecto académico por asignatura, se proyecta un mínimo de 26 proyectos académicos durante dicho período.

Adicionalmente, se plantea como lineamiento institucional que los proyectos de titulación, investigación, semilleros y vinculación se orienten progresivamente hacia una base tecnológica, promoviendo la integración de tecnologías 4.0 en su diseño, ejecución y validación. Esta proyección no solo implica un incremento en el número de proyectos académicos, sino también una oportunidad para fortalecer la virtualización, la trazabilidad y la integración tecnológica de manera más homogénea en toda la carrera y se puede observar en la tabla 65.

Tabla 65. Proyección de proyectos académicos con base tecnológica (2026A)

Indicador	Valor diagnóstico (2023–2025)	Proyección 2026A
Total, de proyectos	85	—
Proyectos con tecnología 4.0	19 (22.35%)	En incremento
Docentes activos	—	13
Asignaturas mínimas por docente	—	2
Proyectos académicos por asignatura	—	1
Proyectos académicos mínimos	—	26

4.1.3.4. Planes de desarrollo de proyectos con base tecnológica

Para fortalecer la validación del modelo metodológico y evitar que su aplicación dependiera únicamente del criterio individual o de prácticas dispersas, se utilizaron planes de desarrollo por tipología de proyecto como instrumentos operativos de estandarización. Estos planes se incorporaron porque el diagnóstico institucional

había evidenciado heterogeneidad metodológica, integración tecnológica parcial, trazabilidad desigual y diferencias en el aprovechamiento de laboratorios, lo que limitaba la comparabilidad y la reproducibilidad de los proyectos desarrollados. En consecuencia, los planes aseguraron una secuencia mínima y verificable de trabajo mediante cuatro fases comunes (diagnóstico, formulación, desarrollo/presentación de resultados y evaluación/mejora continua), definiendo criterios de control, evidencias esperadas e integración progresiva de tecnologías 4.0 según el contexto y los recursos disponibles. De esta forma, la validación se sustentó en una ruta metodológica homogénea que facilitó documentar decisiones, generar evidencia técnica y mantener coherencia entre lo planificado y lo ejecutado en los distintos tipos de proyectos, como se detalla en los documentos completos referenciados en los Anexos 6 al 10.

- Plan de desarrollo de proyectos académicos con base tecnológica

El plan de proyectos académicos se organizó como una guía de corto a mediano plazo para proyectos desarrollados dentro de asignaturas, con el propósito de promover la incorporación progresiva de tecnologías 4.0 y reducir la dispersión metodológica en la práctica docente. En la fase de diagnóstico se aplicó una ficha que permitió identificar el tipo de proyecto, el problema, el contexto, el proceso crítico, el nivel de digitalización y las posibilidades reales de incorporar tecnología 4.0, evitando que la tecnología quedara solo como intención. En la fase de formulación se transformó la idea en una propuesta formal, redactada en un formato institucional estandarizado, asegurando coherencia entre título, problema, objetivos, alcance, metodología, resultados esperados y anexos de soporte. En la fase de desarrollo se ejecutó el proyecto según lo planificado, materializando actividades técnicas como simulación, prototipado, diseño de soluciones o análisis aplicado; además, se exigió evidencia (modelos, registros, informes, capturas o resultados) y se promovió la socialización mediante exposiciones, ferias o evaluaciones internas/externas, con el fin de verificar consistencia entre lo formulado y lo ejecutado. Finalmente, en la fase de evaluación y mejora continua se revisó el cumplimiento de objetivos, el nivel real de integración tecnológica, la calidad del resultado y las limitaciones detectadas, proponiendo acciones concretas para fortalecer proyectos posteriores y elevar su impacto académico y tecnológico. Adicionalmente, el plan definió un horizonte temporal semestral por semanas, niveles de alcance (corto, medio y alto) y un indicador de seguimiento basado en el porcentaje de proyectos con base

tecnológica respecto al total, orientando la implementación docente de forma medible.

- Plan para el desarrollo de proyectos de titulación con enfoque tecnológico

El plan de titulación se estructuró para asegurar que el trabajo final mantuviera rigor académico, viabilidad operativa y sustento técnico-tecnológico, articulándose con el contexto de la carrera y el uso de laboratorios institucionales cuando fue pertinente. En la fase diagnóstica se delimitó con precisión el tema, el problema de estudio y el contexto de aplicación, verificando acceso a información, disponibilidad de recursos y posibilidad real de integrar tecnologías 4.0 sin sobredimensionar el alcance del trabajo. En la fase de formulación se consolidó la propuesta en formato estándar, logrando que problema, objetivos, marco teórico y metodología se alinearan con una solución aplicable; además, se aseguró que la tecnología estuviera justificada por su función dentro del estudio y no solo mencionada como tendencia. En la fase de desarrollo se ejecutó la propuesta técnica o metodológica, incluyendo actividades como recolección y análisis de datos, modelado, simulación, prototipado o pruebas, y se generaron evidencias verificables (tablas, figuras, resultados, registros y anexos técnicos) que demostraron el cumplimiento del objetivo y la coherencia con lo formulado. Finalmente, en la fase de evaluación y mejora continua se valoró el resultado desde dimensiones académicas, metodológicas, técnicas y tecnológicas, incorporando observaciones de tutor o jurado y definiendo ajustes para fortalecer redacción, validación, consistencia y proyección futura del estudio.

- Plan de desarrollo de proyectos de semillero con base tecnológica

El plan de semillero se orientó a fortalecer competencias investigativas y pensamiento crítico mediante proyectos de carácter formativo, exploratorio o experimental, con incorporación pertinente de herramientas digitales. En la fase de diagnóstico se definió una idea inicial a partir de un tema relevante para la carrera, identificando un problema por explorar, su contexto y la motivación del grupo, y verificando que existiera potencial tecnológico y viabilidad para estudiantes en formación. En la fase de formulación se organizó la propuesta en un documento coherente, cuidando que problema y objetivos se alinearan, que el proyecto pudiera ejecutarse en el periodo establecido y que incorporara al menos una herramienta digital con función clara dentro del proceso. En la fase de desarrollo se ejecutaron actividades de exploración

y experimentación, produciendo avances, pruebas, resultados preliminares o prototipos, y se generaron evidencias del proceso (registros, reportes, capturas, productos parciales), complementadas con socialización de avances para reforzar el aprendizaje práctico. Finalmente, en la fase de evaluación y mejora continua se valoró el aprendizaje alcanzado, la claridad del proyecto, la integración tecnológica lograda, las dificultades técnicas y el nivel de participación del grupo, definiendo acciones de mejora y criterios para continuidad o escalamiento del trabajo.

- Plan de desarrollo de proyectos de investigación con base tecnológica

El plan de investigación se diseñó para asegurar rigor metodológico, producción de evidencia y pertinencia académica e institucional, incorporando tecnologías 4.0 cuando aportaron valor al objetivo investigativo. En la fase de diagnóstico se delimitó el problema de investigación, se justificó su relevancia, se definió el contexto y se verificó viabilidad, considerando acceso a datos, recursos institucionales y potencial de integración tecnológica. En la fase de formulación se redactó el proyecto en formato institucional, asegurando coherencia entre preguntas, objetivos, metodología, cronograma, recursos y resultados esperados; además, se estableció como criterio que la tecnología estuviera justificada por su aporte al método y a la evidencia. En la fase de desarrollo se aplicó el diseño metodológico, se recolectó y procesó información, y se incorporaron componentes técnicos o experimentales como simulaciones, modelos, prototipos o validaciones, generando resultados sustentados en datos (tablas, gráficos, comparaciones, reportes y evidencias técnicas). Finalmente, en la fase de evaluación y mejora continua se revisó la calidad académica, metodológica, técnica y científica, definiendo acciones como reforzar análisis, mejorar validaciones y proyectar productos académicos (ponencias, informes o artículos) o continuidad del estudio.

- Plan de desarrollo de proyectos de vinculación con base tecnológica

El plan de vinculación se organizó en cuatro fases para orientar proyectos aplicados vinculados con necesidades reales del entorno social, institucional o productivo. En la fase diagnóstica se identificó la necesidad, se delimitó el contexto de intervención, se definieron actores y alcance, y se valoró la viabilidad y el apoyo tecnológico posible. En la fase de formulación se consolidó el proyecto en formato institucional, asegurando coherencia entre problema, objetivos, actividades e impacto esperado, con justificación funcional de la tecnología. En la fase de desarrollo se ejecutaron

actividades en el contexto real con seguimiento, generación de evidencias y verificación de utilidad e impacto para beneficiarios. Finalmente, en la fase de evaluación se valoró pertinencia, cumplimiento, impacto, calidad técnica, valor tecnológico y sostenibilidad, proponiendo mejoras para continuidad, réplica o escalamiento.

Una vez definidos estos planes y sus criterios de control, se procedió a aplicar esta estructura como base para organizar la evidencia de validación en el entorno académico. En este marco, los casos seleccionados se desarrollaron y documentaron siguiendo las fases establecidas, lo que permitió registrar trazabilidad, evidencias y resultados comparables, además de verificar la incorporación real de herramientas digitales, simulación y tecnologías 4.0 cuando correspondió. Por ello, a continuación, se presentaron los casos de validación y su trazabilidad institucional, describiendo cómo la aplicación de los planes permitió sistematizar el proceso, estructurar los entregables y sustentar el análisis de resultados bajo criterios uniformes, tal como se expuso en la sección siguiente.

4.1.3.5. Casos de validación y trazabilidad institucional sustentada en un entorno virtual

La validación del modelo metodológico no se sustentó únicamente en la revisión de proyectos aislados, sino en el análisis de casos concretos desarrollados en el entorno académico, cuya organización, trazabilidad y consulta se apoyó en dos entornos virtuales complementarios: un portafolio institucional de proyectos y un módulo informativo de estructuras metodológicas.

En este contexto, el entorno virtual no se interpretó como un mecanismo de validación en sí mismo, sino como una herramienta de gestión, organización documental y trazabilidad institucional, que permitió estructurar la información necesaria para la evaluación metodológica de los casos.

- Gestión de proyectos virtuales como soporte de trazabilidad institucional

El primer entorno corresponde a un portafolio institucional de proyectos, estructurado como un sistema web de consulta que organiza los proyectos académicos en formato de catálogo digital. Tal como se observa en la Figura 6, este entorno presenta:

- a. Organización cronológica por años mediante un sistema tipo acordeón;

- b. Clasificación de proyectos por categorías (formativos, investigación, vinculación, entre otros);
- c. Visualización de registros con título, fecha y tipo de proyecto;
- d. Opciones de filtrado y navegación por niveles y tipologías.

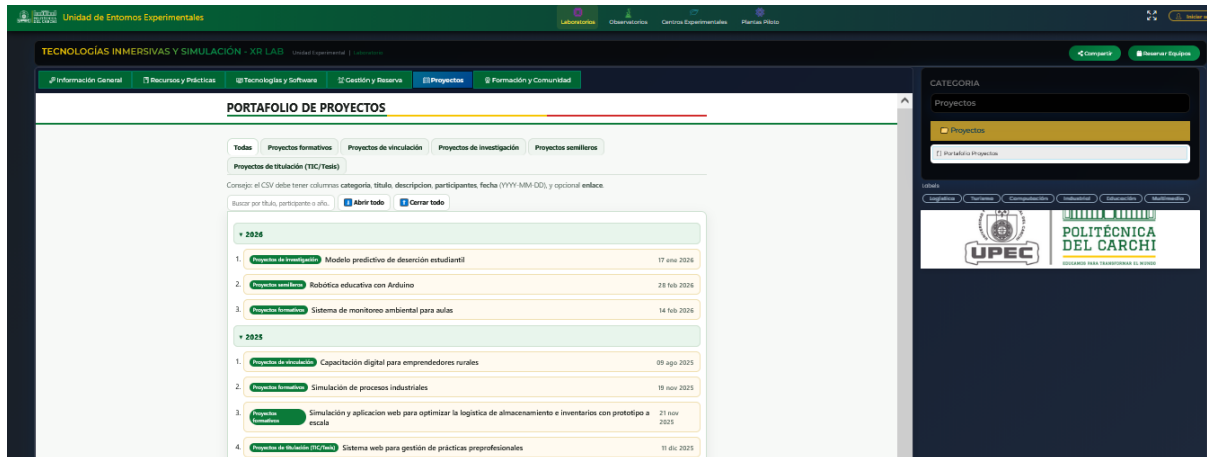


Figura 6. Portafolio institucional de proyectos (Unidad de Entornos Experimentales).
Fuente: Captura del sistema institucional (UPEC).

Esta estructura permitió establecer una ruta clara de trazabilidad, en la cual cada proyecto pudo ser:

- a. Identificado como registro institucional;
- b. Ubicado dentro de una categoría específica;
- c. Asociado a un periodo académico;
- d. Vinculado con sus evidencias metodológicas y tecnológicas.

En términos operativos, el portafolio fue utilizado como un mecanismo de consulta guiada, donde el evaluador accedió a los proyectos mediante filtros por categoría y navegación por periodos, garantizando que los casos analizados correspondieran a producción académica real y verificable.

En consecuencia, el portafolio de proyectos cumplió las siguientes funciones dentro del proceso de validación:

- a. Función documental, al evidenciar la existencia formal de los proyectos;
- b. Función de trazabilidad, al permitir su localización y clasificación;
- c. Función de soporte metodológico, al vincular cada caso con sus evidencias.

- Entorno virtual informativo como soporte de transferencia metodológica

El segundo entorno HTML, presentado en la Figura 7, corresponde a un módulo informativo orientado a la socialización y uso de la metodología propuesta. Este sistema organiza las estructuras del modelo mediante niveles de complejidad:

- a. Nivel básico, asociado a proyectos formativos y de aula;
- b. Nivel medio, correspondiente a proyectos de titulación y semilleros;
- c. Nivel alto, orientado a proyectos de investigación con mayor rigurosidad.



Figura 7. Visualización de proyectos por niveles

Cada nivel incluye la opción de descargar plantillas metodológicas, lo que permite a los estudiantes acceder directamente a las estructuras del modelo y aplicarlas en sus proyectos.

Este entorno cumple un rol clave en la validación, ya que:

- a. Facilita la adopción del modelo por parte de los usuarios;
 - b. Estandariza la estructura de los proyectos;
 - c. Promueve la integración progresiva de tecnologías 4.0;
 - d. Permite operacionalizar el modelo como herramienta de guía.
- Relación entre ambos entornos dentro del proceso de validación

Ambos sistemas HTML cumplen funciones diferenciadas pero complementarias:

- a. El entorno virtual de gestión de proyectos asegura la trazabilidad institucional y la identificación de los casos;
- b. El web informativo permite la aplicación práctica de la metodología mediante plantillas y guías.

Esta relación establece un flujo coherente dentro del proceso de validación:

1. El proyecto se registra y organiza en el portafolio institucional;
 2. El estudiante utiliza las plantillas del html informativo para estructurarlo;
 3. El proyecto genera evidencias metodológicas y tecnológicas;
 4. Dichas evidencias son evaluadas mediante la matriz de validación.
- Aporte de los entornos HTML a la validación del modelo

La incorporación de estos entornos permitió fortalecer el proceso de validación en tres aspectos fundamentales:

- a. Consistencia metodológica, al estandarizar la estructura de los proyectos mediante plantillas;
- b. Trazabilidad documental, al vincular cada caso con su registro institucional y sus evidencias;
- c. Aplicabilidad del modelo, al facilitar su uso directo por parte de los estudiantes.

En consecuencia, el uso de los entornos HTML no constituyó la validación del modelo en sí misma, sino el soporte operativo que permitió comprobar su aplicabilidad en el entorno académico, evidenciando que la metodología puede ser utilizada como guía estructurada para el desarrollo de proyectos con integración de tecnologías 4.0.

4.1.3.6. Validación técnica del modelo de simulación

La validación técnica se orientó a comprobar la funcionalidad de los modelos de simulación en contexto académico, evaluando su capacidad para:

- Representar procesos;
- Comparar escenarios;
- Generar indicadores.

Los resultados mostraron mejoras en tiempo de ciclo, exactitud, *fill rate* y reducción de errores en escenarios simulados. Sin embargo, estos resultados corresponden a un entorno académico y no constituyen validación industrial. Para más detalles revisar el anexo 5

4.1.3.7. Validación comparativa modelo propuesto vs metodología tradicional

La comparación permitió observar diferencias en:

- a. organización metodológica;
- b. trazabilidad;
- c. integración tecnológica;
- d. calidad documental;
- e. uso de laboratorios.

Estas diferencias se evidenciaron conforme a los criterios definidos en la Tabla 61 y a la estructura de validación descrita previamente.

No obstante, es importante precisar que el objetivo de esta validación no fue demostrar superioridad absoluta del modelo, sino verificar su aplicabilidad como guía metodológica.

En este sentido, los resultados indican que el modelo:

- a. facilita la estructuración del proyecto;
- b. orienta el uso de tecnologías 4.0;
- c. mejora la organización de evidencias;
- d. y promueve una integración más clara entre componentes.

La validación se sustentó en:

- a. 9 proyectos académicos;
- b. 33 estudiantes;
- c. un caso de simulación aplicado.

Asimismo, la gestión de los proyectos se evidenció mediante:

- a. un portafolio HTML organizado por años;
- b. y un HTML informativo con plantillas y estructuras metodológicas.

En consecuencia, se concluye que el modelo metodológico es aplicable en el entorno académico como herramienta de guía, permitiendo orientar a los estudiantes en el uso de tecnologías 4.0 y en la estructuración de proyectos virtuales, sin que ello implique una validación definitiva en contextos empresariales.

La validación del modelo metodológico basado en logística 4.0 en el entorno académico permitió comprobar su aplicabilidad como estructura organizada para el desarrollo de proyectos virtuales en la carrera de Logística y Transporte. Los resultados evidenciaron que el modelo no solo ofrece una secuencia metodológica clara, sino que también favorece la articulación entre fases, entregables, tecnologías 4.0, uso de laboratorios y generación de evidencias verificables, superando parcialmente la lógica tradicional de proyectos desarrollados de forma aislada y con limitada trazabilidad. La validación comparativa permitió verificar la aplicabilidad académica del modelo metodológico propuesto frente a una metodología tradicional de gestión de proyectos. Los resultados evidenciaron que el modelo facilitó la organización de fases, la definición de entregables, la trazabilidad de evidencias y la articulación entre tecnologías 4.0, laboratorios y criterios de evaluación. Sin embargo, esta validación no debe interpretarse como una demostración de superioridad absoluta ni como una validación definitiva en contextos empresariales, debido a que se desarrolló en un entorno académico delimitado, con proyectos formativos, evidencia documental y un caso de simulación aplicado. En consecuencia, el modelo se considera pertinente y aplicable como guía metodológica para la gestión de proyectos virtuales en la carrera de Logística y Transporte, y requiere futuras aplicaciones en contextos interinstitucionales y productivos para ampliar su alcance.

4.2. DISCUSIÓN

Los resultados del diagnóstico evidenciaron que la Carrera de Logística y Transporte de la UPEC cuenta con recursos tecnológicos asociados a la logística 4.0, especialmente en laboratorios orientados a simulación, tecnologías inmersivas, análisis de datos y operaciones logísticas. Sin embargo, la presencia de infraestructura no garantizó por sí sola una integración metodológica homogénea en los proyectos académicos. Este hallazgo coincide con el enfoque de Vial (2019), quien sostiene que la transformación digital no depende únicamente de la incorporación de herramientas tecnológicas, sino de cambios organizacionales, metodológicos y estratégicos que permitan articular la tecnología con los objetivos institucionales.

En relación con la logística 4.0, los resultados se alinean con los planteamientos de (Winkelhaus y Grosse, (2020) y (Calatayud y Katz, (2019), quienes explican que la digitalización logística requiere integración entre tecnologías, datos, procesos y toma de decisiones. En el caso analizado, las tecnologías identificadas se encontraron presentes en diferentes niveles; no obstante, su aplicación en proyectos académicos mostró dispersión metodológica. Por tanto, la brecha principal no se ubicó únicamente en la disponibilidad tecnológica, sino en la falta de una estructura común que permitiera aplicar dichas tecnologías de forma sistemática en proyectos virtuales.

El análisis de los proyectos desarrollados entre 2023 y 2025 permitió identificar distintos niveles de virtualización, trazabilidad y uso de tecnologías 4.0. Esta situación confirma lo planteado por Kerzner (2009) y el Project Management Institute (2021), en cuanto a que la gestión de proyectos requiere planificación, organización, seguimiento, control y documentación de resultados. En el contexto estudiado, varios proyectos integraron simulación, modelado, plataformas digitales o herramientas colaborativas; sin embargo, estas aplicaciones se desarrollaron de manera aislada y sin una matriz institucional que articulara objetivo, tecnología, fase, resultado e indicador.

Este resultado también se relaciona con los aportes de Paragarino et al. (2024) y Ting et al. (2023), quienes destacan que el uso de simulación y entornos virtuales puede fortalecer el aprendizaje aplicado en áreas técnicas y logísticas. No obstante, los hallazgos de la presente investigación muestran que el uso de estas herramientas requiere una estructura metodológica que oriente su aplicación, debido a que la virtualización de proyectos no consiste únicamente en utilizar plataformas digitales o entregar productos en línea, sino en asegurar trazabilidad, control de evidencias, criterios de evaluación e integración tecnológica.

El modelo metodológico propuesto respondió directamente a las brechas tecnológicas, metodológicas y formativas identificadas en el diagnóstico. Su principal aporte fue estructurar la gestión de proyectos virtuales mediante fases, dominios tecnológicos, productos esperados, indicadores y evidencias. Este resultado se relaciona con Rad et al. (2025), quienes señalan la necesidad de modelos metodológicos que integren tecnologías digitales, aprendizaje basado en proyectos y vinculación con casos reales en contextos de educación en ingeniería y logística 4.0.

Desde el punto de vista metodológico, el modelo fortaleció la relación entre logística 4.0, simulación académica y gestión de proyectos virtuales. La incorporación de fases permitió ordenar el proceso; los dominios tecnológicos facilitaron la selección de herramientas; los indicadores permitieron evaluar el desempeño; y las evidencias digitales aseguraron trazabilidad. Estos aspectos guardan relación con Law y Kelton (1991) y Banks et al. (2010), quienes sostienen que la simulación permite evaluar escenarios, reducir riesgos y apoyar la toma de decisiones antes de intervenir sistemas reales.

La validación del modelo permitió establecer que la propuesta fue aplicable al entorno académico de la carrera, especialmente porque facilitó la estandarización de fases, la organización de evidencias y la comparación frente a una metodología tradicional. La comparación no debe interpretarse como una demostración de superioridad absoluta del modelo, sino como una evidencia de aplicabilidad en el contexto académico evaluado. En este sentido, los resultados sugieren que el modelo propuesto ofrece mejores condiciones para organizar la gestión de proyectos virtuales, integrar tecnologías 4.0 y documentar evidencias verificables.

El aporte institucional de la investigación radica en que el modelo puede convertirse en una herramienta de articulación entre asignaturas, laboratorios, proyectos de titulación, investigación formativa y vinculación. Esto permite que los laboratorios no funcionen únicamente como espacios de práctica aislada, sino como entornos de experimentación, validación y transferencia de conocimiento. En consecuencia, la propuesta contribuye a consolidar una cultura académica orientada a la logística 4.0, la innovación educativa y la toma de decisiones basada en evidencia.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En relación con el diagnóstico del nivel de implementación y uso de tecnologías 4.0, se concluyó que la Carrera de Logística y Transporte de la UPEC cuenta con infraestructura tecnológica y laboratorios vinculados con simulación, tecnologías inmersivas, análisis de datos y operaciones logísticas. Sin embargo, el uso de estos recursos en proyectos académicos presentó una integración heterogénea, con diferencias en el nivel de virtualización, trazabilidad, documentación técnica y articulación metodológica.
- Respecto a la gestión de proyectos virtuales, se determinó que los proyectos desarrollados en la carrera entre 2023 y 2025 presentaron distintos niveles de madurez metodológica. Algunos incorporaron herramientas digitales, simulación o tecnologías 4.0, pero no siempre evidenciaron una relación clara entre problema, objetivo, tecnología utilizada, indicadores de desempeño, validación y evidencia final. Esta situación confirmó la necesidad de establecer una metodología común para orientar el desarrollo de proyectos virtuales.
- En relación con la propuesta metodológica, se concluyó que el modelo basado en logística 4.0 permitió organizar la gestión de proyectos virtuales mediante fases, dominios tecnológicos, entregables, indicadores y evidencias verificables. Esta estructura contribuyó a reducir la dispersión metodológica y a fortalecer la relación entre simulación, analítica de datos, tecnologías digitales y gestión académica de proyectos.
- La validación del modelo metodológico evidenció que la propuesta fue aplicable al entorno académico de la carrera, debido a que permitió estructurar proyectos virtuales con mayor trazabilidad, integración tecnológica y claridad en la documentación de resultados. La comparación frente a la metodología tradicional mostró que el modelo propuesto ofrece mejores condiciones para planificar, ejecutar, controlar y evaluar proyectos con enfoque de logística 4.0.

- Se concluyó que el modelo metodológico desarrollado contribuyó al fortalecimiento de la gestión de proyectos virtuales en la Carrera de Logística y Transporte de la UPEC, al articular tecnologías 4.0, simulación académica, laboratorios especializados y criterios de validación. De esta manera, se cumplió el objetivo general de la investigación y se respondió a la formulación del problema planteada.
- La investigación permitió responder las preguntas de investigación, al identificar el nivel de implementación tecnológica, reconocer las brechas metodológicas y tecnológicas, estructurar un modelo basado en logística 4.0 y comprobar su aplicabilidad en el entorno académico. En consecuencia, la propuesta constituye una base metodológica replicable para proyectos académicos, de titulación, investigación, semilleros y vinculación.
- Como alcance final, se concluyó que el modelo puede fortalecer la articulación entre docencia, laboratorios, investigación aplicada e innovación educativa. No obstante, su consolidación requiere seguimiento institucional, actualización tecnológica permanente y aplicación progresiva en nuevos proyectos y contextos académicos.

5.2. RECOMENDACIONES

- Implementar progresivamente el modelo metodológico propuesto en asignaturas relacionadas con logística de almacenes, transporte, simulación, diseño de procesos, analítica de datos y tecnologías 4.0, con el fin de fortalecer la gestión de proyectos virtuales desde etapas tempranas de formación.
- Estandarizar plantillas, rúbricas, matrices de validación y formatos de evidencia para proyectos académicos, de titulación, semilleros, investigación y vinculación, de manera que todos los proyectos mantengan trazabilidad entre problema, objetivos, metodología, tecnologías utilizadas, indicadores y resultados.
- Fortalecer la articulación entre los laboratorios de la carrera y los proyectos académicos, priorizando actividades que integren simulación, tecnologías inmersivas, análisis de datos, plataformas colaborativas y herramientas de gestión digital.
- Capacitar a docentes y estudiantes en el uso del modelo metodológico, especialmente en formulación de proyectos virtuales, selección de

tecnologías 4.0, definición de indicadores, validación de escenarios y documentación técnica de evidencias.

- Aplicar el modelo metodológico en proyectos de vinculación con el sector productivo, con el propósito de evaluar su pertinencia en contextos reales y fortalecer la transferencia de conocimiento desde la universidad hacia el entorno externo.
- Actualizar periódicamente la matriz de tecnologías 4.0 utilizadas en la carrera, considerando nuevas herramientas, plataformas, simuladores y sistemas digitales que puedan incorporarse a los proyectos virtuales.
- Realizar seguimiento institucional a la aplicación del modelo mediante indicadores de cumplimiento, calidad de evidencias, uso de laboratorios, productos generados y nivel de integración tecnológica alcanzado por cada proyecto.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banks, J., Carson, J., Nelson, B. L., y Nicol, D. M. (2010). *Discrete-Event System Simulation*. Prentice Hall. https://pavandm.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/03/discrete-event-system-simulation-jerry-banks_2.pdf
- Cabezas, B., Guilcapi, B., Barreno, M., y Chimborazo, K. (2025). Realidad aumentada y simulación 3D en la enseñanza anatómica. *Ciencia y Educación*, 6(6.1), 16-25. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16505511>
- Calatayud, A., y Katz, R. (2019). *Cadena de suministro 4.0: Mejores prácticas internacionales y hoja de ruta para América Latina*. Biblioteca Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0001956>
- Crawford, K., y Schultz, J. (2013). *Big Data and Due Process: Toward a Framework to Redress Predictive Privacy Harms*. *Boston College Law Review*, 55, 93-128. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2325784
- Denzin, N. K., y Lincoln, Y. S. (2005). *The SAGE handbook of qualitative research*. SAGE Publications. https://books.google.com.ec/books?id=X85J8ipMpZEC&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Fowler, F. J. (2012). *Survey Research Methods*. SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781452230184>
- Henderson, M., Selwyn, N., y Aston, R. (2017). What works and why? Student perceptions of 'useful' digital technology in university teaching and learning. *Studies in Higher Education*, 42(8), 1567-1579. <https://doi.org/10.1080/03075079.2015.1007946>
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill. <https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6>
- Kagermann, H., Wahlster, W., y Helbig, J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. <https://www.din.de/resource/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>


- Kawulich, B. B. (2005). Participant Observation as a Data Collection Method. *Qualitative Inquiry: Research, Archiving, and Reuse*, 6(2), 28. <https://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/466/997>
- Kelton, D., Sadowski, R., y Sturrock, D. (2015). *Simulation with Arena (6th ed.)*. McGraw-Hill Education.: https://www.academia.edu/118648195/Simulaci%C3%B3n_con_Arena_Kelton_y_Sadowski_Mcgraw_Hill
- Kerzner, H. (2009). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling*. <https://books.google.com.pe/books?id=4CqvpWwMLVEC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Law, A., y Kelton, D. (1991). *Simulation Modeling and Analysis*. McGraw-Hill Education. <https://es.scribd.com/document/499999845/Simulation-Modeling-and-Analysis>
- Lee, M. R. (2021). *Leading virtual project teams: Adapting leadership theories and communications techniques to 21st century organizations*. Auerbach Publications. <https://doi.org/10.1201/9781003119869>
- Morgan, H. (2022). Conducting a Qualitative Document Analysis. *The qualitative report*, 27(1), 64-77. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2022.5044>
- Rodes, V., Pacheco, E., Rabago, L., y Bester, A. (2024). Simulations and complex thinking in logistics education: A qualitative needs analysis from experts. *Interaction Design and Architecture (s)*, 63(1), 183 – 207. <https://doi.org/10.55612/s-5002-063-009>
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods*. SAGE Publications. <https://aulasvirtuales.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/02/qualitative-research-evaluation-methods-by-michael-patton.pdf>
- Project Management Institute. (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) (7 ed.)*. Project Management Institute. <https://tegnum.edu.pe/wp-content/uploads/2023/09/Project-Management-Institute-A-Guide-to-the-Project-Management-Body-of-Knowledge-PMBOK-R-Guide-PMBOK%C2%AE%EF%B8%8F-Guide-Project-Management-Institute-2021.pdf>
- Rad, F. F., Oghazi, P., Onur, İ., y Kordestani, A. (2025). *Adoption of AI-based order picking in warehouse: benefits, challenges, and critical success factors*. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11846-025-00858-1.pdf>

- Rivillas, C. (2022). *Modelo de madurez para la evaluación de la logística 4.0 en operaciones logísticas de ecommerce*. <https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/3af573f7-6ffd-405e-a1dc-33c683dc612b/content>
- Roshid, M., Waaje, A., Meem, T. N., y Sarkar, A. (2024). Logistics 4.0: A comprehensive literature review of technological integration, challenges, and future prospects of implementation of Industry 4.0 technologies. *International Journal of Business and Globalisation*, 20(1), 65–85. <https://doi.org/10.18848/1832-3669/CGP/v20i01/65-85>
- Saarinen, J. (2016). *Managing Global Virtual Teams*. <https://aaltodoc.aalto.fi/server/api/core/bitstreams/7d2e3371-4913-4718-baf9-14fc089fd31b/content>
- Schwaber, K., y Sutherland, J. (2020). *The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*. Scrum.org. <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-US.pdf>
- Seibu, M., Abiodun, R., Stephen, R., Mensah, R., y Awuku, R. (2025). Perception of Preservice Teachers towards Physical Education Curriculum in University of Education, Winneba, Ghana. *Creative Education*, 16(1), 90-102. <https://doi.org/10.4236/ce.2025.161006>
- Serrat, O. (2017). *Managing Virtual Teams*. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0983-9_68
- Sotomayor, O., Fiestas, A. Z., y Alejandra, N. (2021). *Optimization Software in Operational Research Analysis in a Public University*. https://www.researchgate.net/publication/365129392_Optimization_Software_in_Operational_Research_Analysis_in_a_Public_University
- Stray, V., y Moe, N. B. (2020). *Understanding coordination in global software engineering: A mixed-methods study on the use of meetings and Slack*. https://www.researchgate.net/publication/342733374_Understanding_coordination_in_global_software_engineering_A_mixed-methods_study_on_the_use_of_meetings_and_Slack
- Taylor, S. J., Bogdan, R., y DeVault, M. (2015). *Introduction to qualitative research methods: A guidebook and resource*. John Wiley & Sons. <https://books.google.es/books?id=pONoCgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>


- Ting, C.-H., Chang, C. L., Chao, S., Mao, L., Wang, X., y Weiwei, G. (2023). Problem-based learning application research in logistics simulation software course teaching. *Curriculum and Teaching Methodology*, 6(19), 100-105. <https://doi.org/10.23977/curtm.2023.061916>
- Vega, C. A. (2021). *La política pública de Educación Superior en el Ecuador: Un ejercicio contextualizado de análisis crítico*. http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/article/view/639
- Vial, G. (2019). *Understanding Digital transformation: a Review and a Research Agenda*. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963868717302196>
- Winkelhaus, S., y Grosse, E. (2020). Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system. *International Journal of Production Research*, 58(1), 18-43. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1612964>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Pre-defensa del TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA EMPRESARIAL

CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR


ESTUDIANTE: CUASPA TAMBA DIGNA MARISOL		CÉDULA DE IDENTIDAD: 1755937438	
PERIODO ACADÉMICO: 2026A		DOCENTE TUTOR: MSc. Alpala Alpala Luis Omar	
PRESIDENTE TRIBUNAL: MSc. Zurita Lara Byron Nelson		DOCENTE: MSc. Heredia Campaña Argenis Lissander	
TEMA DEL TIC: "Logística 4.0 y gestión de proyectos virtuales"			

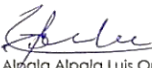
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	9,00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9,33	
3	METODOLOGÍA	9,33	
4	RESULTADOS	9,00	
5	DISCUSIÓN	9,00	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	9,33	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	9,00	Mejorar la argumentación técnica, vocabulario y ajustarse a los tiempos establecidos.
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	9,33	

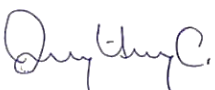
Asignando una nota de: **9,20** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debliendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su Informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **miércoles, 13 de mayo de 2026**


 MSc. Zurita Lara Byron Nelson
PRESIDENTE TRIBUNAL


 MSc. Alpala Alpala Luis Omar
DOCENTE TUTOR


 MSc. Heredia Campaña Argenis Lissander
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Digna Marisol Cuaspa Tamba				
DATE: Miércoles, 27 de mayo de 2026				
Topic: "Logistics 4.0 and virtual Project Management"				
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 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
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 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
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 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
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 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
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 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		

Anexo 3. Delimitación de tecnologías núcleo de logística 4.0

Tecnología	Clasificación por capa	Rol en logística 4.0	Tipo de relación
Internet de las Cosas (IoT)	Capa de percepción y conectividad	Permite captura de datos en tiempo real en almacenes, transporte y producción	✓ Parte directa
Internet Industrial (IIoT)	Capa de integración industrial	Conecta maquinaria y sistemas logísticos inteligentes	✓ Parte directa
Comunicación máquina-máquina (M2M)	Capa de comunicación automatizada	Automatiza intercambio de datos sin intervención humana	✓ Parte directa
Redes móviles 5G	Capa de conectividad avanzada	Soporta baja latencia y alta velocidad para operaciones logísticas en tiempo real	🔄 Impacto
Redes emergentes 6G	Capa de conectividad futura	Potencial soporte para logística hiperconectada e inteligencia distribuida	🔄 Impacto futuro
Redes privadas LTE	Capa de infraestructura de red	Mejora seguridad y estabilidad en centros logísticos	🔄 Impacto
WiFi industrial	Capa de infraestructura local	Conectividad en almacenes inteligentes	✓ Parte directa
Redes definidas por software (SDN)	Capa de gestión de red	Optimiza tráfico de datos en operaciones logísticas	🔄 Impacto
Interoperabilidad industrial	Capa de integración sistémica	Permite que ERP, WMS y TMS trabajen de forma integrada	✓ Parte directa
Arquitectura orientada a servicios (SOA)	Capa de arquitectura digital	Facilita integración de plataformas logísticas	🔄 Impacto
Interfaces de programación (API)	Capa de integración de sistemas	Permite conexión entre plataformas digitales logísticas	✓ Parte directa
Tecnología	Capa Tecnológica	Función en Logística 4.0	Tipo de Relación
Sensores inteligentes	Capa de percepción	Capturan datos de temperatura, movimiento, ubicación y estado de mercancías	✓ Parte directa
Redes de sensores inalámbricos	Capa de comunicación	Transmiten datos en tiempo real dentro de almacenes y transporte	✓ Parte directa
Sistemas embebidos	Capa de procesamiento local	Permiten automatización en equipos logísticos	🔄 Impacto
RFID	Capa de identificación y trazabilidad	Control de inventarios y seguimiento de productos	✓ Parte directa
NFC	Capa de identificación de corto alcance	Validación y autenticación en procesos logísticos	🔄 Impacto

Localización en tiempo real (RTLS)	Capa de monitoreo y seguimiento	Seguimiento dinámico de activos y flotas	✓ Parte directa
Telemetría industrial	Capa de monitoreo remoto	Supervisión de vehículos y maquinaria logística	✓ Parte directa
Drones industriales	Capa de automatización física	Inventarios automatizados y distribución en última milla	🔄 Impacto
Wearables industriales	Capa de interacción humano-máquina	Apoyo a operarios en picking y control logístico	🔄 Impacto
Exoesqueletos	Capa de asistencia física	Mejora ergonomía y productividad en almacenes	🔄 Impacto
Tecnología	Capa Tecnológica	Función en Logística 4.0	Tipo de Relación
Computación en la nube	Capa de procesamiento centralizado	Permite almacenamiento masivo y análisis de datos logísticos	✓ Parte directa
Manufactura en la nube	Capa de integración productiva	Integra producción y logística digitalmente	🔄 Impacto
Edge Computing	Capa de procesamiento distribuido	Procesa datos cerca del origen (almacenes, vehículos)	✓ Parte directa
Fog Computing	Capa intermedia de procesamiento	Reduce latencia entre nube y dispositivos IoT	🔄 Impacto
HPC (High Performance Computing)	Capa de cómputo avanzado	Optimización de rutas, simulaciones complejas y análisis predictivo	🔄 Impacto
Computación cuántica	Capa emergente de optimización avanzada	Potencial para resolver problemas logísticos altamente complejos	🔄 Impacto futuro
Plataformas IoT	Capa de integración de datos	Gestionan dispositivos conectados en cadena de suministro	✓ Parte directa
AI en el borde (Edge AI)	Capa de inteligencia distribuida	Permite decisiones autónomas en tiempo real	✓ Parte directa
Tecnología	Capa Tecnológica	Función en Logística 4.0	Tipo de Relación
Big Data	Capa de gestión masiva de datos	Permite almacenar y procesar grandes volúmenes de datos logísticos	✓ Parte directa
Analítica descriptiva	Capa analítica	Analiza datos históricos de inventarios y transporte	✓ Parte directa
Analítica predictiva	Capa analítica	Predicción de demanda y tiempos de entrega	✓ Parte directa
Analítica prescriptiva	Capa analítica avanzada	Recomienda decisiones óptimas en rutas y stock	✓ Parte directa
Inteligencia Artificial	Capa de inteligencia computacional	Automatiza decisiones en cadena de suministro	✓ Parte directa

Machine Learning	Capa de aprendizaje automático	Optimiza procesos mediante aprendizaje de patrones	✔ Parte directa
<i>Deep Learning</i>	Capa de redes neuronales profundas	Aplicaciones en visión artificial y predicción avanzada	🔄 Impacto
Visión por computadora	Capa de percepción inteligente	Control automatizado en almacenes y clasificación de productos	🔄 Impacto
Procesamiento de lenguaje natural (NLP)	Capa de interacción inteligente	Automatiza atención al cliente y gestión documental	🔄 Impacto
Blockchain	Capa de seguridad y confianza digital	Garantiza trazabilidad y transparencia en la cadena de suministro	🔄 Impacto estratégico
IA generativa	Capa emergente de apoyo cognitivo	Generación automática de reportes, simulaciones y planificación	🔄 Impacto emergente
Trazabilidad digital	Capa de aplicación logística	Seguimiento integral de productos en tiempo real	✔ Parte directa
Tecnología	Capa Tecnológica	Función en Logística 4.0	Tipo de Relación
Automatización industrial	Capa de automatización física	Optimiza procesos logísticos sin intervención humana	✔ Parte directa
Robots industriales	Capa de sistemas ciberfísicos	Automatización de picking, embalaje y clasificación	✔ Parte directa
Cobots (robots colaborativos)	Capa humana-máquina	Trabajo colaborativo en almacenes inteligentes	🔄 Impacto
AMR (Robots móviles autónomos)	Capa de movilidad inteligente	Transporte autónomo dentro de centros logísticos	✔ Parte directa
AGV (Vehículos guiados automáticamente)	Capa de movilidad automatizada	Movilización interna de mercancías	✔ Parte directa
PLC (Controladores lógicos programables)	Capa de control industrial	Controlan procesos automatizados en centros logísticos	🔄 Impacto
Hiperautomatización	Capa estratégica de automatización integral	Integra IA, RPA y automatización avanzada en la cadena logística	✔ Parte directa
Tecnología	Capa Tecnológica	Función en Logística 4.0	Tipo de Relación
Gemelo digital	Capa de virtualización avanzada	Replica digital de procesos logísticos en tiempo real	✔ Parte directa
Hilo digital	Capa de integración de datos	Conecta información desde diseño hasta operación logística	🔄 Impacto
Simulación discreta	Capa de modelado y optimización	Permite analizar flujos logísticos antes de implementarlos	✔ Parte directa
Simulación basada en agentes	Capa de modelado complejo	Analiza comportamiento dinámico de sistemas logísticos	🔄 Impacto

CAD / CAE / CAM	Capa de diseño digital	Diseño de instalaciones logísticas y <i>layout</i> de almacenes	🔄 Impacto
Realidad virtual (VR)	Capa inmersiva	Capacitación y simulación de procesos logísticos	🔄 Impacto
Realidad aumentada (AR)	Capa inmersiva aplicada	Apoyo en picking y mantenimiento	🔄 Impacto
Realidad extendida (XR)	Capa inmersiva integrada	Integración de VR y AR en entornos logísticos	🔄 Impacto
Metaverso industrial	Capa de ecosistema digital	Espacios virtuales colaborativos para planificación logística	🔄 Impacto emergente
Tecnología	Capa Tecnológica	Función en Logística 4.0	Tipo de Relación
Manufactura aditiva	Capa de producción digital	Producción flexible cercana al punto de consumo	🔄 Impacto
Impresión 3D	Capa de fabricación digital	Reducción de inventarios y personalización de piezas	🔄 Impacto
Manufactura digital	Capa de integración digital	Digitaliza procesos productivos conectados a logística	🔄 Impacto
Manufactura inteligente	Capa de sistemas ciberfísicos	Integra sensores, IA y automatización en producción	🔄 Impacto estratégico
Impresión 4D	Capa emergente de fabricación avanzada	Materiales que cambian con el entorno (potencial futuro)	🔄 Impacto futuro
Materiales inteligentes	Capa de innovación avanzada	Mejoran desempeño en embalaje y transporte	🔄 Impacto
Tecnología	Subcapa	Función en Logística 4.0	Tipo de Relación
Ciberseguridad industrial	Seguridad operativa	Protege sistemas logísticos automatizados contra ataques	✅ Parte directa
Seguridad ICS (Industrial Control Systems)	Seguridad de control	Protege PLC, robots y sistemas de automatización	✅ Parte directa
Zero Trust	Arquitectura de seguridad	Control de acceso estricto en redes logísticas digitales	🔄 Impacto estratégico
Criptografía avanzada	Protección de datos	Asegura trazabilidad y transmisión segura de información	✅ Parte directa
Herramienta	Capa Tecnológica	Función en Logística 4.0	Tipo
Sistemas ERP	Gestión empresarial integrada	Integran compras, inventarios y finanzas	✅ Directa
Sistemas MES	Ejecución de manufactura	Conectan producción con logística	🔄 Impacto
SCADA	Supervisión y control	Monitorea procesos industriales en tiempo real	🔄 Impacto
Sistemas WMS	Gestión de almacenes	Control digital de inventarios y picking	✅ Directa

Sistemas TMS	Gestión de transporte	Optimización de rutas y flotas	✓ Directa
Sistemas APS	Planificación avanzada	Planificación y programación optimizada	✓ Directa
Gestión de cadena de suministro digital	Integración total de la supply chain	Sincronización de proveedores y clientes	✓ Directa
Gestión del ciclo de vida del producto (PLM)	Gestión estratégica	Integra diseño-producción-logística	🔄 Impacto
Business Intelligence (BI)	Analítica empresarial	Visualización y análisis de KPIs logísticos	✓ Directa
Mantenimiento predictivo	Gestión inteligente de activos	Reduce fallos en equipos logísticos	🔄 Impacto
Mantenimiento basado en condición	Gestión operativa	Intervención según datos en tiempo real	🔄 Impacto
Trazabilidad digital	Aplicación logística	Seguimiento integral de mercancías	✓ Directa
Gestión documental digital	Administración digital	Automatiza flujos documentales logísticos	🔄 Impacto
Plataformas colaborativas digitales	Ecosistema digital	Coordinación entre actores logísticos	✓ Directa
Automatización robótica de procesos (RPA)	Automatización administrativa	Automatiza tareas repetitivas en logística	🔄 Impacto
Gestión energética inteligente	Gestión sostenible	Optimiza consumo energético en centros logísticos	🔄 Impacto
Optimización logística digital	Inteligencia aplicada	Mejora eficiencia en rutas y almacenamiento	✓ Directa
Inventarios inteligentes	Gestión automatizada	Control dinámico de stock	✓ Directa
Marketplaces industriales digitales	Ecosistema comercial	Integración digital B2B	🔄 Impacto estratégico
Sistemas de monitoreo de activos	Seguimiento inteligente	Control en tiempo real de equipos y flotas	✓ Directa
Enfoque / Paradigma	Tipo	Relación con Logística 4.0	Enfoque / Paradigma
<i>Lean Manufacturing</i>	Enfoque operativo	🔄 Base de eficiencia previa a digitalización	<i>Lean Manufacturing</i>
Lean Logistics	Enfoque logístico	🔄 Optimiza procesos antes de automatizar	Lean Logistics
Just inTime	Modelo de producción	🔄 Reduce inventarios mediante sincronización	Just inTime
Kaizen	Filosofía de mejora continua	🔄 Cultura organizacional clave	Kaizen
Six Sigma	Metodología de calidad	🔄 Mejora procesos logísticos digitales	Six Sigma
Gestión por procesos	Modelo organizacional	✓ Parte estructural	Gestión por procesos
Reingeniería de procesos	Transformación organizacional	🔄 Base para digitalización	Reingeniería de procesos
Gestión de calidad total	Cultura de calidad	🔄 Soporte estratégico	Gestión de calidad total
Integración de la cadena de suministro	Enfoque sistémico	✓ Parte directa	Integración de la cadena de suministro
Producción flexible	Modelo productivo	🔄 Impacto en logística	Producción flexible
Personalización masiva	Estrategia competitiva	🔄 Requiere logística digital	Personalización masiva

Fábrica inteligente	Modelo industrial 4.0	✓ Parte directa	Fábrica inteligente
Manufactura inteligente	Modelo tecnológico	🔄 Impacto estructural	Manufactura inteligente
Logística 4.0	Paradigma central	✓ Núcleo del estudio	Logística 4.0
Cadena de suministro digital	Modelo digital integrado	✓ Parte directa	Cadena de suministro digital
Organización basada en datos	Modelo de gestión	✓ Parte directa	Organización basada en datos
Transformación digital	Estrategia organizacional	✓ Parte estructural	Transformación digital
Gobernanza de datos	Gestión estratégica de datos	✓ Parte directa	Gobernanza de datos
Interoperabilidad organizacional	Integración sistémica	✓ Parte directa	Interoperabilidad organizacional
Economía circular	Modelo sostenible	🔄 Impacto estratégico	Economía circular
Sostenibilidad industrial	Enfoque ambiental	🔄 Impacto	Sostenibilidad industrial
Industria centrada en el humano	Paradigma socio-tecnológico	🔄 Impacto	Industria centrada en el humano
Resiliencia organizacional	Capacidad adaptativa	✓ Parte directa	Resiliencia organizacional
Sistemas sociotécnicos	Enfoque teórico	🔄 Marco conceptual	Sistemas sociotécnicos
Cultura de innovación	Dimensión cultural	✓ Parte estructural	Cultura de innovación
Innovación abierta	Modelo colaborativo	🔄 Impacto estratégico	Innovación abierta
Diseño centrado en el usuario	Enfoque de desarrollo de	🔄 Impacto	Diseño centrado en el usuario
Ergonomía digital	Adaptación tecnológica	🔄 Impacto	Ergonomía digital
Colaboración humano-robot	Modelo operativo	🔄 Impacto tecnológico	Colaboración humano-robot

Anexo 4. Matriz maestra para identificar proyectos de titulación periodo académico 2025B

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
1	Diseño de una aplicación móvil para el marketing digital y control de distribución de ropa de la tienda Estilo	Proyecto de titulación	Alto: usa aplicación móvil, Visual Studio, Android Studio, PostgreSQL y análisis con Power BI	Aplicación móvil, arquitectura del sistema, modelo de datos, prototipos, prueba de usabilidad, estudio económico	Medio: incorpora solución de VRP y una "simulación del proceso de compra", aunque no se observa simulación avanzada ni 3D	Medio: app móvil, BI, base de datos, seguimiento de ruta y marketing digital; no se evidencia IoT, gemelo digital o automatización industrial	Alto: enfoque cuantitativo, operacionalización de variables, análisis estadístico y metodología XP	Medio: contempla registro de entregas, seguimiento de ruta y pruebas de usabilidad, pero la trazabilidad digital integral no se desarrolla a nivel empresarial completo	Bajo: se detallan equipos y software, pero no se evidencia uso de laboratorios especializados	11/16	Media	El documento muestra un proyecto claramente digitalizado y con desarrollo real de software. La mayor fortaleza está en la construcción del aplicativo y en la formalización metodológica; la principal limitación es que la virtualización se centra en software operativo y no en simulación avanzada o infraestructura de laboratorio.
2	Gestión logística y eficiencia operativa en la empresa Encomiendas	Proyecto de titulación	Medio: el documento diagnóstica uso de herramientas tecnológicas y propone ERP, apps móviles, QR, GPS y	Modelo de gestión logística, diagnóstico SCOR, matrices, indicadores, metas, riesgos, propuestas tecnológicas	Bajo: no se evidencia simulación ni modelado virtual como componente	Medio: propone ERP, app para conductores, escáner QR, impresoras térmicas, encuestas	Alto: usa SCOR, ISO 9001:2015, operacionalización de variables, métodos analíticos/inductivo/ductivo y medición de desempeño	Medio: el propio documento reconoce que la trazabilidad aún es manual en partes y que debe	Bajo: no se observa uso de laboratorios o infraestructura tecnológica institucional	9/16	Media-baja	Es un proyecto fuerte en diagnóstico, estandarización y propuesta de digitalización, pero más

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	Ecuador S.A.S.		dashboards, pero varias son recomendaciones, no implementación completa		metodológico central	automatizadas, GPS y dashboards KPI		fortalecerse con indicadores automatizados y control documental digital	especializada			orientado a rediseño organizacional que a virtualización implementada. Las tecnologías aparecen sobre todo como hoja de ruta de mejora, no como despliegue ya consolidado.
3	La gestión logística y la competitividad del sector florícola de los cantones Pedro Moncayo y Bolívar	Proyecto de titulación	Medio: integra registros digitales en una de las florícolas, matrices de evaluación, reportes automatizados propuestos y apoyo de FlexSim en la fase de análisis	Diagnóstico comparativo, modelo integral de gestión logística, matriz ponderada, simulaciones del estado actual y de mejora	Alto: usa simulación en FlexSim para representar la operación actual y la mejora en ambas florícolas	Medio: hay digitalización, <i>software</i> , dashboards y control en tiempo real propuestos, pero no se evidencia una arquitectura 4.0 robusta implementada de extremo a extremo	Alto: emplea enfoque mixto, operacionalización de variables y una estructura metodológica basada en SCOR, BSC, Gunasekaran y Porter	Medio: hay énfasis en trazabilidad, inventario y control, pero en parte del caso persisten registros manuales y la digitalización no es homogénea	Bajo: no se evidencia uso formal de laboratorios especializados de la universidad como parte central del trabajo	12/16	Media-alta	Fortalezas: integración metodológica sólida y uso claro de simulación para validar mejoras. Limitación principal: la digitalización y la trazabilidad no están implementadas con el mismo nivel en todos los procesos y empresas analizadas.
4	Diseño de un programa para el pesaje	Proyecto de titulación	Alto: usa Python, TensorFlow, Google Colab, Excel,	Programa de pesaje con IA, <i>datasets</i> de imágenes, modelos	Medio: no usa simulación discreta tipo	Alto: incorpora inteligencia artificial, aprendizaje	Alto: presenta hipótesis, operacionalización de variables, análisis estadístico con T de	Alto: maneja <i>datasets</i> , archivos Excel,	Alto: las pruebas y entrenamientos se realizaron	13/16	Alta	Es el proyecto con mayor nivel de virtualización

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	de vehículos de carga pesada a partir de imágenes con Inteligencia Artificial		TFRecord y procesamiento digital de imágenes; además plantea un programa funcional de pesaje por visión artificial	entrenados, evaluación de rendimiento, comparación con báscula tradicional y prueba estadística	FlexSim, pero sí modelado computacional mediante redes neuronales convolucionales y entrenamiento de modelos predictivos	profundo, visión por computador y automatización del pesaje, claramente alineado con tecnologías 4.0	Student apareada y validación del modelo	predicciones, comparación contra pesos reales y evidencia cuantitativa de desempeño del sistema	con un equipo de la UPEC en el laboratorio de Realidad Virtual y Simulación de Logística y Transporte			de los dos: desarrolla un sistema digital propio, usa IA real y aprovecha infraestructura universitaria. La limitación es que no incorpora colaboración multiusuario ni simulación operativa del proceso completo, sino modelado predictivo del pesaje.
5	Factores de riesgo para el transporte y la eficiencia logística en la empresa de transporte Amexis Cargo S.A.	Proyecto de titulación	Medio. Usa procesamiento estadístico con SPSS, encuestas, fichas de observación y plantea software de rastreo satelital, GPS, cámaras y programas de planificación; sin embargo, la digitalización fuerte aparece	Matrices de riesgo, valoración y tratamiento, correlación/regresión lineal, plan de estrategias basado en ISO 31000:2018, inversión de propuesta y evaluación del impacto de reducción de riesgos.	Bajo. No desarrolla simulación digital ni modelado virtual del sistema logístico; el enfoque es analítico, estadístico y de gestión del riesgo.	Medio. Incorpora GPS, rastreo satelital, software SENDA, cámaras y monitoreo en tiempo real como mejora tecnológica, pero no se evidencia un ecosistema 4.0 plenamente	Alto. Presenta enfoque mixto, tipos de investigación definidos, operacionalización de variables, instrumentos, análisis estadístico y comprobación de hipótesis con regresión lineal.	Medio. Hay instrumentos formales, anexos, fichas, encuestas, evidencias fotográficas y propuesta de trazabilidad con rastreo; aun así, la trazabilidad digital operativa todavía no aparece completamente	Medio-bajo. Aprovecha infraestructura empresarial como flota, equipos GPS, cámaras y recursos de capacitación, pero no se documenta uso de laboratorio universitario especializado como parte	10/16	Media	Proyecto con dos autores, enfoque mixto, uso de SPSS, instrumentos estructurados, evaluación de GPS y propuesta basada en ISO 31000. Tiene evidencia digital y análisis estadístico, pero no

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
			más como propuesta que como sistema implementado integralmente.			desplegado.		institucionalizada.	central del estudio.			incorpora simulación ni modelado virtual.
6	Modelo de simulación digital de línea de producción de bolos para la optimización del espacio físico de LÁCTEOS LILINIZAS	Proyecto de titulación	Alto. Usa FlexSim, R Studio, SketchUp, Lumion, diseño de experimentos y análisis digital de escenarios.	Modelo de simulación digital, <i>layout</i> optimizado, tres propuestas de redistribución, diseño 3D, análisis económico, escenarios experimentales y validación estadística.	Alto. El eje del proyecto es precisamente la simulación digital de eventos discretos, experimentación de escenarios y visualización 3D del sistema productivo.	Alto. Integra simulación digital, modelado 3D, análisis experimental y soporte para decisiones industriales; no usa IA o IoT, pero sí una lógica clara de transformación digital industrial.	Alto. Usa enfoque descriptivo y aplicado, metodología SLP, simulación discreta, diseño experimental y prueba t de Student para validar resultados.	Alto. Registra tiempos, costos, escenarios, métricas de desempeño, experimentación, análisis de cuello de botella y anexos técnicos del levantamiento.	Alto. Aprovecha directamente la planta, equipos, <i>layout</i> , áreas de control de calidad, caldero, almacenes y línea proyectada como infraestructura real de validación.	14/16	Alta	Es el proyecto con mayor nivel de virtualización y madurez tecnológica del grupo analizado, porque combina rediseño físico, simulación, experimentación y visualización 3D en una aplicación industrial concreta.
7	Gestión de transporte y la calidad del servicio en la empresa Encomiendas Ecuador S.A.S. de la ciudad de Tulcán	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El documento evidencia debilidades como ausencia de respaldo digital, falta de localización en tiempo real y falta de sistema de rastreo; la digitalización aparece	Diagnóstico de procesos de transporte, evaluación SERVQUAL, auditoría interna con base en ISO 9001:2015 , plan de acción por capítulos y propuesta de mejora de almacenamiento, rastreo y 5S.	Bajo. No desarrolla simulación ni modelado virtual; el estudio se orienta al diagnóstico de gestión y calidad.	Medio-bajo. Incluye rastreo como propuesta, seguimiento, documentación y mejora de procesos, pero no evidencia una implementación 4.0	Alto. Usa enfoque cualitativo-cuantitativo, operacionalización, observación, encuesta, entrevista, muestra definida y auditoría estructurada contra ISO 9001:2015.	Medio. Tiene instrumentos, anexos, plan documental y evaluación por capítulos, pero el propio estudio reconoce carencias en digitalización	Medio. Aprovecha infraestructura empresarial existente: instalaciones, flota, bodega y procesos operativos; no se evidencia trabajo con laboratorio especializado.	9/16	Media baja	Proyecto fuerte en estandarización de procesos y calidad, pero con baja virtualización efectiva. La brecha digital es un hallazgo del estudio, no una fortaleza ya

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
			principalmente como necesidad y recomendación.			consolidada.		n documental y seguimiento en tiempo real.				implementada.
8	Gestión logística y eficiencia en la microempresa Mr. Chese	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El diagnóstico muestra procesos con registros manuales y baja sistematización; la digitalización aparece en propuestas como sistema de inventario JIT con registro automatizado.	FODA, cadena de suministro, indicadores logísticos, AMFE , estrategias de mejora, plan maestro de producción, cronograma, costos y beneficios esperados.	Bajo. No hay simulación digital, modelado virtual ni gemelo de procesos; predomina el análisis de cadena de suministro, indicadores y estrategias.	Medio-bajo. Incluye propuesta de sistema digital JIT y adquisición de maquinaria moderna, pero desde una lógica de mejora operativa básica más que de transformación 4.0 integral.	Alto. Tiene enfoque mixto, tipos de investigación bien definidos, operacionalización, entrevistas, observación, indicadores y análisis modal de fallos y efectos por proceso.	Medio. Mantiene indicadores, costos, cronograma, KPI y proyección de mejora; sin embargo, el propio texto señala que el manejo actual del inventario es empírico y manual.	Medio. Aprovecha almacén, maquinaria de producción, rutas de distribución y cadena real de suministro de la microempresa, aunque sin laboratorio o infraestructura avanzada documentada.	8/16	Media baja	Proyecto útil para mejora operativa y control logístico, pero con bajo componente de virtualización. Su aporte principal está en la sistematización metodológica y en la propuesta de indicadores y estrategias.
9	Sistema de rutas y optimización de recursos en la empresa PURENERGY AGUA	Proyecto de titulación	Medio. El estudio usa herramienta de geolocalización, mapas de clientes, zonas y rutas de distribución; el componente digital se concentra en localización y diseño de rutas, no en	Sistema de rutas propuesto por zonas, mapas de distribución, comparación entre ruta actual y propuesta, análisis de costos y prueba de signos.	Bajo. No desarrolla simulación digital ni modelo virtual del sistema; trabaja con geolocalización y rediseño de rutas.	Medio-bajo. Emplea geolocalización y software de ubicación geográfica como apoyo al ruteo, pero no se evidencia una arquitectura 4.0 más amplia.	Medio. Presenta marco de teoría de grafos, ruteo, prueba de hipótesis, enfoque descriptivo-explicativo, técnicas e instrumentos y análisis estadístico.	Medio. Incluye datos comparativos de rutas, costos, mapas, entrevista y anexos fotográficos; la trazabilidad digital existe, pero es limitada a evidencias del estudio.	Medio. Aprovecha la infraestructura real de la empresa: vehículo, sectores de distribución, cartera de clientes y recursos operativos. No se documenta uso de laboratorio	8/16	Media-baja	El aporte principal está en la mejora del ruteo con apoyo geográfico. Tiene digitalización funcional, pero no llega a un nivel alto de virtualización porque no incluye simulación, gemelo

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
			una plataforma integral de gestión.						especializado.			digital ni automatización integral.
10	Sistema de inventario y costos logísticos en la empresa Comercial Guapos en la ciudad de San Gabriel	Proyecto de titulación	Alto. Trabaja con Excel/Kardex , Vensim PLE y propone implementación de Odoo ; además compara gestión tradicional vs simulación digital y evalúa automatización.	Diagnóstico del sistema actual, análisis ABC, pronóstico, modelo causal y de flujo, simulación de escenarios, análisis de sensibilidad y propuesta de sistema de inventario.	Alto. El proyecto se basa explícitamente en simulación por dinámica de sistemas y construcción del modelo en Vensim PLE , con análisis de sensibilidad y comparación de escenarios.	Alto. Integra simulación, digitalización del inventario, análisis de escenarios y propuesta ERP; es el documento con mayor cercanía a una lógica de gestión inteligente de inventarios.	Alto. Tiene enfoque cuantitativo, operacionalización de variables, métodos analíticos/inductivo/comparativo, herramientas de análisis y evaluación del modelo.	Alto. Compara indicadores, rotación, nivel de servicio, costos y escenarios; además documenta limitaciones de Excel y ventajas del modelo digitalizado.	Medio. Aprovecha la infraestructura operativa y datos reales de la empresa; no se evidencia uso de laboratorio universitario, pero sí modelación apoyada en <i>software</i> especializado.	13/16	Alto	Es uno de los proyectos más fuertes en virtualización. Pasa de una gestión manual en Excel a un modelo de simulación con Vensim y además proyecta migración a Odoo, con estimación de ahorro del 31 %.
11	Logística de producción y la productividad de la empresa Lácteos San Miguel	Proyecto de titulación	Alto. Usa FlexSim para simulación de eventos discretos, herramientas de pronóstico de demanda, análisis estadístico y estudio de tiempos.	Plan de mejora, estudio de tiempos, rediseño de <i>layout</i> con SLP , plan agregado de producción, escenarios de simulación y comparación de productividad entre modelo actual y propuesto.	Alto. Desarrolla simulaciones en FlexSim para probar escenarios productivos y cuantificar mejora de productividad.	Alto. Integra simulación, rediseño de <i>layout</i> , análisis de tiempos, predicción y modelado de distribuciónes de probabilidad; aunque no usa IA o IoT, sí tiene fuerte digitalización industrial.	Alto. Presenta enfoque mixto, operacionalización, estudio de tiempos, entrevistas, observación, pronóstico, planes agregados y comparación formal de modelos.	Alto. Incluye fichas, datos de materia prima, tiempos, capacidades, productividad, costos, distribuciones de probabilidad y análisis de escenarios.	Alto. Aprovecha directamente planta, maquinaria, equipos de laboratorio, distribución física y datos reales de producción.	14/16	Alto	Es el proyecto más robusto del grupo junto con Comercial Guapos, pero en un contexto de producción. La simulación en FlexSim, el SLP y el estudio de tiempos le dan un nivel alto de virtualización aplicada. La mejora

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
												productiva reportada fue de 1,04 puntos entre el modelo actual y el propuesto.
12	Gestión del transporte y costos de transporte en la empresa SOTRANO R caso: Cooperativa de Transporte de Pasajeros en Buses Reina del Quinche	Proyecto de titulación	Medio. El proyecto propone software de monitoreo , automatización administrativa y cronogramas de mantenimiento, pero en el diagnóstico inicial la digitalización es más recomendación que implementación consolidada.	Diagnóstico de gestión del transporte, análisis de costos fijos y variables, rutas y frecuencias, plan de mejora y estrategias de optimización de combustible y neumáticos.	Bajo. No hay simulación digital ni modelado virtual del sistema de transporte.	Medio-bajo. Hay enfoque hacia monitoreo, automatización y mantenimiento, pero no un uso efectivo documentado de tecnologías 4.0 ya desplegadas.	Medio-alto. Tiene enfoque mixto, entrevistas, encuestas, checklist, observación y análisis de costos operativos, con estructura metodológica clara.	Medio. Presenta evidencias operativas, contables, kilometraje, combustible, neumáticos y anexos de observación y encuesta; la trazabilidad existe, aunque más documental que digital en tiempo real.	Medio. Aprovecha la infraestructura real de la cooperativa: unidades, rutas, frecuencias, red vial y procesos de embarque/planificación. No se evidencia uso de laboratorio especializado.	9/16	Medio-baja	El documento es sólido en diagnóstico de costos y operación del transporte público, pero la virtualización es moderada porque las herramientas tecnológicas aparecen como parte del plan de mejora más que como sistema implementado.
13	Procesos logísticos y control de inventario del supermercado	Proyecto de titulación	Medio. El diagnóstico muestra gestión manual del inventario en cuadernos físicos, pero	Diagnóstico de procesos logísticos, análisis de proveedores, costos, duración y rotación del	Bajo. No usa simulación digital ni modelado virtual del sistema; el enfoque se	Medio-bajo. Incorpora herramientas de gestión de	Alto. Tiene enfoque mixto, operacionalización de variables, uso de KPI, observación, entrevista, ficha documental y análisis estructurado de inventario y procesos.	Medio-alto. El trabajo documenta inventario, costos, rotación, exactitud, categorías,	Medio. Aprovecha directamente la infraestructura física del supermercado: bodega,	9/16	Medio-baja	Es un proyecto fuerte en organización logística e inventarios, con mejora cuantificable.

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	cado Surti Max		el trabajo usa bases de cálculo en Excel , análisis ABC, EOQ, revisión continua, <i>layout</i> y KPI para estructurar la mejora. El documento también menciona la necesidad de tecnología y <i>software</i> de inventarios, aunque no evidencia un sistema digital ya implementado en operación.	inventario, exactitud, modelo EOQ, modelo de revisión continua, análisis ABC, rediseño de <i>layout</i> y flujogramas mejorados.	centra en modelos de inventario, análisis ABC, EOQ y reorganización operativa.	inventarios y mejora del almacenamiento, pero no se observa IA, automatización avanzada, visión artificial, IoT ni gemelo digital. La virtualización es parcial y más analítica que tecnológica.		productos ABC y hojas de cálculo anexas; esto ofrece buena evidencia técnica, aunque la trazabilidad operativa real del supermercado seguía siendo manual.	<i>layout</i> , áreas de abastecimiento, almacenamiento y ventas. No se evidencia uso de laboratorio universitario especializado.			e del reabastecimiento y de la capacidad de bodega. Su limitación principal es que la digitalización del sistema aún no pasa a una implementación tecnológica avanzada; sigue siendo una propuesta de estructuración más que una virtualización robusta. La investigación reporta reducción de reabastecimiento de 662 a 181 unidades para el producto analizado y mejora de la capacidad de bodega en 20.84 %.

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
14	Diseño de un programa para el pesaje de vehículos de carga pesada a partir de imágenes con Inteligencia Artificial	Proyecto de titulación	Alto. El proyecto utiliza librerías de programación, <i>datasets</i> en TFRecord, entrenamiento computacional, redes neuronales ResNet , procesamiento de imágenes y análisis de métricas de rendimiento. El núcleo del proyecto es plenamente digital.	Programa de pesaje con IA, <i>datasets</i> fotográficos, arquitectura de modelos, evaluación comparativa con báscula, métricas MAE/MSE/RMSE, cotización de equipo computacional y código del modelo en anexos.	Medio-alto. No es simulación logística tipo FlexSim, pero sí hay modelado computacional avanzado basado en visión por computador, CNN y evaluación experimental de modelos, lo cual constituye una forma sólida de modelado digital.	Alto. Es el proyecto con mayor carga tecnológica de los dos: usa Inteligencia Artificial, aprendizaje profundo, redes neuronales convolucionales , visión artificial y automatización del pesaje, claramente alineado con tecnologías 4.0.	Alto. Presenta enfoque cuantitativo, diseño experimental, operacionalización, construcción de <i>datasets</i> , evaluación con métricas de rendimiento, comparación con sistema de básculas y prueba t de Student.	Alto. El documento muestra alta trazabilidad técnica: número de imágenes, <i>datasets</i> , condiciones de captura, resultados por modelo, hojas Excel con predicciones, comparación peso real-peso predicho y anexos con código.	Medio-alto. Aprovecha infraestructura computacional específica, cámaras, registros de básculas y datos reales de centros de almacenamiento. No se explicita un laboratorio institucional en estas páginas, pero sí una infraestructura técnica real de entrenamiento y validación.	14/16	Alta	Es claramente el proyecto más virtualizado de este bloque. Desarrolla un sistema alternativo a la báscula tradicional, basado en IA e imágenes, con una base de 1390 registros fotográficos y expansión mediante aumento de datos hasta 11,207 imágenes de entrenamiento y 2,891 de prueba. El modelo 3 fue el mejor, con una métrica general MAE de 5,345.16 kg y un mejor MAE lateral de 3,534.38 kg.
15	Cadena de suministro y la demand	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El documento evidencia flujogramas,	Diagnóstico de la cadena de suministro, estudio de mercado,	Bajo. No se evidencia simulación digital ni gemelo	Bajo. Hay mejora de procesos y control operativo,	Alto. Tiene enfoque cuantitativo, operacionalización de variables, métodos, tablas de demanda,	Medio. Registra demanda, capacidades,	Medio. Aprovecha infraestructura real de producción,	8/16	Medio-baja	Proyecto útil para ordenar y mejorar la cadena de

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	a de los productos de la empresa SMARTCAR S.A.		layouts, KPIs, fichas de control y proyección de demanda, pero no confirma una plataforma digital central o ERP implementado.	proyección de demanda, indicadores por proceso y plan de mejora con enfoque PHVA.	virtual; se trabaja con representación por flujogramas, layout y planificación.	pero no se confirma uso de IA, IoT, analítica avanzada o automatización 4.0 desplegada. No puedo confirmar una integración 4.0 real en el documento.	indicadores y propuesta metodológica PHVA.	preferencias, indicadores y fichas, pero la trazabilidad digital operativa todavía no aparece como sistema formal implantado.	almacenamiento y distribución de la empresa, con layouts y procesos observados, pero no se evidencia laboratorio especializado.			suministro, pero con virtualización limitada. Su fortaleza está en el diagnóstico, la demanda y el PHVA; su debilidad es la ausencia de simulación y de una plataforma digital robusta implementada.
16	Procesos logísticos y optimización de operaciones en la empresa ANDESFO ODS CIA. LTDA.	Proyecto de titulación	Medio. Usa RStudio para el cálculo muestral y plantea adopción de software y herramientas tecnológicas para monitoreo y control, aunque no se observa una plataforma integral ya implementada.	Caracterización de procesos, evaluación por actividades, cuadro de acciones de mejora, responsables, beneficios y porcentajes de cumplimiento.	Bajo. No se evidencia simulación ni modelado virtual de procesos; el análisis es evaluativo y normativo.	Medio-bajo. El documento promueve automatización, seguimiento en tiempo real y uso de software de gestión, pero esto aparece más como recomendación que como despliegue real 4.0.	Alto. Usa ISO 9001:2015 como eje de evaluación, con población y muestra, entrevistas, encuestas y análisis de procesos.	Alto. Tiene anexos de encuestas, entrevistas, scripts de RStudio, métricas de cumplimiento y acciones de mejora documentadas.	Alto. Aprovecha infraestructura empresarial real, maquinaria, bodega, empaquetado, etiquetado, cubillaje y red logística multimodal.	10/16	Media	Proyecto metodológicamente fuerte y bien documentado. Su virtualización es intermedia porque la mejora se apoya en evaluación, control y recomendación tecnológica, pero no en simulación o sistemas digitales ya desplegados.

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
17	Gestión de la cadena de suministro y la calidad de servicio en la ferretería Enríquez	Proyecto de titulación	Alto. Usa y propone Odoo para compras y ventas; además trabaja con modelos EOQ, ROP y herramientas de inventario.	Diagnóstico de procesos, plan de mejora, control de compras y ventas, ABC, EOQ, ROP, estrategias de satisfacción del cliente y evaluación del estado actual e ideal.	Alto. Incorpora FlexSim para simular el impacto de un segundo operario en tiempos de espera, atención y capacidad.	Alto. Combina ERP abierto, simulación, control de inventario y gestión basada en datos; es el proyecto más cercano a una digitalización operativa completa.	Alto. Tiene enfoque mixto, cálculo muestral, instrumentos, ISO 9001, indicadores y un cierre metodológico consistente.	Alto. Presenta fichas de observación, encuesta, evaluación de proveedores, anexos ABC, EOQ, ROP y réplicas de FlexSim.	Medio. Aprovecha la infraestructura real de la ferretería y su bodega; no se evidencia laboratorio institucional, pero sí un entorno operativo real para validar la propuesta.	14/16	Alta	Es el proyecto más virtualizado del grupo. Integra Odoo, FlexSim, control de inventario y mejora del servicio en una secuencia coherente y aplicada.
18	Infraestructura vial y Servicios de Transporte Eléctrico de Taxi Convencional y Ejecutivo en la ciudad de Tulcán	Proyecto de titulación	Medio-bajo. Se apoya en bases de datos existentes, mapas, topografía, registros y análisis de demanda, pero no se confirma una plataforma digital de operación o simulación.	Caracterización vial, análisis de demanda, oferta y tarifas, propuesta de cuatro puntos de abastecimiento energético y diseño de electrolíneas/horarios.	Bajo. No se observa simulación digital del sistema de taxis o de infraestructura; el estudio trabaja con análisis de datos, diseño propuesto y evaluación territorial.	Medio. El enfoque hacia taxis eléctricos, electrolíneas y movilidad sostenible sí incorpora transición tecnológica, pero no se evidencia una arquitectura 4.0 digitalizada.	Alto. Usa enfoque mixto, hipótesis, operacionalización, análisis cuantitativo de contenido, encuestas y entrevistas con muestra amplia.	Medio-alto. Tiene tablas de demanda, oferta, emisiones, homologación, carga eléctrica, anexos y evidencia de recolección de datos.	Alto. Aprovecha de forma directa la infraestructura vial urbana real, estaciones propuestas y la red de taxis de Tulcán como caso aplicado.	9/16	Medio-baja	Es un buen proyecto de transición tecnológica y sostenibilidad, pero su virtualización es limitada porque se centra en diagnóstico territorial y diseño de infraestructura, no en plataformas o simulación avanzada.
19	Logística Inversa en la Gestión de Residuos	Proyecto de titulación	Medio. Usa matrices, diagramas, ABC y apoyo de Excel; además	Diagnóstico de procesos, medición por etapas, FODA, plan de logística	Medio-bajo. No presenta simulación de eventos discretos,	Medio. Integra logística inversa, reciclaje, estándares	Alto. Tiene enfoque mixto, operacionalización, métodos, ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 y una evaluación	Alto. Presenta mediciones por etapas, porcentajes antes/actua	Alto. Aprovecha claramente maquinaria, layout de planta,	11/16	Medio	Proyecto sólido en rediseño de procesos y economía circular. Su

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	Plásticos de la planta procesadora "PLASTIC PLANET"		identifica equipos informáticos y la necesidad de <i>software</i> para optimizar procesos.	inversa, rediseño con modelo SCOR, <i>layouts</i> mejorados y comparación antes/actual.	pero sí modelado de procesos con SCOR, diagramas, <i>layouts</i> y rediseño operativo.	ISO 9001/14001 y reconfiguración de procesos, aunque sin IA ni automatización avanzada explícita.	estructurada por procesos.	I, ABC, matrices, fotografías, diagramas y comparaciones de rendimientos	zonas de producción, almacenamiento, clasificación, secado y distribución.			virtualización es media: tiene modelado SCOR y trazabilidad fuerte, pero no simulación computacional avanzada ni sistema digital integral implementado.
20	Logística de almacenamiento y gestión de residuos hospitalarios para su disposición final en la planta de reciclaje RECICOM S.A.	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El documento se apoya en tablas técnicas, clasificaciones por colores, especificaciones de contenedores y diseño de almacenamiento, pero no se confirma una plataforma digital o <i>software</i> especializado implementado.	Diagnóstico del espacio, identificación de residuos por peligrosidad, diseño de sistema de almacenamiento, tabla general de separación, selección de contenedores y propuesta de <i>layout/logística</i> de disposición.	Bajo. No se evidencia simulación computacional ni modelado virtual avanzado; el proyecto se centra en clasificación técnica, diseño físico y organización del almacenamiento.	Bajo. El eje es gestión de residuos y almacenamiento seguro; no puedo confirmar integración de IA, IoT, analítica avanzada o automatización 4.0.	Alto. Tiene enfoque metodológico claro, operacionalización, tipos de investigación, entrevistas, encuestas y análisis estadístico.	Alto. Presenta tablas técnicas por tipo de residuo, especificaciones, contenedores y anexos, lo que da buena evidencia documental y operativa.	Alto. Aprovecha directamente la infraestructura real de RECICOM, áreas de almacenamiento y contenedores especializados.	9/16	Medio-baja	Proyecto fuerte en organización técnica y seguridad del almacenamiento, pero con virtualización limitada, porque predomina el rediseño físico-operativo sobre el componente digital.
21	Gestión de transporte y calidad	Proyecto de titulación	Medio. El marco teórico incorpora R Studio, Lp-	Caracterización de la operadora, análisis de zonas,	Medio-bajo. Se menciona programación lineal y	Medio. La presencia de QR, R Studio y Lp-Solve da	Alto. Tiene enfoque cualitativo-cuantitativo, operacionalización de variables, SERVQUAL, población y muestra.	Medio-alto. Se apoya en encuestas, entrevistas,	Medio. Aprovecha infraestructura real de la operadora:	10/16	Media	Proyecto metodológicamente bien estructurado

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	de servicio de la operadora Unión de taxis Sucre Ibarra		Solve y código QR, lo que sugiere una orientación tecnológica; sin embargo, no puedo confirmar en el fragmento disponible una implantación digital integral de esas herramientas dentro de la operadora.	paradas, horarios, seguridad, taxímetros, control interno y evaluación de calidad de servicio.	herramientas de apoyo, pero no se confirma simulación digital tipo FlexSim o gemelo operativo.	un componente tecnológico superior al promedio, aunque no totalmente desplegado.		paradas, horarios, control y variables de servicio.	unidades, paradas, zonas, horarios y sistemas de seguridad/taxímetro.			o y con una base tecnológica incipiente. Su virtualización es intermedia porque combina herramientas analíticas con una aplicación centrada en operación real del taxi.
22	Planificación de la cadena de suministros y productividad en la empresa de Lácteos "La Caserita"	Proyecto de titulación	Medio. El marco teórico incluye Python, PyTorch, redes neuronales e IA, pero no puedo confirmar con el extracto disponible que estas herramientas se hayan implementado efectivamente en los resultados del proyecto.	Diagnóstico de cadena de suministro, análisis de productividad y propuesta de mejora orientada a eficiencia operativa.	Bajo. No se confirma simulación o modelado virtual aplicado en los resultados a partir del fragmento disponible.	Medio. La teoría del proyecto incorpora IA y aprendizaje automático, lo que eleva su orientación tecnológica, aunque no puedo afirmar despliegue práctico pleno.	Alto. Presenta enfoque cuantitativo, hipótesis, operacionalización y base metodológica consistente.	Medio. Hay trazabilidad metodológica, pero no se observan en el fragmento disponible evidencias digitales tan robustas como en proyectos con simulación o software ya implementado.	Medio. Aprovecha el entorno real de la empresa y sus procesos productivos.	9/16	Medio-baja	Tiene potencial tecnológico alto por su marco teórico, pero no puedo confirmar la materialización completa de ese componente en los resultados. Por eso su virtualización queda en nivel medio-bajo.
23	Seguridad Industrial	Proyecto de titulación	Bajo. El proyecto se basa	Caracterización de la gestión logística,	Bajo. No presenta simulación	Bajo. El foco está en	Alto. Tiene enfoque claro, operacionalización,	Alto. Usa fichas de EPP, control	Alto. Aprovecha directamente	7/16	Medio-baja	Es un proyecto sólido en

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	y gestión logística del centro de acopio de leche Parroquia La Libertad, Cantón Espejo		principalmente en observación directa, matrices de riesgo, fichas y diagnóstico en campo, sin evidencia de plataformas digitales avanzadas.	diagnóstico de seguridad industrial, matriz de riesgos y plan de prevención con fichas operativas y ergonómicas.	ni modelado virtual.	seguridad industrial y logística operativa; no se observan tecnologías 4.0.	entrevistas, observación y matrices de riesgo bien definidas.	de calidad, ergonomía, registro de litros y verificación operativa.	e la infraestructura del centro de acopio, sus áreas, flujo y condiciones reales.			seguridad y control operativo, con fuerte evidencia de campo, pero con escasa virtualización y nulo componente de simulación.
24	Gestión de inventarios y logística de aprovisionamiento en la venta de agroquímicos AGRO VISIÓN	Proyecto de titulación	Medio. Incorpora análisis ABC, EOQ y un diseño 3D del almacén, lo que le da un componente digital superior al de un diagnóstico convencional.	Diagnóstico del inventario, análisis ABC, demanda, EOQ, mejora del almacén y propuesta de layout.	Medio-bajo. No hay simulación de eventos discretos, pero sí modelado de inventarios y representación 3D del almacén.	Medio-bajo. Usa herramientas cuantitativas y organización espacial, pero no muestra 4.0 avanzada.	Alto. Tiene enfoque mixto, operacionalización, métodos y análisis estadístico bien articulado.	Alto. Posee observación, anexos, índices de rotación, ABC, EOQ y evidencia fotográfica/documental.	Medio. Aprovecha la infraestructura del almacén y su bodega, incluyendo propuesta de redistribución.	10/16	Media	Proyecto consistente y aplicado. No llega a virtualización alta, pero el uso de EOQ, ABC y diseño 3D lo coloca por encima de una mejora logística convencional.
25	Logística verde y residuos sólidos en la parroquia Santa Martha de Cuba	Proyecto de titulación	Bajo. Se apoya en análisis estadístico, ANOVA, tablas y plan de contenedores, pero no se evidencia plataforma digital o software operativo especializado.	Diagnóstico del sistema de recolección, determinación de tipos/volumenes de residuos y plan de logística verde con contenedores, charlas y presupuesto.	Bajo. No hay simulación ni modelado virtual.	Medio-bajo. El componente "verde" y la referencia a ISO 14001 fortalecen el enfoque ambiental, pero no constituyen por sí mismas tecnologías 4.0.	Alto. Tiene operacionalización, muestra, ANOVA y comparación post-hoc, lo que fortalece el rigor metodológico.	Medio-alto. Cuenta con datos por hogares, sectores, producción per cápita, prueba ANOVA y presupuesto de intervención.	Medio. Aprovecha la infraestructura territorial existente y propone nueva contenerización.	8/16	Media-baja	Proyecto fuerte en diagnóstico ambiental y estadística aplicada, pero con baja virtualización porque se centra en gestión territorial y no en soluciones digitales avanzadas.

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
26	La distribución física internacional y la competitividad en la empresa Nuevo Transporte de América Cía. Ltda.	Proyecto de titulación	Medio. El marco teórico incorpora ERP, CRM y automatización; además usa bases de datos y registros históricos de la empresa.	Caracterización de la DFI, análisis de competitividad, plan de mejoras y evaluación de costos y tiempos.	Bajo. No se confirma simulación o modelado virtual en el fragmento disponible.	Medio. La orientación a ERP/CRM y automatización le da componente tecnológico, aunque no puedo confirmar implementación plena en los resultados.	Alto. Tiene enfoque mixto, operacionalización robusta y análisis de procesos comerciales, logísticos y de comercio exterior.	Medio-alto. Se apoya en registros históricos, base de datos, fichas de observación y análisis de tiempos/costos.	Medio. Aprovecha infraestructura operativa de transporte, flota y procesos de comercio exterior.	10/16	Media	Proyecto con buena base de digitalización empresarial potencial, especialmente por ERP/CRM, pero sin evidencia suficiente de simulación o automatización realmente desplegada.
27	Cadena de transporte y reparto modal de camiones desde el Ecuador a distintos países, período 2023	Proyecto de titulación	Medio-bajo. Trabaja con datos históricos, medias móviles y análisis modal, pero no evidencia una plataforma digital avanzada o sistema de simulación.	Caracterización de nodos, modos y medios de transporte, análisis de oferta, destinos, empresas transportistas y proyección 2024.	Bajo. No se observa simulación ni modelado virtual.	Bajo. Aunque aborda transporte intermodal internacional, no puedo confirmar tecnologías 4.0 implementadas.	Alto. Tiene enfoque cuantitativo-cualitativo, operacionalización, análisis estadístico y proyección con medias móviles.	Medio. Presenta datos históricos, despachos, destinos y proyecciones, pero no una trazabilidad digital operativa tipo ERP/TMS.	Medio-bajo. Aprovecha bases sectoriales y red logística internacional como objeto de estudio, pero no infraestructura experimental propia.	7/16	Medio-baja	Proyecto fuerte en análisis de transporte internacional y reparto modal, pero con virtualización reducida, pues su eje es analítico-documental más que tecnológico.
28	Diseño de rutas y su eficiencia operativa en la planta de	Proyecto de titulación	Alto. Usa explícitamente ArcGIS, Network Analyst y Power BI como soporte para el análisis y	Análisis de recursos, identificación de nodos, diseño de rutas óptimas, comparación de costos operativos y	Alto. Sí hay modelado de red y optimización de rutas mediante herramientas GIS y análisis	Medio-alto. Aunque no usa IA, su combinación de GIS, analítica y optimización de operación	Alto. Tiene operacionalización, entrevistas, observación, Power BI y prueba Ji-cuadrada.	Alto. Documenta nodos, pesos, costos, rutas por zonas, rutas optimizadas y	Alto. Aprovecha vehículos, nodos reales, recursos de recolección y la infraestructura	13/16	Alta	Es el proyecto más virtualizado de este bloque. Su fortaleza está en la optimización

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	reciclaje RECICOM		diseño de rutas.	rutas optimizadas por zona.	espacial aplicado al problema VRP.	al lo acerca a una lógica de digitalización avanzada.		comparación total de resultados.	ra operativa de RECICOM.			n espacial y el uso real de software geoespacial y analítico para diseñar rutas operativas.
29	Procesos de compra y producción de la Empresa Textiles Tabango con base en modelos de simulación	Proyecto de titulación	Alto. Usa FlexSim, R Studio, AutoCAD y SketchUp como base del estudio y de la validación de escenarios.	Caracterización del proceso, plan de requerimiento de materiales, configuración de máquinas, modelo de simulación y evaluación de escenarios.	Alto. El núcleo del proyecto es un modelo de simulación del proceso productivo y la comparación de ocho escenarios.	Medio-alto. No puedo confirmar IA o automatización industrial avanzada, pero sí hay uso intensivo de herramientas digitales de simulación y análisis.	Alto. Tiene enfoque mixto, hipótesis, operacionalización, estudio de tiempos y contraste estadístico con Wilcoxon.	Alto. Registra tiempos, configuraciones, histogramas, escenarios y comparación cuantitativa de resultados.	Alto. Aprovecha directamente instalaciones, máquinas, tiempos reales y disposición física de la empresa.	14/16	Alta	Es uno de los proyectos más virtualizados del grupo, por su integración consistente de simulación, análisis estadístico y modelado de planta.
30	Gestión de movilidad del transporte público urbano en buses y calidad del servicio en la ciudad de Tulcán	Proyecto de titulación	Medio-bajo. Usa tablas de nodos y caracterización de infraestructura de paradas, pero no puedo confirmar una plataforma digital avanzada implementada.	Diagnóstico de movilidad, medición de calidad del servicio y análisis de nodos/paradas por zonas.	Bajo. No se observa simulación computacional ni modelado virtual del sistema de buses.	Bajo. El enfoque es diagnóstico-operativo; no puedo confirmar tecnologías 4.0.	Alto. Tiene hipótesis, enfoque metodológico, encuesta, entrevista, observación y análisis de incidencia de hipótesis.	Medio-alto. Posee evidencia por nodos, paradas, refugios, mapas de ruta y cobertura de infraestructura.	Alto. Aprovecha infraestructura urbana real: paradas, rutas, refugios y señalización.	8/16	Medio-baja	Es fuerte en diagnóstico territorial y de servicio, pero su virtualización es limitada porque no incorpora simulación ni plataforma operativa digital.
31	Evaluación de la infraestructura	Proyecto de titulación	Medio-bajo. Hay uso de fichas,	Diagnóstico vial, análisis del sistema de	Bajo. No se identifica simulación	Bajo. No puedo confirmar	Alto. Tiene enfoque definido, diagnóstico, encuesta, entrevista,	Alto. Presenta abundante	Alto. Se apoya plenamente	8/16	Medio-baja	Proyecto sólido en levantamiento

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	ctura vial y su influencia en el sistema de transporte en las zonas rurales de Julio Andrade y Urbina		encuestas, entrevistas y registro de rutas en Relive; además se tomaron coordenadas.	transporte, evidencia de campo y propuesta de mejora en señalización, rutas y frecuencias.	ni modelado virtual del sistema de transporte.	tecnologías 4.0; el uso de Relive y coordenadas es apoyo digital, no una transformación 4.0.	fichas de observación y criterio técnico INEN.	evidencia de campo, comunidades, rutas, coordenadas, toma de datos y aplicación de encuestas.	en infraestructura rural real y en el sistema de transporte de las zonas estudiadas.			nto territorial y evidencia de campo, pero con baja virtualización.
32	Evaluación de la infraestructura vial y su influencia en el sistema de transporte en las zonas rurales de Julio Andrade y Urbina	Proyecto de titulación	Medio-bajo. Hay uso de fichas, encuestas, entrevistas y registro de rutas en Relive; además se tomaron coordenadas.	Diagnóstico vial, análisis del sistema de transporte, evidencia de campo y propuesta de mejora en señalización, rutas y frecuencias.	Bajo. No se identifica simulación ni modelado virtual del sistema de transporte.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0; el uso de Relive y coordenadas es apoyo digital, no una transformación 4.0.	Alto. Tiene enfoque definido, diagnóstico, encuesta, entrevista, fichas de observación y criterio técnico INEN.	Alto. Presenta abundante evidencia de campo, comunidades, rutas, coordenadas, toma de datos y aplicación de encuestas.	Alto. Se apoya plenamente en infraestructura rural real y en el sistema de transporte de las zonas estudiadas.	8/16	Media-baja	Proyecto sólido en levantamiento territorial y evidencia de campo, pero con baja virtualización.
33	Sistema de inventarios y proceso de abastecimiento en la empresa Teviasa Telecomunicaciones – Quito	Proyecto de titulación	Alto. Se diseñó e implementó un sistema informático en Odoo, con base de datos, módulos CRM, ventas, compras e inventario.	Diagnóstico, análisis comparativo de sistema informático, diseño del proceso mejorado, manual de uso, automatización y simulación en el sistema.	Medio-alto. No es simulación tipo FlexSim, pero sí prueba funcional en el sistema informático y automatización del proceso.	Alto. Integra ERP, CRM, base de datos y automatización operativa.	Alto. Posee diagnóstico, diseño mejorado, manual, estructura metodológica y evaluación comparativa rigurosa.	Alto. El manual, la instalación, la base de datos y los módulos implementados dan alta trazabilidad digital.	Medio. Aprovecha la infraestructura real de la empresa y la adapta a un sistema digital.	14/16	Alta	Es uno de los proyectos más virtualizados del grupo por el uso efectivo de Odoo como herramienta de automatización empresarial.

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
34	Recepción y Entrega de encomiendas en la empresa DFM Express	Proyecto de titulación	Alto. Usa FlexSim, Experfit, R y Power BI para el análisis del sistema.	Procedimientos de recepción y entrega, análisis estadístico, modelo de simulación digital, escenarios y documentación.	Alto. El proyecto define explícitamente etapas de simulación digital, verificación, validación y diseño de escenarios.	Medio-alto. No puedo confirmar IA, pero sí un uso muy robusto de simulación, analítica y visualización de datos.	Alto. Tiene hipótesis, análisis t, cálculo muestral, etapas metodológicas y herramientas estadísticas bien definidas.	Alto. Las estadísticas de FlexSim, histogramas, gráficos y apoyo con Power BI dan alta evidencia digital.	Medio. Aprovecha el entorno operativo real de DFM Express para parametrizar el modelo.	14/16	Alta	Es uno de los proyectos más completos en virtualización y simulación del bloque.
35	Análisis de la gestión logística y su relación con la rentabilidad de la empresa Grupo Automotriz Meza en el año 2022	Proyecto de titulación	Medio. Usa Microsoft Visio, AutoCAD, catálogo web, análisis ABC, EOQ y pronóstico de demanda.	Diagnóstico logístico, análisis de rentabilidad, propuesta de sistema de gestión logística, pronósticos y EOQ.	Bajo. No se evidencia simulación digital del sistema.	Medio-bajo. Tiene herramientas digitales y analíticas, pero no puedo confirmar 4.0 avanzada.	Alto. Presenta enfoque claro, operacionalización, indicadores, análisis logístico y financiero.	Alto. Tiene datos de pedidos, proveedores, inventario, rentabilidad, zonas del almacén y pronósticos.	Medio. Aprovecha infraestructura de almacén, distribución espacial y procesos de la empresa.	10/16	Media	Proyecto sólido en análisis técnico y económico, con digitalización intermedia pero sin simulación ni sistema automatizado integral.
36	Aprovisionamiento y control de inventarios en la empresa "El Chagra"	Proyecto de titulación	Medio-alto. El marco teórico incorpora ERP y Odoo, y el proyecto identifica esa herramienta para mejorar el aprovisionamiento y control del inventario.	Caracterización del aprovisionamiento, análisis de proveedores, KPI, stock, almacenamiento e identificación de herramienta administrativa Odoo ERP.	Bajo. No se evidencia simulación computacional.	Medio. La orientación a ERP/Odoo y control de inventarios le da componente tecnológico relevante, aunque no puedo confirmar implementación completa.	Alto. Tiene enfoque metodológico robusto, variables, KPI y análisis del proceso.	Medio-alto. Cuenta con cartera de productos, proveedores, tiempos, stock y almacenamiento bien documentados.	Medio. Aprovecha la infraestructura real de almacenamiento y abastecimiento de la empresa.	10/16	Media	Proyecto más digital que uno puramente descriptivo por su orientación a ERP, pero sin llegar al nivel de automatización demostrada de otros casos.

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
37	Logística de aprovisionamiento y gestión empresarial en la compañía Automundo	Proyecto de titulación	Alta. Desarrolla modelo relacional, MySQL, modelo dimensional, OLAP y KPI para apoyar la logística de aprovisionamiento y gestión empresarial.	Diagnóstico, procedimientos adecuados, modelo relacional, base de datos, modelo OLAP y aplicación analítica.	Medio. No es simulación discreta, pero sí modelado de datos y arquitectura analítica para toma de decisiones.	Alto. Sí incorpora una lógica clara de digitalización avanzada empresarial.	Alto. Tiene metodología, diagnóstico AS IS/TO BE, análisis empresarial y diseño de sistema.	Alto. La base de datos, el modelo dimensional y los KPI dan trazabilidad y capacidad analítica alta.	Medio. Aprovecha la operación y la información real de la empresa para construir el sistema.	14/16	Alta	Es uno de los proyectos más fuertes en transformación digital empresarial del bloque.
38	Demanda de transporte y flujo vehicular por el Puente Internacional Rumichaca. Periodo de análisis 2019	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El proyecto usa series, figuras, análisis de flujo y demanda, pero no se evidencia software especializado o plataforma operativa avanzada en el fragmento disponible.	Análisis de demanda de transporte, flujo vehicular e impacto en negocios de Tulcán.	Bajo. No se observa simulación ni modelado virtual.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0.	Alto. Tiene operacionalización, análisis estadístico y estructura metodológica clara.	Medio. Cuenta con datos históricos, gráficas y resultados de demanda y flujo.	Medio. Aprovecha el caso real del Puente Rumichaca como infraestructura crítica de análisis.	7/16	Medio-baja	Proyecto sólido en análisis estadístico de transporte, pero con baja virtualización tecnológica.
39	Gestión logística y proceso de despacho de mercancías en la Zona Primaria de Exportación	Proyecto de titulación	Medio. Se apoya en teoría de colas, SLP y softwares para diseñar, además de rediseño de infraestructura operativa.	Diagnóstico del despacho, flujogramas, análisis de aforo físico/documental y propuesta de rediseño de la infraestructura de la zona primaria.	Medio-bajo. No puedo confirmar simulación computacional, pero sí hay modelado de relaciones de actividades	Medio-bajo. Tiene apoyo de métodos de diseño y organización, pero no una 4.0 clara.	Alto. Presenta base metodológica formal, teoría de colas, TOC, SLP y análisis del proceso de despacho.	Medio-alto. Los cambios en aforo, flujogramas y rediseño de áreas muestran buena trazabilidad operativa.	Alto. Aprovecha directamente la infraestructura real de la zona primaria de exportaciones y su operación aduanera.	10/16	Media	Proyecto fuerte en rediseño logístico del proceso de despacho, con virtualización intermedia por el uso de SLP y rediseño

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	ones de la Asociación de Transporte Pesado del Carchi ATPC				y rediseño mediante SLP.							funcional, pero sin evidencia de simulación avanzada.
40	Planificación de la cadena de suministro y costos logísticos en la empresa NUTRICB AL S.A.	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El documento se centra en diagnóstico, calificación, costos y propuesta; no se evidencia una plataforma digital avanzada implementada.	Diagnóstico de la cadena, determinación de costos logísticos y propuesta de mejora para optimizar costos.	Bajo. No se observa simulación ni modelado virtual.	Bajo. No puedo confirmar uso de IA, ERP, GIS, simulación o tecnologías 4.0.	Alto. Tiene hipótesis, operacionalización, métodos y análisis estadístico estructurado.	Medio-alto. Presenta tablas de líneas de producción, costos y diagnóstico formal.	Medio. Aprovecha la infraestructura real de la empresa y sus líneas de producción.	8/16	Medio-baja	Proyecto sólido en diagnóstico técnico y costos, pero con bajo nivel de virtualización.
41	Gestión logística y distribución en la empresa de encomiendas Avantelógico caso: Tulcán	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El documento prioriza análisis estadístico, normalidad, homocedasticidad y correlación lineal, más que herramientas digitales aplicadas al proceso.	Diagnóstico de gestión logística, caracterización de la distribución y plan de mejora.	Bajo. No se evidencia simulación ni modelado virtual.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0 implementadas.	Alto. Tiene hipótesis, pruebas de normalidad, homocedasticidad y correlación lineal.	Medio. La evidencia es más estadística y documental que digital-operativa.	Medio. Aprovecha la infraestructura real de distribución y encomiendas de la empresa.	7/16	Medio-baja	Metodológicamente correcto, pero con virtualización limitada.
42	Planificación de la Cadena de	Proyecto de titulación	Alto. El documento declara explícitamente una	Diagnóstico de cadena, determinación de productividad,	Alto. Incluye ajustes de distribución, comparaci	Medio-alto. No puedo confirmar IA, pero sí analítica	Alto. La metodología incluye hipótesis, operacionalización, normalidad, ANOVA, Pareto, punto de	Alto. Presenta tablas de costos, rutas,	Alto. Aprovecha e la fábrica, sus	14/16	Alta	Es uno de los proyectos más virtualizados

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	Suministro y productividad en la fábrica de productos lácteos "Santa Mónica"		herramienta de simulación para toma de decisiones y un bloque completo de construcción del modelo de simulación.	plan de mejora, estudio económico y construcción del modelo de simulación.	ón de distribuciones, ANOVA y construcción del modelo de simulación.	avanzada y simulación aplicada a producción y cadena de suministro.	equilibrio y validación analítica.	productividad, cuellos de botella, Takt Time y optimización de tiempos.	procesos, recursos y rutas de distribución.			de este bloque por su combinación de simulación, análisis estadístico y rediseño de proceso.
43	Gestión de la cadena de suministro y los costos logísticos de la empresa INNOVAPLAST	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El enfoque visible es análisis de costos, 5S, ABC y restricciones; no se evidencia plataforma digital avanzada implementada.	Diagnóstico de cadena, análisis de costos logísticos y propuesta de mejora basada en 5S/ABC.	Bajo. No aparece simulación ni modelado virtual explícito.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0.	Alto. Tiene hipótesis, operacionalización y métodos definidos.	Medio-alto. Se apoya en matrices, clasificación ABC, costos y evaluación operativa.	Medio. Aprovecha infraestructura y operación real de INNOVAPLAST.	8/16	Media-baja	Buen proyecto de mejora operativa y de costos, pero con digitalización limitada.
44	La gestión logística y la demanda del servicio de transporte de carga pesada en la empresa Ecoperu Logistic Cargo Cía. Ltda., en	Proyecto de titulación	Bajo. El documento trabaja con mapas de procesos, cadena de valor, KPI e ISO 9001, pero no con plataformas digitales avanzadas.	Diagnóstico de demanda, caracterización de la gestión logística y evaluación de la gestión logística.	Bajo. No evidencia simulación ni modelado virtual.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0.	Alto. Tiene variables, instrumentos, KPI e ISO 9001 como marco de evaluación.	Medio. La evidencia es documental, estadística y de procesos.	Medio. Aprovecha la flota, la empresa y el proceso real de transporte pesado.	7/16	Media-baja	Proyecto valioso para diagnóstico logístico, pero con baja virtualización.

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	el año 2018											
45	Modelo de gestión logística para la mejora de la productividad en la empresa La Bonita Granadilla	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El marco se apoya en KPI y modelo SCOR; no se observa plataforma digital o sistema implementado.	Modelo de gestión logística, análisis FODA, evaluación interna/externa y mejora de productividad.	Bajo. No se observa simulación.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0.	Alto. Tiene enfoque cuantitativo, operacionalización y análisis estadístico.	Medio. Muestra evidencia estructurada, pero más analítica que digital.	Medio. Aprovecha el sistema productivo agrícola-empresarial real.	8/16	Media-baja	Proyecto metodológicamente consistente, pero con virtualización baja.
46	La gestión logística y la cadena de suministro de la ferretería Ferri Ger	Proyecto de titulación	Medio-alto. El marco incluye FlexSim, W2MO y referencia a ERP; además el documento presenta modelos actual y propuesto de bodega.	Diagnóstico de la cadena, cuadro de mando integral, valoración de proveedores y plan de mejora del desempeño.	Medio. El marco contempla FlexSim y W2MO, y el estudio incorpora modelado de bodega actual/propuesta, aunque no puedo confirmar simulación profunda ejecutada.	Medio. La orientación tecnológica es superior a la media del bloque, pero no llega a una implantación 4.0 robusta confirmada.	Alto. Tiene enfoque mixto, muestra, FODA, cuadro de mando integral y evaluación de proveedores.	Alto. Presenta flujogramas, cuadro de mando, selección de proveedores y resumen de mejoras.	Medio. Aprovecha la bodega, abastecimiento, ventas y distribución de la ferretería.	11/16	Media	Proyecto bien estructurado y con mayor cercanía a virtualización que otros comerciales, pero sin suficiente evidencia de simulación operativa completa.
47	Logística de abastecimiento y gestión de inventario de la empresa SUMMER ESSENCE	Proyecto de titulación	Medio. El documento se basa en Pareto, pronósticos y análisis ABC de proveedores; no muestra ERP, pero sí herramientas analíticas consistentes.	Caracterización del abastecimiento, análisis del sistema de inventarios, propuesta de sistema y evaluación de la eficiencia mediante simulación.	Medio-alto. Sí existe una fase explícita de evaluación de eficiencia por simulación.	Medio-bajo. Hay soporte analítico y simulación, aunque no puedo confirmar 4.0 avanzada.	Alto. Presenta operacionalización, pronósticos, Pareto, promedio móvil ponderado y suavización exponencial.	Alto. Tiene abundantes tablas de ventas, demanda, compras, requerimientos y ABC de proveedores.	Medio. Aprovecha el proceso real de abastecimiento e inventario de la empresa.	11/16	Media	Proyecto técnicamente fuerte y con componente de simulación, aunque más analítico que digital-operativo integral.

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
48	Propuesta de una ruta ciclista para el desarrollo turístico en la ciudad de San Gabriel	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El estudio utiliza medición, observación, encuesta, FODA y parámetros de ciclo-ruta; no se evidencia <i>software</i> avanzado implementado.	Identificación de atractivos turísticos, análisis de campo, encuesta, FODA y propuesta de ruta ciclista.	Bajo. No se observa simulación ni modelado virtual.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0.	Alto. Tiene operacionalización, análisis estadístico, trabajo de campo y base normativa.	Medio. La evidencia es territorial y documental, más que digital-operativa.	Alto. Aprovecha directamente la infraestructura urbana y los atractivos turísticos de San Gabriel.	8/16	Medio-baja	Proyecto pertinente para movilidad turística y desarrollo local, pero con baja virtualización.
49	Tarifa del transporte urbano y la calidad del servicio de las operadoras de transporte Intracantonal en la ciudad de San Gabriel	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El proyecto se centra en estructura tarifaria, cobertura, infraestructura y calidad del servicio; no se evidencia plataforma digital avanzada.	Diagnóstico de cobertura e infraestructura, análisis de costos, cálculo tarifario y evaluación de encuestas de calidad del servicio.	Bajo. No se observa simulación ni modelado virtual.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0.	Alto. Tiene hipótesis, operacionalización, cálculo de tarifa, análisis de costos y población/muestra.	Alto. Presenta abundantes tablas de rutas, costos, demanda, ingresos, kilómetros y encuesta.	Alto. Aprovecha la infraestructura real de rutas, flota, garajes y operación urbana.	9/16	Medio-baja	Proyecto muy sólido en análisis tarifario y de servicio, pero con poca virtualización tecnológica.
50	Tarifa del transporte urbano y la calidad del servicio de las operadoras de transporte Intracantonal en	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El proyecto se centra en estructura tarifaria, cobertura, infraestructura y calidad del servicio; no se evidencia plataforma digital avanzada.	Diagnóstico de cobertura e infraestructura, análisis de costos, cálculo tarifario y evaluación de encuestas de calidad del servicio.	Bajo. No se observa simulación ni modelado virtual.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0.	Alto. Tiene hipótesis, operacionalización, cálculo de tarifa, análisis de costos y población/muestra.	Alto. Presenta abundantes tablas de rutas, costos, demanda, ingresos, kilómetros y encuesta.	Alto. Aprovecha la infraestructura real de rutas, flota, garajes y operación urbana.	9/16	Medio-baja	Proyecto muy sólido en análisis tarifario y de servicio, pero con poca virtualización tecnológica.

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	la ciudad de San Gabriel											
51	Modelo de gestión logística para mejorar las operaciones de manejo de inventario de Arca Continental en la ciudad de Tulcán	Proyecto de titulación	Medio. El documento no gira alrededor de un ERP o simulador, pero sí usa evaluación estructurada basada en ISO 9001:2015, análisis ABC, mapas de procesos, flujogramas, rutas y evaluación por planificación, organización, dirección y control.	Diagnóstico integral de abastecimiento, inventario/almacenamiento y distribución; evaluación con ISO 9001:2015; diseño de modelo de gestión logística y recomendaciones por proceso.	Bajo. No se evidencia simulación digital ni modelado virtual del sistema logístico.	Medio-bajo. Hay estructura de calidad, análisis de riesgos y control por procesos, pero no se confirma 4.0 avanzada ni automatización inteligente.	Alto. El nivel metodológico es fuerte: operacionalización, instrumentos, análisis estadístico, evaluación por norma ISO y diagnóstico por dimensiones de gestión.	Alto. El documento aporta abundante evidencia: ventas mensuales, análisis ABC, riesgos, rutas, puntos de venta, resultados porcentuales y plantillas de evaluación.	Alto. Aprovecha de forma directa la infraestructura operativa de Arca Continental Tulcán: almacén, rutas, distribución, puntos de venta y procesos reales.	11/16	Media	Proyecto fuerte en gestión por procesos y control de inventarios, con alta trazabilidad documental. Su limitación está en que la virtualización es más de evaluación y gestión que de simulación o automatización implementada.
52	Distribución de los productos lácteos de la pasteurizadora Quito S.A. y la demanda en la ciudad de Tulcán	Proyecto de titulación	Medio-alto. Integra explícitamente el problema VRP (Vehicle Routing Problem) y aplica un plan de mejoramiento o mediante ese modelo.	Diagnóstico de distribución actual, análisis de demanda, plan de mejoramiento y aplicación del modelo VRP.	Medio-alto. Aunque no se ve un simulador tipo FlexSim en el extracto, sí hay modelado formal de ruteo mediante VRP aplicado a la distribución.	Medio. El uso de VRP eleva el nivel tecnológico, aunque no puedo confirmar analítica 4.0 más amplia o implantación de <i>software</i> avanzado adicional.	Alto. Tiene enfoque, muestra, variables y un bloque de resultados bien estructurado para distribución, demanda y plan de mejora.	Medio-alto. Presenta flujogramas, zonas, camiones, demanda y plan de mejoramiento con soporte analítico.	Alto. Aprovecha la operación real de la pasteurizadora en Tulcán, sus zonas de distribución y su red de reparto.	11/16	Media	Tiene una virtualización superior a un diagnóstico tradicional por la incorporación del modelo VRP, aunque no llega al nivel de simulación digital integral.

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
53	Sistema de inventario y rentabilidad en la microempresa AGROVETERINARIO	Proyecto de titulación	Medio-bajo. Usa análisis ABC, regresión lineal simple, indicadores de inventario y políticas de inventario, pero no se evidencia una plataforma digital o sistema implementado.	Diagnóstico del sistema actual, análisis de productos, costos de inventario, indicadores, políticas de inventario y propuesta de gestión.	Bajo. No hay simulación ni modelado virtual explícito.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0; el enfoque es analítico y de políticas de inventario.	Alto. La estructura metodológica incluye variables, análisis estadístico, costos, indicadores y rentabilidad económica/financiera.	Medio-alto. Hay trazabilidad por portafolio, ABC, costos, indicadores y rentabilidad.	Medio. Aprovecha la infraestructura de la microempresa y su sistema real de inventario.	8/16	Media-baja	Proyecto sólido para análisis económico-logístico, pero con baja virtualización tecnológica.
54	Gestión del almacenamiento y control de inventarios en la bodega de bienes y activos del GAD Tulcán	Proyecto de titulación	Medio. El marco incorpora Simulation Modeling and Analysis y SLP, lo que le da base de modelado; además plantea rediseño del sistema de gestión de almacenamiento.	Diagnóstico del almacenamiento, evaluación del control de inventarios y rediseño/propuesta del sistema de gestión.	Medio. Hay una base explícita de modelado y rediseño de almacenamiento, aunque el extracto no confirma una simulación ejecutada compleja.	Medio-bajo. Hay soporte metodológico moderno, pero no se confirma 4.0 avanzada.	Alto. Presenta marco teórico robusto, indicadores de almacén, control de inventarios, operacionalización y análisis estadístico.	Medio-alto. El documento parece bien sustentado con indicadores, diagnóstico y rediseño formal.	Alto. Aprovecha directamente la bodega y activos institucionales del GAD Tulcán.	10/16	Media	Se ubica en un nivel intermedio: más técnico y estructurado que un diagnóstico simple, pero sin evidencia suficiente de digitalización avanzada implementada.
55	Sistema de inventario y abastecimiento en el almacén MADECARCHI	Proyecto de titulación	Alto. El documento no solo diagnóstica, sino que propone explícitamente un diseño de sistema de inventario a través de base	Diagnóstico del sistema actual, análisis del abastecimiento y diseño de sistema tecnológico para inventario y abastecimiento.	Medio. No se observa simulación discreta, pero sí un modelado funcional de sistema informático y módulos de operación.	Medio-alto. La propuesta de base tecnológica y módulos operativos le da un nivel tecnológico mayor	Alto. Tiene hipótesis, normalidad, correlación lineal, ajuste de distribuciones y contraste de hipótesis.	Alto. Aporta costos, rotación, vejez de inventario, frecuencia de compras, calidad de pedidos, cumplimiento de	Medio. Aprovecha el almacén real y sus procesos operativos para diseñar el sistema.	12/16	Media	Es uno de los proyectos más digitalizados de este bloque por el diseño explícito de un sistema tecnológico

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
			tecnológica y detalla módulos como seguridad, facturación, bodega y administrativo.			que el promedio.		despachos y módulos del sistema.				aplicable al inventario.
56	Gestión Logística y el abastecimiento de combustible de la flota vehicular en la infraestructura vial, GAD Provincial del Carchi, Cantones Tulcán y Espejo	Proyecto de titulación	Bajo. El enfoque visible es operativo y de costos con EOQ, distribución física y control de combustible; no se evidencia plataforma digital avanzada.	Diagnóstico de gestión logística, abastecimiento de combustible y análisis de costos/abastecimiento de la flota vehicular.	Bajo. No se observa simulación ni modelado virtual.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0; el proyecto se mueve en una lógica de mejora logística tradicional.	Alto. Tiene enfoque mixto, investigación explicativa y de campo, variables y base metodológica sólida.	Medio. Se sustenta en costos, compras, distribución y demanda de combustible, pero no con fuerte digitalización.	Alto. Aprovecha plenamente la flota vehicular y la infraestructura vial pública del GAD Provincial.	8/16	Media-baja	Proyecto útil para la gestión pública de flota y combustible, pero con baja virtualización.
57	Planificación de la Cadena de Suministro y productividad en la fábrica de productos lácteos "Santa Mónica"	Proyecto de titulación	Alto. El documento incorpora explícitamente herramienta de simulación para toma de decisiones y construcción del modelo de simulación.	Diagnóstico, determinación de productividad, plan de mejora, estudio económico y construcción del modelo de simulación.	Alto. Tiene ajustes de distribución, comparación de distribuciones, ANOVA y construcción del modelo de simulación.	Medio-alto. Hay uso de simulación y análisis estadístico avanzado, aunque no puedo confirmar IA u otras tecnologías 4.0.	Alto. Metodología robusta: hipótesis, Pareto, punto de equilibrio, normalidad, ANOVA y productividad.	Alto. Ofrece evidencia abundante de costos, proveedores, productividad, cuellos de botella y optimización temporal.	Alto. Aprovecha la infraestructura de la planta, recursos de producción y distribución.	14/16	Alta	Es uno de los proyectos con mayor nivel de virtualización y madurez metodológica del bloque.

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
58	Modelo de control de inventarios y optimización de los procesos de almacenamiento en la bodega de repuestos para la flota vehicular que maneja la empresa Transcomerinter S.A. cantón Tulcán	Proyecto de titulación	Medio-bajo. Usa modelos ABC, JIT, CEP y modelos probabilísticos/determinísticos, pero no se evidencia plataforma tecnológica o simulación digital avanzada.	Modelo de control de inventarios, optimización del almacenamiento y propuesta para la bodega de repuestos.	Bajo. No se confirma simulación ni modelado virtual.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0.	Alto. Tiene marco técnico fuerte en modelos de inventario, control, metodologías y variables.	Medio. Presenta sustento técnico, pero menos evidencia digital-operativa que otros proyectos con sistemas o simulación.	Alto. Aprovecha directamente la bodega de repuestos y la flota de la empresa.	8/16	Medio-baja	Es técnicamente correcto en inventarios y almacenamiento, pero con virtualización baja.
59	La logística de distribución y la calidad de servicio en la empresa LEON ROSES	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El documento se apoya en Servqual, Alfa de Cronbach y herramientas de análisis de información, pero no se evidencia simulación ni plataforma operativa avanzada.	Diagnóstico del proceso de distribución, medición de calidad de servicio y propuesta de modelo de gestión logística de distribución.	Bajo. No se observa simulación ni modelado virtual.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0.	Alto. Tiene base metodológica clara, uso de Servqual y Alfa de Cronbach para validar calidad de servicio.	Medio-alto. El diagnóstico y la medición de calidad generan evidencia metodológica sólida.	Medio. Aprovecha el sistema real de distribución de la empresa florícola.	8/16	Medio-baja	Proyecto bien estructurado en distribución y servicio, pero con poca virtualización.

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
60	Gestión de transporte y calidad de servicio en la cooperativa de Transportes Expreso Tulcán, caso Tulcán	Proyecto de titulación	Medio. El proyecto incorpora ANOVA, SERVQUAL y NPS, lo que le da una base analítica avanzada respecto de otros diagnósticos.	Diagnóstico de gestión del transporte, medición de calidad de servicio y plan de mejora.	Bajo. No se evidencia simulación ni modelado virtual del transporte.	Medio-bajo. No hay 4.0 implementada, pero sí uso robusto de modelos analíticos de calidad y lealtad.	Alto. Tiene hipótesis, operacionalización, ANOVA, SERVQUAL y NPS, con una estructura metodológica fuerte.	Alto. Presenta amplia base de tablas por expectativas, fiabilidad, seguridad, tangibilidad, NPS y validación.	Alto. Aprovecha la flota, destinos, pasajeros y operación real de la cooperativa.	10/16	Media	Destaca por su fortaleza metodológica en medición de calidad, aunque sin un componente fuerte de virtualización operativa.
61	Procesos Logísticos y Sistema de Gestión de Calidad en la empresa UNIMARK S.A.	Proyecto de titulación	Medio. El proyecto se apoya en evaluación por ISO 9001:2015, tablas de cumplimiento, caracterización de procesos, flujogramas y análisis de capacidades de cuartos fríos, maquinaria y vehículos, pero no evidencia un sistema digital implementado.	Diagnóstico de procesos logísticos, evaluación del SGC con ISO 9001:2015, propuesta por capítulos de la norma, caracterización de procesos y perfiles de cargo.	Bajo. No se evidencia simulación computacional ni modelado virtual.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0; el enfoque tecnológico es de control de calidad y procesos.	Alto. Presenta variables, operacionalización, análisis estadístico y evaluación estructurada por capítulos de la norma ISO.	Alto. Tiene tablas por capítulos ISO, factores internos/externos, procesos estratégicos, misionales y de apoyo, más perfiles de cargo.	Alto. Aprovecha cuartos fríos, maquinaria, vehículos y procesos reales de la empresa.	10/16	Media	Proyecto fuerte en estandarización y control de calidad, pero con virtualización limitada porque no desarrolla simulación ni sistema digital operativo.
62	Sistema de información para la gestión	Proyecto de titulación	Alta. El marco y resultados incorporan Visual Studio,	Sistema de información, diagramas de proceso, módulos de	Medio. No hay simulación discreta, pero sí	Alto. Integra sistema de información, base de	Alto. Tiene marco teórico de MIS, ERP, software, SQL, metodología y trazado funcional de procesos.	Alto. La evidencia digital es robusta: diagramas,	Medio. Aprovecha la operación real de la	14/16	Alta	Es uno de los proyectos más virtualizados

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	del inventario de la Distribuidora Colombiana - Tulcán		SQL, Power BI, base de datos y dashboards; además se modelan módulos de inventario, ventas y reportes.	inventario y ventas, dashboards en Power BI, prototipo del sistema e interfaz funcional.	modelado funcional del sistema informático y de los procesos de inventario y ventas.	datos, dashboards y digitalización de la gestión del inventario.		módulos, prototipado, dashboards y actualización automática del inventario.	distribuidora, pero el valor central está en la capa digital.			del bloque por desarrollar un sistema funcional apoyado en base de datos y analítica visual.
63	Logística de producción en el proceso productivo de la empresa Montulac	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El extracto muestra un enfoque fuerte en logística de producción, stock de seguridad, plan maestro y herramientas de estudio, pero no confirma un sistema digital avanzado implementado.	Diagnóstico del proceso productivo, análisis de logística de producción y propuesta de mejora del proceso.	Bajo. No se observa simulación ni modelado virtual en el extracto disponible.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0.	Alto. Tiene soporte teórico en producción, planeación, demanda y herramientas de estudio, con estructura formal de investigación.	Medio. La trazabilidad parece apoyarse en diagnóstico del proceso, aunque sin fuerte capa digital visible en el extracto.	Alto. Aprovecha la planta y el proceso productivo real de Montulac.	8/16	Media-baja	Proyecto metodológicamente correcto y aplicado a producción, pero con virtualización baja en la evidencia disponible.
64	Planificación de Recursos Empresariales para la cadena de suministro de la planta de abono orgánico del GAD	Proyecto de titulación	Alta. El documento está explícitamente orientado a ERP, ERP Open Source, metodología ágiles, PostgreSQL, base de datos y levantamiento de requerimientos.	Diagnóstico de eslabones de la cadena, análisis de ERP, propuesta de planificación de recursos empresariales y modelado de requerimientos.	Medio. No hay simulación discreta explícita, pero sí modelado de sistema empresarial y levantamiento técnico para ERP.	Alto. El corazón del proyecto es la planificación de recursos empresariales para la cadena de suministro.	Alto. Tiene variables, métodos, técnicas e instrumentos claros, además de resultados por compras, inventario, producción, distribución y ventas.	Alto. La naturaleza del proyecto exige requerimientos, procesos, datos y resultados por eslabón de la cadena.	Alto. Aprovecha la planta de abono orgánico y sus procesos reales.	13/16	Alta	Proyecto altamente digitalizado por su orientación ERP y modelado de recursos empresariales aplicados a una cadena de suministro real.

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	Municipal Mira		os de software.									
65	Plan de mejora en los procesos logísticos de recepción y despacho de mercancías del Depósito Temporal Transbolivariana C.A.	Proyecto de titulación	Medio. El documento reconoce explícitamente los softwares que usa el depósito temporal y trabaja con semaforización de variables, proceso administrativo y SGC, aunque no se evidencia desarrollo propio de software.	Diagnóstico del depósito temporal, evaluación de recepción y despacho, y plan de mejora de procesos.	Bajo. No se observa simulación ni modelado virtual.	Medio-bajo. Hay soporte de software operativo del depósito, pero no puedo confirmar tecnologías 4.0 avanzadas.	Alto. Tiene variables, fuentes primarias y secundarias, evaluación formal de procesos y marco normativo aduanero/logístico sólido.	Alto. Presenta análisis detallado de situación actual, evaluación de procesos y plan de mejora.	Alto. Aprovecha plenamente la infraestructura del depósito temporal y su operación real.	10/16	Media	Proyecto fuerte en operación aduanera y mejora de procesos, con digitalización moderada pero sin simulación.
66	Modelo de compras y aprovisionamiento para la optimización de la gestión de inventarios de la empresa Comisariato de las Mascotas	Proyecto de titulación	Medio. El marco incluye SketchUp, Pareto, EOQ, conteo cíclico ABC y diagramas de proceso; hay una base digital para diseño del almacén, aunque no un sistema ERP implementado.	Modelo de compras y aprovisionamiento, análisis de inventario, diseño interior del almacén y propuesta de optimización de inventarios.	Medio-bajo. No hay simulación, pero sí modelado espacial y de procesos del almacén.	Medio-bajo. Se apoya en herramientas cuantitativas y de diseño, sin confirmar 4.0 avanzada.	Alto. Tiene enfoque mixto, varios tipos de investigación, variables y métodos bien definidos.	Medio-alto. La propuesta combina análisis ABC, EOQ, políticas de compra y diseño interior, con buena evidencia técnica.	Medio. Aprovecha el almacén y la bodega real del comisariato.	10/16	Media	Proyecto técnicamente consistente, con digitalización moderada por el uso de SketchUp y herramientas cuantitativas.
67	Propuesta de un Sistema de Gestión	Proyecto de titulación	Alta. El propio título y enfoque se centran en un SGD	Propuesta de sistema de gestión documental, rediseño de	Medio. No es simulación, pero sí modelado	Alto. El proyecto está directamente	Medio-alto. El extracto disponible es corto, pero la naturaleza del proyecto y su orientación al SGD	Alto. La esencia del proyecto es la trazabilidad	Medio. Aprovecha la operación documental	13/16	Alta	Es uno de los proyectos con mayor virtualización

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	Documental (SGD) Basado en Herramientas Informáticas en la DMT-Tulcán en el Periodo 2020-2021		basado en herramientas informáticas.	flujo documental y soporte informático para la DMT-Tulcán.	funcional y digitalización de procesos documentales.	enfocado en digitalización documental mediante herramientas informáticas.	muestran estructura técnica formal.	documental digital.	real de la DMT-Tulcán.			n del grupo porque transforma un proceso administrativo-documental en flujo digital.
68	Digitalización de guías de transporte y gestión de procesos logísticos de la empresa DFM Express	Proyecto de titulación	Alta. Usa explícitamente MySQL, Python, Qt Designer, nube, ecosistema digital, almacenamiento en la nube y digitalización de guías.	Diagnóstico de procesos, digitalización de guías, base de datos, desarrollo de software, medición de desempeño y propuesta de mejora logística.	Medio. No hay simulación discreta, pero sí modelado y desarrollo de software orientado a procesos logísticos.	Alta. El propio marco teórico conecta digitalización con IoT, nube y tecnología digital aplicada a operaciones.	Alto. La metodología incluye operacionalización específica de variables digitales y de desempeño del sistema.	Alta. Tiene indicadores de inexactitud de cobro, tiempos de respuesta, uso de nube, rendimiento del modelo y calidad del código.	Medio. Aprovecha la operación logística real de DFM Express para parametrizar el sistema.	15/16	Alta	Es uno de los proyectos más virtualizados del bloque por la digitalización operativa, base de datos, nube y desarrollo de software propio.
69	Procesos logísticos y gestión de calidad en la empresa Quesería La Delicia	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El proyecto se apoya en ISO 9001:2015, BPM, HACCP, listas de verificación, fichas de proceso y diagramas de flujo, más que en plataformas digitales.	Diagnóstico de logística de entrada, producción y distribución; FODA; Ishikawa; evaluación según ISO 9001:2015 y propuesta de mejora.	Bajo. No se observa simulación ni modelado virtual.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0; la mejora es de calidad y procesos.	Alto. Tiene enfoque mixto, instrumentos, listas de verificación, BPM, HACCP e ISO 9001.	Alto. La trazabilidad es fuerte: diagnóstico por procesos, porcentajes de cumplimiento, FODA e Ishikawa.	Alto. Aprovecha la planta, recursos tecnológicos, maquinaria y distribución de la quesería.	9/16	Media-baja	Proyecto muy sólido en calidad y diagnóstico de procesos, pero con digitalización baja.

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
70	Modelo de simulación y optimización del proceso de almacenamiento en la bodega Aduanor con base en redes de Petri y Simulación Digital	Proyecto de titulación	Alta. El propio proyecto se basa en redes de Petri, herramientas digitales y simulación de eventos discretos.	Modelo de simulación, evaluación de escenarios, optimización del almacenamiento, análisis de rendimiento y propuesta de mejora operativa.	Alta. La simulación digital es el eje del proyecto y se usa para determinar el escenario óptimo.	Media-alta. No se confirma IA, pero sí simulación digital avanzada, análisis de rendimiento y enfoque de automatización futura.	Alto. Tiene metodología cuantitativa y analítica con construcción formal del modelo.	Alta. Presenta indicadores de rendimiento, escenarios, estadísticas comparativas y conclusiones operativas.	Alta. Aprovecha la bodega real de Aduanor y sus procesos de almacenamiento.	15/16	Alta	Es uno de los proyectos con mayor nivel de virtualización de toda la serie por el uso explícito de redes de Petri y simulación digital.
71	Sistema de control de inventario y la gestión de bodegas en la empresa GyJ Representaciones	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El proyecto se apoya en sistemas de inventarios, pronósticos y reabastecimiento, pero no se observa en el extracto un sistema digital avanzado implementado.	Sistema de control de inventarios, gestión de bodegas y propuesta de mejora del proceso logístico del almacén.	Bajo. No se observa simulación ni modelado virtual.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0.	Alto. Tiene base teórica en bodega, pronósticos, reabastecimiento y control administrativo.	Medio. Hay sustento metodológico y operativo, aunque con menor evidencia digital visible.	Alto. Aprovecha directamente la bodega y los procesos reales de GyJ Representaciones.	8/16	Medio-baja	Proyecto útil para organizar inventarios y bodegas, pero con baja virtualización.
72	Sistema de inventario para el proceso logístico del almacén "Fortaleza"	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El título y marco se enfocan en sistema de inventario, almacenaje y proceso logístico, pero el extracto no confirma	Sistema de inventario, mejora del proceso logístico y análisis del almacenamiento del almacén Fortaleza.	Bajo. No se observa simulación ni modelado virtual.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0.	Alto. Tiene fundamentación teórica en inventarios, almacenamiento, teoría de restricciones y proceso logístico.	Medio. La trazabilidad parece centrada en el levantamiento operativo del almacén, sin evidencia	Medio. Aprovecha el almacén y su operación real.	8/16	Medio-baja	Proyecto metodológicamente correcto, pero con baja virtualización frente a otros que sí incorporan software o simulación.

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
			plataforma tecnológica específica.					digital destacada en el extracto.				
73	Procesos agregados de valor y la demanda en la empresa MEMOTEX	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El marco incorpora MRP I, MRP II, MPS y BOM, lo que da soporte técnico a la planificación, pero no se evidencia una plataforma digital implementada en la empresa.	Caracterización de procesos agregados de valor, análisis de demanda histórica y propuesta de mejora para producción/a bastecimiento.	Bajo. No se observa simulación ni modelado virtual aplicado.	Medio-bajo. Tiene orientación a planificación avanzada por MRP/MPS/BOM, pero no puedo confirmar un despliegue 4.0 o software implementado.	Alto. Presenta enfoque, variables, observación, entrevista y análisis estadístico estructurado.	Medio. La trazabilidad se apoya en demanda histórica y caracterización de procesos, aunque sin fuerte capa digital visible.	Medio. Aprovecha el proceso productivo real de MEMOTEX.	8/16	Medio-baja	Proyecto técnicamente correcto para producción y demanda, pero con virtualización limitada.
74	Gestión de pedidos y proceso de distribución para la empresa Carambamba del cantón Riobamba	Proyecto de titulación	Alto. El documento incluye base de datos para la gestión y distribución de pedidos, propuesta de aplicación y modelo VRP para resolver problemas de distribución.	Diagnóstico de gestión y distribución de pedidos, base de datos, aplicación para la gestión de pedidos y modelo de distribución con VRP.	Alto. Sí hay modelado de distribución y solución explícita mediante VRP.	Medio-alto. La combinación base de datos + aplicación + VRP le da una digitalización superior al promedio.	Alto. Tiene enfoque, variables, métodos, instrumentos y análisis por dimensiones de gestión y distribución.	Alto. Presenta diagnóstico, base de datos, aplicación y modelo de distribución, con evidencia metodológica fuerte.	Medio. Aprovecha la operación real de pedidos y reparto de la empresa.	14/16	Alta	Es uno de los proyectos más virtualizados del bloque por combinar desarrollo digital con optimización de rutas.
75	Control de inventarios y la competitividad de la empresa	Proyecto de titulación	Medio-bajo. Usa KPI, PERT y comparación de softwares, pero no se observa un	Diagnóstico del control de inventarios, evaluación del nivel de competitividad y propuesta de sistema de	Bajo. No se evidencia simulación ni modelado virtual.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0; el soporte tecnológico se limita	Alto. Tiene enfoque mixto, modelo de evaluación de competitividad, instrumentos y variables bien definidas.	Medio-alto. Presenta actividades, indicadores, resúmenes de aspectos de software y	Medio. Aprovecha el almacén, materia prima y producto terminado	8/16	Medio-baja	Proyecto sólido en control e indicadores, pero con baja virtualización operativa.

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	Cayambe Home		sistema digital ya implementado.	control de inventarios.		a KPI y comparación de software.		formularios de campo.	de la empresa.			
76	Gestión documental y proceso de despacho en la Empresa Encomiendas Ecuador	Proyecto de titulación	Alto. El documento diseña y compara un sistema de gestión documental, evalúa software y muestra mejoras en rendimiento documental y del despacho.	Diagnóstico de gestión documental, análisis del proceso de despacho, sistema de gestión documental y comparación inicial/final.	Medio. No hay simulación discreta, pero sí modelado funcional del ciclo documental y del proceso de despacho.	Alto. Hay digitalización documental, control del ciclo de vida del documento y evaluación del software.	Alto. Tiene hipótesis, análisis estadístico, tablas de contingencia, tiempos, valores latentes y comparación de desempeño.	Alto. La evidencia digital es fuerte: fiabilidad, integridad, conformidad, exhaustividad y rendimiento del sistema.	Medio. Aprovecha el proceso real de despacho y documentación de la empresa.	14/16	Alta	Proyecto claramente digitalizado y con impacto operativo real en despacho y documentación.
77	Estudio de tráfico vehicular en el sector sur de la ciudad de Tulcán para la ampliación de los espacios físicos tarifados	Proyecto de titulación	Bajo. El trabajo usa fichas, observación, encuestas y análisis de oferta-demanda de estacionamientos, pero no se evidencia una plataforma digital avanzada.	Conteo de tráfico, análisis de congestión, oferta-demanda de estacionamientos y propuesta para ampliación de espacios tarifados.	Bajo. No hay simulación ni modelado virtual.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0.	Alto. Tiene operacionalización clara de variables, métodos, instrumentos, aforo y análisis territorial.	Medio-alto. Presenta conteos, figuras de congestión, causas y tablas de oferta/demanda.	Alto. Aprovecha directamente la infraestructura vial y los espacios tarifados de Tulcán.	8/16	Medio-baja	Proyecto fuerte en diagnóstico vial, pero con baja virtualización tecnológica.
78	Tarifa del transporte urbano y la calidad del servicio de las operadoras de	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El proyecto se basa en cálculo tarifario, costos, demanda, oferta de kilómetros y modelo	Diagnóstico de costos, cálculo de tarifa, evaluación financiera y medición de calidad de servicio con SERVQUAL.	Bajo. No se observa simulación ni modelado virtual.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0.	Alto. Tiene metodología formal, muestra, hipótesis, cálculo tarifario y modelo SERVQUAL.	Alto. Presenta estructura financiera, demanda, costos operativos y medición de calidad.	Alto. Aprovecha la flota, rutas y operación urbana real de Tulcán.	9/16	Medio-baja	Proyecto muy fuerte en análisis técnico y de servicio, pero con limitada virtualización.

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	transporte intracantonal en la ciudad de Tulcán		SERVQUAL, sin evidencia de sistema digital avanzado.									
79	Logística inversa y procesos de producción en la microempresa Quesería la Delicia	Proyecto de titulación	Bajo. El estudio se concentra en logística inversa, producción, flujogramas y entrevistas, sin evidenciar una plataforma tecnológica específica.	Diagnóstico de producción, análisis de logística inversa y propuesta de mejora de procesos productivos.	Bajo. No se observa simulación ni modelado virtual.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0.	Alto. Tiene enfoque mixto, investigación de campo/descriptiva/documental y operacionalización de variables.	Medio. La evidencia es operativa y documental, más que digital.	Alto. Aprovecha línea de producción, operarios, instalaciones y productos reales de la quesería.	8/16	Mediobaja	El valor del proyecto está en la mejora productiva y la lógica de reutilización/proceso, no en la virtualización.
80	Distribución de productos y gestión logística en la empresa Gelatinas y Mermeladas San Luis	Proyecto de titulación	Medio. El proyecto enfatiza herramientas para diseño y optimización de rutas, aunque el extracto no confirma software específico implementado.	Diagnóstico de distribución actual, diseño de ruta óptima, comparación de rutas empíricas vs técnicas y comprobación con chi-cuadrado.	Medio-alto. Sí hay modelado y optimización de rutas, aunque sin evidencia de simulación discreta.	Medio-bajo. Tiene soporte técnico de teoría de rutas y optimización, pero no puedo confirmar una 4.0 avanzada.	Alto. Tiene enfoque mixto, hipótesis, análisis estadístico y prueba chi-cuadrado.	Medio-alto. Aporta mapas de procesos, rutas actuales y optimizadas, y comparación cuantitativa.	Alto. Aprovecha distribución, productos, proveedores y red logística reales de la empresa.	10/16	Media	Proyecto bien aplicado a distribución y rutas, con virtualización intermedia por el componente de optimización.
81	Mejora del sistema de almacenamiento para la optimización del proceso	Proyecto de titulación	Medio. Usa herramientas estadísticas y clasificación ABC; además tiene una fase explícita de simulación.	Diagnóstico de almacenamiento y picking, propuestas de mejora, clasificación ABC y simulación de escenarios.	Alta. El proyecto incluye una fase explícita de simulación para evaluar mejoras en el picking.	Medio. No puedo confirmar IA o IoT, pero la simulación y optimización operativa elevan su	Alto. Tiene ANOVA, linealidad, normalidad, homogeneidad y homocedasticidad.	Alto. Presenta costos, pedidos, clasificación ABC, etapas de picking y resultado de mejora en	Alto. Aprovecha directamente el almacén, bodegas y proceso de picking de la empresa.	13/16	Alta	Es uno de los proyectos más virtualizados del bloque por la incorporación de simulación

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	de picking en la empresa Autopartes y Autogrúas FCN					nivel tecnológico.		productividad.				sobre un proceso logístico real.
82	Factores logísticos en la gestión de recolección de desechos sólidos del GAD Municipal de Tulcán	Proyecto de titulación	Bajo. El proyecto se apoya en encuestas, tablas, recorridos y optimización de horarios/sectorización, sin evidencia de plataforma digital avanzada.	Diagnóstico de la recolección, identificación de factores logísticos y estrategias de mejora para horarios, sectorización y servicio.	Bajo. No se observa simulación ni modelado virtual.	Bajo. No puedo confirmar tecnologías 4.0.	Alto. Tiene hipótesis, operacionalización y análisis estadístico claro.	Medio-alto. Presenta zonas, recorridos, tablas por horario, frecuencia, contenedores y estrategias optimizadas.	Alto. Aprovecha infraestructura y operación real de recolección de residuos del GAD Tulcán.	8/16	Medio-baja	Proyecto valioso para gestión pública, aunque con digitalización baja.
83	La gestión de la cadena de suministro ESCOBAR RUIZ en el desempeño organizacional	Proyecto de titulación	Medio. Integra explícitamente Balanced Scorecard (BSC) y modelo SCOR, lo que le da una capa de modelado de gestión avanzada, aunque no un sistema digital operativo implementado.	Diagnóstico de cadena de suministro, cuadro de mando integral, diseño del modelo SCOR y oportunidades de mejora.	Medio. No hay simulación, pero sí modelado estratégico con SCOR y BSC.	Medio. SCOR y BSC elevan el nivel analítico y de gestión, aunque no se confirma digitalización 4.0.	Alto. El nivel metodológico es robusto: enfoque mixto, indicadores por eslabón, BSC y SCOR.	Alto. Presenta una batería amplia de indicadores de proveedores, inventarios, almacén, transporte, clientes y desempeño.	Alto. Aprovecha de forma directa la cadena de suministro real de la empresa.	11/16	Medio	Proyecto fuerte en diagnóstico estratégico y medición integral del desempeño, con virtualización media por el uso de SCOR/BSC.
84	Procesos agregados de valor y la demanda	Proyecto de titulación	Medio-bajo. El marco incorpora MRP I, MRP II, MPS y BOM,	Caracterización de procesos agregados de valor, análisis de demanda	Bajo. No se observa simulación ni modelado	Medio-bajo. Tiene orientación a planificación	Alto. Presenta enfoque, variables, observación, entrevista y análisis estadístico estructurado.	Medio. La trazabilidad se apoya en demanda histórica y	Medio. Aprovecha el proceso productivo	8/16	Medio-baja	Proyecto técnicamente correcto para producción

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	a en la empresa MEMOTEX		lo que da soporte técnico a la planificación, pero no se evidencia una plataforma digital implementada en la empresa.	histórica y propuesta de mejora para producción/a bastecimiento.	virtual aplicado.	ión avanzada por MRP/MPS/BOM, pero no puedo confirmar un despliegue 4.0 o software implementado.		caracterización de procesos, aunque sin fuerte capa digital visible.	real de MEMOTEX.			y demanda, pero con virtualización limitada.
85	Implementación de realidad virtual en el aula como método de aprendizaje que permitan simular ambientes prácticos de aprendizaje (APA) enfocado al eje profesional "Logística y Cadena de Suministro" en la carrera de Logística y	Proyecto de investigación con componentes de I+D+i y vinculación (I+V)	Alto. El perfil plantea desarrollo de aplicativos de RV, sitio web, app móvil para Android/iOS, diseño 3D, software CAD y desarrollo en motor gráfico UNREAL, además de uso de equipos de realidad virtual.	Muy robustos. Incluye aplicativos de RV, sitio web y app móvil, artículos de conferencia, artículo en revista de alto impacto, capítulo de libro, participación en evento científico internacional y registro de software en SENADI.	Alto. La simulación es eje del proyecto: se propone simular ambientes prácticos de aprendizaje, programar simulaciones en las aplicaciones RV y construir escenarios inmersivos para logística y cadena de suministro.	Alto. El documento ubica explícitamente la RV y RA como apertura hacia la Industria 4.0, incorpora simulación, smart factory, TIC, digitalización educativa y desarrollo de software ejecutable registrable.	Alto. Tiene objetivos, variables, operacionalización, componente estadístico, validación mediante análisis factorial confirmatorio, pruebas de diferencias, correlaciones y pronósticos. Además, el cronograma y presupuesto están claramente estructurados.	Alto. Define indicadores concretos: número de ambientes desarrollados, número de usuarios, apps, prácticas, notas con y sin APA, porcentaje de mejora, además de productos científicos y cronograma por fases.	Alto. El proyecto contempla explícitamente el montaje de un laboratorio para desarrollar y testear aplicaciones con estudiantes y profesores, además del uso de equipos de RV. También se justifica la necesidad de infraestructura inmersiva para capacitación y testeo.	16/16	Alta	Es un proyecto de investigación altamente tecnológico y de muy alta virtualización. Su fortaleza principal es que no solo usa tecnología, sino que la convierte en el objeto central de investigación, desarrollo, validación y transferencia. Además, articula desarrollo de software, simulación inmersiva, evaluación pedagógica,

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
	Transporte											productos científicos y registro de propiedad intelectual.
86	Desarrollo de un simulador para la formación en dirección de operaciones logísticas a través de realidad virtual y metaverso	Proyecto semillero – categoría investigación	Alto. El proyecto plantea explícitamente realidad virtual, metaverso, <i>hardware</i> de RV, computadora de alto rendimiento, dispositivos de seguimiento de movimiento y <i>software</i> personalizado para simulación.	Fuertes, pero más acotados. Incluye diseño y desarrollo de un simulador inmersivo, módulos de formación, sistema de retroalimentación y seguimiento, prototipo demostrativo, pruebas con usuarios y posible difusión/lanzamiento. No detalla productos científicos obligatorios como en el proyecto de investigación formal.	Alto. El proyecto se centra en el diseño y desarrollo de un entorno de simulación en realidad virtual y metaverso para escenarios de operaciones logísticas. La simulación inmersiva es el núcleo del semillero.	Alto. Se vincula directamente con Industria 4.0, realidad virtual, metaverso y simuladores inmersivos. También incorpora sistema de retroalimentación y seguimiento del desempeño.	Medio-alto. Tiene una estructura metodológica clara por fases: identificación de requerimientos, diseño y desarrollo, pruebas y validación, implementación y lanzamiento. Sin embargo, la formulación es más breve y menos robusta que la del proyecto de investigación formal.	Medio-alto. Presenta cronograma, miembros del semillero, marco teórico, justificación, materiales de <i>hardware/software</i> , estudio de mercado y análisis costo-beneficio. Aun así, la trazabilidad esperada es más de prototipo y validación que de sistema plenamente desplegado.	Alto. Declara uso del Laboratorio de realidad virtual y simulación de la carrera de Logística y Transporte de la UPEC como parte de los materiales del prototipo, lo que le da un soporte infraestructural claro.	14/16	Alta	Es un proyecto semillero con alto componente tecnológico y alta virtualización. Su principal diferencia respecto al proyecto de investigación formal es que está más orientado al desarrollo de un prototipo demostrativo y a validación inicial, con menor densidad metodológica y menor formalización en productos científicos obligatorios. Aun así, es una evidencia fuerte de innovación

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
												tecnológica temprana dentro del ecosistema formativo-investigativo.
87	Desarrollo de habilidades prácticas en el sector del transporte de carga pesada Fase II	Proyecto de vinculación con la sociedad, orientado a diagnóstico, capacitación y transferencia de herramientas al sector transportista	Medio-alto. El proyecto sí incorpora herramientas digitales reales: matriz de costos logísticos en Excel, base de datos, página web interactiva para cálculo de costos por kilómetro y uso de Canva y video explicativo como soporte didáctico. Además, el informe final confirma que la herramienta web quedó operativa para el cálculo de costos y rentabilidad.	Fuertes y aplicados. Los entregables incluyen: diagnóstico de gestión organizacional de las empresas afiliadas, instructivo para consignación de información, matriz de costos logísticos, base de datos, página web para cálculo de costos por km, material didáctico, jornadas de capacitación, informe de avance, informe final y acta de cierre/finiquito.	Medio. No hay simulación inmersiva ni modelado virtual tipo FlexSim/VR, pero sí existe un modelado funcional y cuantitativo del costo logístico por kilómetro, escenarios comparativos entre unidades nuevas y semiusadas, y una plataforma web que opera online el cálculo. Eso es modelado aplicado, aunque no simulación avanzada.	Medio. El proyecto no evidencia IA, IoT o automatización industrial; sin embargo, sí hay una transición tecnológica concreta mediante digitalización del análisis de costos, uso de base de datos, herramienta web, procesamiento en Excel y fortalecimiento del uso de tecnología en el sector transporte. El propio proyecto reconoce la incorporación de "tecnología	Alto. El proyecto tiene objetivos, resultados, actividades, indicadores verificables, medios de verificación, cronograma, presupuesto, matriz de marco lógico, línea base, identificación de beneficiarios, informe de avance e informe final. Además, la ejecución reporta 100% de cumplimiento en el informe final.	Alto. Presenta un nivel fuerte de trazabilidad: encuestas, entrevistas, validación de datos, 139 encuestas y 5 entrevistas en el avance, construcción de base de datos, archivo Excel, página web operativa, material didáctico, cronograma cumplido, presupuesto ejecutado y documentación formal de cierre.	Medio. Aprovecha infraestructura real del sector transportista: 34 empresas de la ATPC, talleres, casas comerciales, transportistas, rutas, vehículos y operación territorial real. Sin embargo, no se documenta uso de laboratorio especializado universitario como componente central; el soporte principal es el entorno real del sector y las herramientas digitales desarrolladas.	12/16	Media	Es un proyecto de vinculación con digitalización aplicada, no un proyecto tecnológico pleno en sentido de simulación avanzada o industria 4.0 dura. Su fortaleza está en que pasa de un problema operativo tradicional del transporte pesado a una solución funcional basada en datos, con matriz en Excel, base de datos, material didáctico y una web para cálculo de costos

N.º	Proyecto	Tipo de proyecto	Uso de plataformas digitales	Tipo de entregables	Uso de simulación o modelado virtual	Uso de tecnologías 4.0	Nivel de estandarización metodológica	Trazabilidad y evidencias digitales	Aprovechamiento de laboratorios e infraestructura	Puntaje total	Nivel final de virtualización	Observaciones
						a" y de una página web como efecto positivo no contemplado inicialmente.						logísticos por kilómetro. También es relevante que genera impacto directo sobre 34 empresas y 238 beneficiarios capacitados, lo que le da un valor alto como evidencia de transferencia tecnológica y vinculación aplicada.

Anexo 5. Plataforma Laboratórios

<https://labs.upec.edu.ec/laboratorio/xr-lab/>

Anexo 6. Plan de desarrollo de proyectos académicos con base tecnológica

Establecer una secuencia de fases para formular, desarrollar, evaluar y mejorar proyectos académicos, promoviendo la incorporación progresiva de tecnologías 4.0 en función del problema, el contexto y los recursos disponibles. El plan se estructura en cuatro fases que se puede observar a continuación:

Fase 1. Diagnóstico de la idea del proyecto

En esta fase se utiliza una ficha de diagnóstico que permite al docente y estudiante revisar el tipo de proyecto, el problema que se desea abordar, el contexto donde ocurre, el proceso crítico involucrado, el nivel de digitalización existente y las posibilidades reales de incorporar tecnologías 4.0. En la Tabla 66 se presentan los criterios clave para el diagnóstico.

Tabla 66. Criterios del diagnóstico

Criterios	Qué se revisa
Identificación institucional	Carrera, periodo académico, título tentativo del proyecto
Clasificación del proyecto	Tipo de proyecto, proyección principal y tipo de problema
Contexto del problema	Sector, sistema, situación actual e impacto
Análisis del proceso crítico	Proceso principal, actores y limitaciones
Definición inicial del estudio	Objetivo general, alcance, hipótesis si aplica
Diagnóstico tecnológico	Nivel de digitalización, madurez tecnológica, recursos y limitaciones
Actores	El docente a cargo de la asignatura
Validación	

Recurso principal

En el siguiente enlace puede encontrar el formato del diagnóstico está disponible para descargar: [Formato de diagnóstico.docx](#)

Fase 2. Formulación del proyecto

Una vez analizada la idea del proyecto en la fase de diagnóstico, se procede a su redacción en el formato institucional estandarizado. Esta fase permite transformar la idea inicial en una propuesta formal, coherente y comprensible. En la tabla 67 se puede encontrar los aspectos que se espera del desarrollo del proyecto.

Tabla 67. Aspectos que debe asegurar esta fase

Aspectos	Verificación esperada
Título del proyecto	El problema está bien redactado, es claro, específico y está alineado con la categoría tecnológica 4.0
Resumen	El objetivo responde al problema y sintetiza metodología, alcance y resultados esperados
Introducción	Indica cómo se realizará el proyecto, contextualiza el tema y presenta la estructura del documento
Planteamiento del problema	Se identifica claramente la problemática y la tecnología 4.0 a utilizar
Justificación	El proyecto es viable técnica, económica y académicamente dentro del periodo establecido
Objetivos (general y específicos)	Existe coherencia entre problema, objetivo general y objetivos específicos; son medibles y alcanzables

Aspectos	Verificación esperada
Alcance del proyecto	Se delimitan claramente los límites del estudio (espacio, tiempo, población y tecnología aplicada)
Impacto social y beneficiarios	Se identifican los beneficiarios directos e indirectos y el aporte del proyecto a la sociedad o sector
Marco referencial teórico	Se fundamenta en fuentes académicas (artículos, tesis) y define conceptos clave de Logística 4.0
Metodología	Describe fases, métodos, herramientas (ej. simulación, VR, IA) y procedimientos a utilizar
Resultados	Se especifican los productos esperados (modelo, simulación, plataforma, indicadores, etc.)
Discusión	Se establece cómo se interpretarán y compararán los resultados con la teoría o estudios previos
Conclusiones	Responden directamente a los objetivos y evidencian el cumplimiento del proyecto
Referencias bibliográficas	Cumplen normas (APA u otra), son actuales y relevantes al tema
Anexos	Incluyen instrumentos, diagramas, tablas, capturas o información complementaria relevante

Recurso principal

En el siguiente enlace puede encontrar el formato del proyecto académico disponible para descargar: [Estructura del proyecto académico.pdf](#)

Fase 3. Desarrollo, presentación y resultados

En esta fase se realiza la implementación del proyecto según lo planificado. Aquí se materializan las actividades mediante el desarrollo técnico, la ejecución de pruebas, la construcción de prototipos, la simulación de procesos, el diseño de soluciones o el análisis aplicado, de acuerdo con la naturaleza del proyecto.

Además, esta fase no solo se centra en la obtención de un resultado final, sino también en la generación, validación y comunicación de dichos resultados. En este sentido, los productos obtenidos (como modelos, simulaciones, plataformas o propuestas técnicas) deben ser evaluados y validados a través de mecanismos formales, tales como exposiciones internas (ante docentes o tutores) o externas (ante jurados, instituciones o usuarios potenciales).

Este proceso de presentación permite contrastar lo desarrollado con lo formulado en la fase anterior, asegurando coherencia metodológica y cumplimiento de objetivos. Asimismo, la validación contribuye a identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora, consolidando el valor académico, técnico y aplicado del proyecto. Los componentes para verificar se encuentran en la tabla 68.

Tabla 68. Puntos clave de la fase.

Componente	Descripción	Verificación / posible limitación
Ejecución del proyecto	Desarrollo de las actividades planificadas	Verificar si se cumplió el objetivo propuesto
Implementación técnica	Uso de herramientas, <i>software</i> , equipos o tecnologías	Verificar si se aplicaron tecnologías 4.0 de forma real
Generación de evidencias	Prototipos, simulaciones, resultados o registros	informes, diseños, Verificar si el resultado tiene valor académico y técnico
Presentación de resultados	Socialización del proyecto ante docentes o jurados	Verificar si lo ejecutado coincide con lo formulado
Análisis del enfoque logrado	Valoración del nivel de innovación y uso tecnológico alcanzado	Identificar limitaciones tecnológicas, académicas, operativas, económicas u organizacionales

Fase 4. Evaluación y mejora continua

Esta fase permite revisar lo ocurrido durante el desarrollo del proyecto y valorar sus resultados no solo desde el cumplimiento académico, sino también desde su aporte tecnológico, su aplicabilidad y su potencial de mejora. No se trata únicamente de calificar el proyecto, sino de aprender del proceso, identificar aciertos y errores, y usar esa información para que los próximos proyectos sean más sólidos, innovadores y pertinentes.

Se analiza si efectivamente el proyecto dejó de ser una propuesta tradicional y logró incorporar tecnologías habilitadoras, herramientas de gestión digital o enfoque organizacional y paradigma. Si esto no ocurrió, se debe identificar con claridad qué factores lo impidieron.

La fase de evaluación y mejora continua se centra en los componentes de cumplimiento, integración tecnológica, calidad de resultados, limitaciones detectadas y acciones de mejora, tal como se presenta en la tabla 69.

Tabla 69. Fase de evaluación y mejora continua

Componente	Evaluación	Verificación	Mejora propuesta
Cumplimiento	Logro de objetivos	de Cumplimiento del propósito del proyecto	Ajustes en formulación y metodología
Tecnología	Integración de tecnologías 4.0	Pertinencia del uso tecnológico	Mayor incorporación tecnológica
Resultado	Calidad, utilidad y coherencia	Funcionamiento y valor académico/técnico	Fortalecer evidencias y presentación
Limitaciones	Dificultades del proceso	Identificación de barreras encontradas	Mejorar planificación y acompañamiento
Mejora continua	Proyección futura del proyecto	Definición de aspectos a fortalecer	Acciones a nivel de proyecto, docente, estudiante e institución

Horizonte de tiempo

Los proyectos académicos se realizan dentro de las asignaturas durante el periodo académico, cada profesor tiene libertad de cátedra de poder proponer proyectos dentro de las temáticas de las asignaturas.

Semestre académico 4 meses a 16 semanas

- Planificación y realización del diagnóstico se debe realizar en la semana 1 o 2.
- Redacción del proyecto académico entre la semana 3 a la 13
- Presentación del proyecto interno o externo mediante exposiciones o ferias 13 y 14
- Evaluación y mejora continua entre la semana 15 y 16

Alcance de los proyectos

1. Proyectos académicos de corto alcance → su desarrollo es breve y pueden realizarse en un periodo de tiempo de días o semanas
2. Proyectos académicos de alcance medio → su desarrollo presenta un nivel de resultados medios con prototipos básicos por lo que puede desarrollarse en semanas o meses.
3. Proyectos académicos de alto alcance → Proyectos de alto alcance, presentan validación de prototipos físicos o digitales y estudio de campo, pueden demorar un semestre académico completo.

Puesta en práctica en asignaturas con indicadores

Cada profesor acorde a las asignaturas que imparte durante el semestre académico debe demostrar por lo menos un proyecto académico por asignatura, por ejemplo, si un profesor tiene 4 asignaturas debe asegurar 4 proyectos durante el semestre.

Indicador= $\frac{\text{Número de proyectos con base tecnológica}}{\text{Total de proyectos}} * 100\%$

Propuesta de implementación

Para el periodo 2026A la planta docente de la carrera es de 13 profesores se estima que con la implementación del plan se obtengan alrededor de 30 proyectos académicos. Su implementación iniciaría a partir de la semana 8

Para el periodo 2025 B se inicia ya con un plan consolidado apuntando a proyectos de alto impacto

Anexo 7. Plan para el desarrollo de proyectos de titulación con enfoque tecnológico
El plan para el desarrollo de proyectos de titulación con enfoque tecnológico establece una secuencia de cuatro fases orientadas a formular, desarrollar, evaluar y mejorar trabajos de titulación con sustento técnico, metodológico y tecnológico, en articulación con el contexto de la carrera y el uso de los laboratorios institucionales.

Fase 1. Diagnóstico de la idea del proyecto

La primera fase tiene como propósito definir con precisión el tema de titulación, el problema de estudio, el contexto de aplicación y la viabilidad de desarrollar una propuesta con valor académico, técnico y tecnológico. En esta etapa se pasa de una idea general a un problema de titulación claramente delimitado, identificando qué se va a estudiar, por qué es relevante, en qué contexto se desarrollará, qué necesidad o brecha existe y si el trabajo puede apoyarse en laboratorios o entornos experimentales de la universidad. Para ello, se revisan criterios relacionados con la identificación institucional, la naturaleza del proyecto, el contexto del problema, el proceso crítico, la definición inicial del estudio y el diagnóstico tecnológico, tal como se identifica en la tabla 70.

Tabla 70. Elementos que orientan esta fase diagnóstica

Criterio	Qué se revisa
Identificación institucional	Carrera, periodo académico y título tentativo del proyecto
Clasificación del proyecto	Tipo de proyecto, proyección principal y tipo de problema
Contexto del problema	Sector, sistema, situación actual e impacto
Análisis del proceso crítico	Proceso principal, actores involucrados y limitaciones
Definición inicial del estudio	Objetivo general, alcance e hipótesis si aplica
Diagnóstico tecnológico	Nivel de digitalización, madurez tecnológica, recursos y limitaciones

Como orientación para esta fase, se debe verificar si el problema está claramente identificado, si el tema corresponde al perfil de la carrera, si existe acceso al contexto o a los datos requeridos, si el proyecto permite incorporar tecnologías 4.0 y si su ejecución es viable dentro del tiempo previsto para la titulación.

Recurso principal

En el siguiente enlace puede encontrar el formato del diagnóstico disponible para descargar: [Formato de diagnóstico.docx](#)

Fase 2. Formulación en formato estándar

La segunda fase consiste en formular el proyecto de titulación en el formato estandarizado de la carrera. En esta etapa, la idea inicial se convierte en un documento formal que organiza el problema, los objetivos, la metodología, los resultados esperados y la propuesta técnica o aplicada. Su elaboración, con

acompañamiento del tutor, debe asegurar coherencia interna, rigor académico, viabilidad metodológica, aplicabilidad e integración tecnológica pertinente, tal como se indica en la tabla 71.

Tabla 71. Aspectos que debe asegurar la fase de formulación

Aspecto	Criterio de control
Título del proyecto	Problema, objetivos y metodología están alineados
Resumen	Sintetiza problema, objetivos, metodología y resultados esperados de forma clara
Abstract	Traducción fiel del resumen en inglés, con coherencia técnica y terminológica
Introducción	Presenta el contexto, importancia del tema y estructura del documento
Planteamiento del problema	Define claramente la problemática y el uso de tecnología es pertinente y justificado
Justificación	Evidencia relevancia académica, tecnológica y viabilidad del proyecto
Objetivos (general y específicos)	Son claros, medibles, alcanzables y coherentes con el problema
Alcance y delimitación	Define límites del estudio (tiempo, espacio, población, tecnología)
Marco referencial / teórico	Sustenta el proyecto con bases teóricas y fuentes académicas actualizadas
Marco metodológico	Describe métodos, fases, técnicas y herramientas a utilizar
Desarrollo / Propuesta	Presenta de forma estructurada la solución, modelo, sistema o prototipo planteado
Validación y resultados	Define cómo se evaluará la propuesta y los resultados esperados
Discusión	Establece cómo se interpretarán los resultados frente a la teoría
Conclusiones	Responden directamente a los objetivos planteados
Recomendaciones	Proponen mejoras, aplicaciones futuras o líneas de investigación
Aporte científico / técnico	Evidencia la contribución del proyecto al conocimiento o a la práctica profesional
Referencias bibliográficas	Cumplen normas académicas (APA u otra) y son pertinentes y actualizadas
Anexos	Incluyen información complementaria relevante (instrumentos, diagramas, evidencias)

Recurso principal

En el siguiente enlace puede encontrar el formato del proyecto académico disponible para descargar: [Estructura del proyecto de titulación.pdf](#)

Fase 3. Desarrollo, presentación y resultados

En esta fase se realiza la implementación del proyecto según lo planificado. Aquí se materializan las actividades mediante el desarrollo técnico, la ejecución de pruebas, la construcción de prototipos, la simulación de procesos, el diseño de soluciones o el análisis aplicado, de acuerdo con la naturaleza del proyecto.

Además, esta fase no solo se centra en la obtención de un resultado final, sino también en la generación, validación y comunicación de dichos resultados. En este sentido, los productos obtenidos (como modelos, simulaciones, plataformas o propuestas técnicas) deben ser evaluados y validados a través de mecanismos

formales, tales como exposiciones internas (ante docentes o tutores) o externas (ante jurados, instituciones o usuarios potenciales).

Este proceso de presentación permite contrastar lo desarrollado con lo formulado en la fase anterior, asegurando coherencia metodológica y cumplimiento de objetivos. Asimismo, la validación contribuye a identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora, consolidando el valor académico, técnico y aplicado del proyecto. Los componentes para verificar se indica en la tabla 72.

Tabla 72. Elementos de la fase de desarrollo, presentación y resultados

Componente	Descripción	Verificación o posible limitación
Ejecución metodológica	Desarrollo del estudio o solución según el plan establecido	Verificar si se cumplió el objetivo del proyecto
Desarrollo técnico	Modelado, simulación, prototipado, análisis o implementación	Verificar si se aplicaron tecnologías 4.0 de forma real
Recolección y procesamiento de datos	Levantamiento, organización y análisis de información	Verificar si el resultado tiene valor académico y técnico
Validación	Pruebas, comparación, evaluación o verificación del resultado	Verificar si lo ejecutado coincide con lo formulado
Generación de evidencias	Tablas, figuras, prototipos, reportes, simulaciones o registros	Identificar limitaciones tecnológicas, académicas, operativas, económicas u organizacionales

Fase 4. Evaluación y mejora continua

La cuarta fase corresponde a la evaluación y mejora continua del proyecto de titulación. Su finalidad es valorar el cumplimiento de los objetivos, la calidad de los resultados, la pertinencia de la metodología y el aporte técnico-académico del trabajo. En esta etapa se revisa la consistencia del proyecto, se identifican limitaciones y observaciones del tutor o jurado, y se establecen acciones de mejora orientadas al documento, al desarrollo técnico, al enfoque metodológico y a la proyección futura del estudio como muestra la tabla 73.

Tabla 73. Elementos de la fase de evaluación y mejora continua

Dimensión / nivel	Qué se evalúa o fortalece	Acción de mejora
Académica	Claridad, coherencia, redacción y sustento del trabajo	Ajustes en redacción, estructura, análisis y conclusiones
Metodológica	Pertinencia del enfoque y rigor del desarrollo	Reforzar procedimientos y explicación del método
Técnica	Calidad de la solución, modelo, análisis o prototipo	Mejorar pruebas, evidencias o validación
Tecnológica	Nivel de integración y aporte de la tecnología utilizada	Fortalecer la incorporación y justificación tecnológica
Aplicada / proyección futura	Utilidad, relevancia o potencial de implementación	Promover escalamiento, continuidad o nuevas aplicaciones

Horizonte de tiempo del proyecto de titulación

Los proyectos de titulación corresponden a iniciativas de alto alcance, cuyo desarrollo implica la validación de prototipos físicos o digitales, la aplicación de tecnologías 4.0 y, en muchos casos, la realización de estudios de campo. Debido a su complejidad, estos proyectos se desarrollan a lo largo de tres semestres académicos consecutivos, considerando que cada semestre tiene una duración aproximada de 4 meses (16 semanas).

El proceso inicia con la convocatoria y planteamiento de propuestas en el séptimo semestre, donde los estudiantes definen la idea inicial del proyecto en función de su área de formación. Durante las primeras semanas de este semestre (semana 1 o 2), se lleva a cabo la fase de diagnóstico, permitiendo identificar el problema, el contexto y la viabilidad del proyecto.

A partir de este punto, el desarrollo del proyecto se organiza de manera progresiva en los tres semestres:

- Séptimo semestre (inicio y formulación): Comprende la definición del problema, diagnóstico, planteamiento de la propuesta y redacción del proyecto. Esta fase permite estructurar técnicamente la investigación y establecer los objetivos, alcance y metodología.
- Octavo semestre (desarrollo e implementación): Se enfoca en la ejecución del proyecto, incluyendo el desarrollo técnico, construcción de prototipos, simulaciones, pruebas y aplicación de tecnologías 4.0. En esta etapa se generan los principales resultados del proyecto.
- Noveno semestre (validación, presentación y mejora): Se realiza la validación de resultados mediante exposiciones internas o externas, así como la evaluación del cumplimiento de objetivos. Además, se desarrolla el análisis crítico del proyecto, identificando limitaciones y proponiendo mejoras.

Este horizonte de tiempo permite garantizar un proceso estructurado, donde el proyecto evoluciona desde una idea inicial hasta una solución validada, asegurando coherencia entre diagnóstico, formulación, desarrollo y evaluación final.

Anexo 8. Plan de desarrollo de proyectos de semillero con base tecnológica

Establecer una secuencia de fases para formular, desarrollar, evaluar y mejorar proyectos de semillero, fortaleciendo competencias investigativas, pensamiento crítico y uso de tecnologías digitales aplicadas. Este plan se desarrolló en 4 fases que se puede observar a continuación

Fase 1. Diagnóstico de la idea del proyecto

La primera fase consiste en definir una idea inicial de investigación o innovación, identificando el tema, el problema, el contexto y su potencial formativo y tecnológico. En esta etapa se busca que la propuesta sea clara, viable con posibilidad de incorporar herramientas digitales o tecnologías 4.0. para esto se puede observar los elementos de la fase de diagnóstico en la tabla 74.

Tabla 74. Elementos de la fase diagnóstica del proyecto de semillero

Componente	Descripción	Verificación orientadora
Tema del semillero	Área o línea de interés	Verificar si el tema es relevante para la carrera
Problema inicial	Situación por explorar	Verificar si permite aprendizaje y exploración
Contexto	Entorno donde se ubica el problema	Verificar su pertinencia y posibilidad de análisis
Motivación	Interés académico o investigativo	Verificar si justifica el desarrollo del proyecto
Enfoque	Carácter exploratorio, descriptivo o experimental	Verificar si es viable para estudiantes en formación
Potencial tecnológico	Posible uso de herramientas digitales o tecnologías 4.0	Verificar si puede apoyarse en herramientas tecnológicas

Recurso principal

En el siguiente enlace puede encontrar el formato del diagnóstico está disponible para descargar: [Formato de diagnóstico.docx](#)

Fase 2. Formulación en formato estándar

La segunda fase consiste en estructurar el proyecto en el formato institucional, organizando la idea en un documento claro, coherente y comprensible. En esta etapa se debe asegurar claridad en la propuesta, coherencia entre problema y objetivos, viabilidad de ejecución, enfoque formativo y uso pertinente de al menos una herramienta digital. Los aspectos que debe asegurar esta fase se pueden observar en la tabla 75.

Tabla 75. Aspectos que debe asegurar esta fase

Aspecto	Criterio
Título del proyecto	El proyecto se entiende fácilmente, es claro y específico
Resumen del proyecto	Problema y objetivos están alineados y se sintetiza la propuesta
Planteamiento del problema	La problemática está claramente definida y se puede desarrollar en el periodo académico
Justificación	Evidencia utilidad del proyecto y su aporte al aprendizaje
Objetivos	Son claros, coherentes con el problema y alcanzables
Marco referencial	Sustenta el proyecto con conceptos básicos y fuentes pertinentes
Metodología	Describe de forma clara cómo se desarrollará el proyecto
Propuesta o desarrollo de la solución	Integra al menos una herramienta digital o tecnología pertinente
Resultados y discusión	Presenta resultados esperados y su posible análisis
Factibilidad, sostenibilidad e impacto	El proyecto es viable, aplicable y genera un impacto formativo o práctico
Conclusiones	Responden a los objetivos planteados
Referencias bibliográficas	Son pertinentes y cumplen normas básicas académicas
Anexos (si aplica)	Incluyen información complementaria relevante

Recurso principal

En el siguiente enlace puede encontrar el formato del proyecto académico disponible para descargar: [Estructura del proyecto de un semillero.pdf](#)

Fase 3. Desarrollo, presentación y resultados

En esta fase se realiza la implementación del proyecto según lo planificado. Aquí se materializan las actividades mediante el desarrollo técnico, la ejecución de pruebas, la construcción de prototipos, la simulación de procesos, el diseño de soluciones o el análisis aplicado, de acuerdo con la naturaleza del proyecto.

Además, esta fase no solo se centra en la obtención de un resultado final, sino también en la generación, validación y comunicación de dichos resultados. En este sentido, los productos obtenidos (como modelos, simulaciones, plataformas o propuestas técnicas) deben ser evaluados y validados a través de mecanismos formales, tales como exposiciones internas (ante docentes o tutores) o externas (ante jurados, instituciones o usuarios potenciales).

Este proceso de presentación permite contrastar lo desarrollado con lo formulado en la fase anterior, asegurando coherencia metodológica y cumplimiento de objetivos. Asimismo, la validación contribuye a identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora, consolidando el valor académico, técnico y aplicado del proyecto. Los componentes para verificar se pueden observar en la tabla 76.

Tabla 76. Elementos de la fase de desarrollo del proyecto de semillero

Componente	Qué se realiza	Verificación
Ejecución del proyecto	Desarrollo de actividades planificadas	Verificar el avance del proyecto
Exploración del problema	Análisis, pruebas o experimentos	Verificar si se generaron resultados o pruebas
Uso de herramientas	Aplicación de <i>software</i> , simuladores o tecnologías	Verificar si se utilizó alguna herramienta digital
Generación de evidencias	Resultados parciales, registros o prototipos	Verificar la existencia de evidencias del proceso
Socialización	Presentación de avances	Verificar si el proceso favoreció el aprendizaje

Fase 4. Evaluación y mejora continua

La cuarta fase corresponde a la evaluación del proceso y de los resultados obtenidos, con el fin de identificar logros, dificultades y oportunidades de mejora. En esta etapa se valora el aprendizaje alcanzado como muestra la tabla 77, la integración tecnológica, la calidad de los avances y la posibilidad de fortalecer o dar continuidad al proyecto.

Tabla 77. Elementos de la fase de evaluación y mejora continua del proyecto de semillero

Dimensión	Qué se evalúa	Verificación orientadora	Acción de mejora
Formativa	Nivel de aprendizaje logrado	Verificar si el proyecto cumplió su propósito	Ajustar enfoque o metodología del proyecto
Académica	Claridad del proyecto y avances	Verificar qué funcionó bien y qué debe mejorarse	Mejorar acompañamiento docente
Técnica	Uso de herramientas o metodologías	Verificar dificultades en el desarrollo	Fortalecer habilidades técnicas de los estudiantes
Tecnológica	Nivel de integración de tecnologías	Verificar si la tecnología se incorporó de manera pertinente	Reforzar la integración tecnológica
Participativa	Trabajo en equipo y compromiso	Verificar el grado de participación y compromiso del grupo	Dar continuidad o escalar el proyecto

Horizonte de tiempo del proyecto semillero

Los proyectos tipo semillero corresponden a iniciativas de alto alcance, orientadas al desarrollo de soluciones con validación técnica, tecnológica y, en algunos casos, aplicación en campo. Estos tienen una duración extendida de aproximadamente un año, lo que permite una mayor profundidad en el análisis, desarrollo e impacto.

El proceso inicia con una fase previa de diagnóstico, la cual se realiza antes de la presentación formal de propuestas. Esta etapa permite identificar problemáticas reales, oportunidades de aplicación de tecnologías 4.0 y la viabilidad del proyecto, asegurando que las propuestas presentadas tengan sustento técnico y pertinencia académica.

Las convocatorias para este tipo de proyectos se realizan generalmente en el mes de **enero**, donde se reciben y evalúan las propuestas formuladas. A partir de ello, se da inicio al desarrollo del proyecto, el cual se estructura en las siguientes etapas:

- **Diagnóstico previo (noviembre – diciembre):** Identificación del problema, análisis del contexto y definición preliminar del enfoque tecnológico.
- **Convocatoria y formulación (enero – febrero):** Presentación de propuestas, ajuste metodológico y aprobación del proyecto.
- **Desarrollo e implementación (marzo – septiembre):** Ejecución de actividades, desarrollo técnico, construcción de prototipos, simulaciones o soluciones planteadas.
- **Validación y presentación de resultados (octubre – noviembre):** Evaluación de resultados mediante exposiciones, demostraciones, validaciones técnicas o aplicación en entornos reales.
- **Evaluación y mejora continua (diciembre):** Análisis de resultados obtenidos, identificación de limitaciones y generación de recomendaciones para futuras investigaciones o escalamiento del proyecto.

Anexo 9. Plan de desarrollo de proyectos de investigación con base tecnológica

El plan de desarrollo de proyectos de investigación se estructura en cuatro fases orientadas a delimitar el problema, formular la propuesta, ejecutar el estudio y evaluar sus resultados, con énfasis en el rigor metodológico, la producción de evidencia y la pertinencia académica e institucional.

Fase 1. Diagnóstico de la idea del proyecto

La primera fase tiene como finalidad delimitar el problema de investigación, justificar su relevancia, definir el contexto de estudio y valorar la viabilidad del proyecto, incluyendo la posibilidad de incorporar tecnologías 4.0 y recursos institucionales de apoyo. Para ello, se utiliza una ficha de diagnóstico que orienta la identificación de los elementos esenciales del estudio, tal como se resume en la tabla 78.

Tabla 78. Elementos de la fase de diagnóstico

Componente	Qué se revisa	Verificación orientadora
Identificación institucional	Carrera, periodo académico y título tentativo	Verificar si el problema está claramente delimitado
Clasificación del proyecto	Tipo de proyecto, proyección principal y tipo de problema	Verificar si existe una necesidad real de investigación
Contexto del problema	Sector, sistema, situación actual e impacto	Verificar si hay acceso a datos, contexto o evidencias
Análisis del proceso crítico	Proceso principal, actores y limitaciones	Verificar la pertinencia del objeto de estudio
Definición inicial del estudio	Objetivo general, alcance e hipótesis si aplica	Verificar si el proyecto puede generar conocimiento útil
Diagnóstico tecnológico	Nivel de digitalización, madurez tecnológica, recursos y limitaciones	Verificar si es posible integrar tecnologías 4.0

Recurso principal

En el siguiente link puede encontrar el formato del diagnóstico está disponible para descargar: [Formato de diagnóstico.docx](#)

Fase 2. Formulación en formato estándar

La segunda fase consiste en redactar el proyecto de investigación en el formato institucional, asegurando coherencia entre problema, preguntas, objetivos, metodología, cronograma, recursos y resultados esperados. En esta etapa, la idea inicial se consolida en un documento formal y metodológicamente estructurado. Los aspectos esenciales de esta fase se presentan en la tabla 79.

Tabla 79. Aspectos que debe asegurar esta fase

Aspecto	Criterio de control
Título del proyecto	Problema, objetivos y metodología están alineados
Resumen	Sintetiza problema, objetivos, metodología y resultados esperados
Abstract	Traducción fiel del resumen, con coherencia técnica en inglés
Introducción	Contextualiza el problema y evidencia el valor académico o aplicado del estudio

Aspecto	Criterio de control
Planteamiento del problema	La problemática está claramente definida y la tecnología está justificada, no solo mencionada
Justificación	Evidencia relevancia, pertinencia y viabilidad del proyecto
Objetivos (general y específicos)	Son claros, medibles y coherentes con el problema
Alcance y delimitación	Define límites del estudio en tiempo, espacio, población y recursos
Marco referencial / teórico	Sustenta el estudio con bases teóricas y fuentes académicas actualizadas
Marco metodológico	El método responde adecuadamente al problema y describe técnicas, instrumentos y procedimientos
Desarrollo / Propuesta	Presenta de forma estructurada la solución o enfoque investigativo planteado
Validación y resultados	Define cómo se evaluarán los resultados y su correspondencia con los objetivos
Discusión	Interpreta los resultados en relación con la teoría y estudios previos
Conclusiones	Responden directamente a los objetivos planteados
Recomendaciones	Proponen mejoras o líneas futuras de investigación
Aporte científico / técnico	Evidencia la contribución al conocimiento o a la práctica profesional
Referencias bibliográficas	Cumplen normas académicas y son pertinentes y actualizadas
Anexos	Incluyen instrumentos, datos o información complementaria relevante

Recurso principal

En el siguiente enlace puede encontrar el formato del diagnóstico está disponible para descargar: [Estructura del proyecto de investigacion.pdf](#)

Fase 3. Desarrollo, presentación y resultados

En esta fase se realiza la implementación del proyecto según lo planificado. Aquí se materializan las actividades mediante el desarrollo técnico, la ejecución de pruebas, la construcción de prototipos, la simulación de procesos, el diseño de soluciones o el análisis aplicado, de acuerdo con la naturaleza del proyecto.

Además, esta fase no solo se centra en la obtención de un resultado final, sino también en la generación, validación y comunicación de dichos resultados. En este sentido, los productos obtenidos (como modelos, simulaciones, plataformas o propuestas técnicas) deben ser evaluados y validados a través de mecanismos formales, tales como exposiciones internas (ante docentes o tutores) o externas (ante jurados, instituciones o usuarios potenciales).

Este proceso de presentación permite contrastar lo desarrollado con lo formulado en la fase anterior, asegurando coherencia metodológica y cumplimiento de objetivos. Asimismo, la validación contribuye a identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora, consolidando el valor académico, técnico y aplicado del proyecto. Los componentes para verificar. en la tabla 80.

Tabla 80. Elementos de la fase de desarrollo, presentación y resultados

Componente	Qué se realiza	Verificación o posible limitación
Ejecución metodológica	Aplicación del diseño y procedimientos del estudio	Verificar si el proyecto se desarrolló según el plan
Recolección de información	de Obtención de datos, registros o evidencias	Verificar si los resultados se sustentan en datos o pruebas
Procesamiento y análisis	Organización, análisis e interpretación de la información	Verificar si la interpretación responde al problema
Desarrollo técnico o experimental	Simulaciones, prototipos, pruebas, modelos o validaciones	Verificar si la tecnología apoyó efectivamente la investigación
Generación de resultados	de Hallazgos, tablas, gráficos, modelos o comparaciones	Identificar limitaciones tecnológicas, académicas, operativas, económicas u organizacionales

Fase 4. Evaluación y mejora continua

La cuarta fase tiene como propósito evaluar la calidad del proceso investigativo, validar la consistencia de los resultados y definir acciones de mejora o continuidad. En esta etapa se revisa el cumplimiento de objetivos, el aporte del estudio, la calidad de los resultados, las limitaciones identificadas y las oportunidades de fortalecimiento académico, metodológico y técnico. Su síntesis se presenta en la tabla 81.

Tabla 81. Elementos de la fase de evaluación y mejora continua

Dimensión	Qué se evalúa	Acción de mejora
Académica	Claridad, estructura, redacción y coherencia del proyecto	Ajustar redacción, discusión, conclusiones y estructura
Metodológica	Solidez del diseño y de los procedimientos aplicados	Reforzar técnicas, análisis o validaciones
Técnica	Calidad del desarrollo experimental, analítico o tecnológico	Mejorar pruebas, prototipos, simulaciones o herramientas
Científica	Aporte al conocimiento, validez de resultados y discusión	Preparar ponencia, artículo, informe técnico o continuidad del estudio
Aplicada	Utilidad, transferencia o potencial de implementación	Identificar lecciones y acciones para fortalecer futuras investigaciones

Horizonte de tiempo del proyecto de investigación

Los proyectos de investigación corresponden a iniciativas de alto alcance, caracterizadas por la validación de prototipos físicos o digitales, el desarrollo técnico avanzado y, en algunos casos, la realización de estudios de campo, estos proyectos se ejecutan en un horizonte anual, permitiendo mayor profundidad, rigor metodológico y aplicabilidad de resultados.

La planificación de estos proyectos se articula con las convocatorias institucionales, las cuales se realizan en el mes de junio. Por esta razón, es necesario que la fase de diagnóstico se desarrolle previamente, con el fin de presentar propuestas sólidas, pertinentes y alineadas a las líneas de investigación.

Distribución temporal del proyecto

- Fase 1. Diagnóstico (abril – mayo): Se realiza la identificación del problema, análisis del contexto, revisión preliminar de literatura y evaluación de viabilidad. Esta fase permite estructurar una propuesta consistente antes de la convocatoria.
- Fase 2. Formulación y postulación (junio): Se redacta el proyecto en el formato institucional y se presenta a la convocatoria anual. Incluye objetivos, justificación, metodología, alcance y resultados esperados.
- Fase 3. Desarrollo e implementación (julio – marzo): Se ejecuta el proyecto conforme a lo planificado, incluyendo desarrollo técnico, simulaciones, prototipos, pruebas y recolección de datos. Esta fase concentra la mayor carga de trabajo y permite la generación de resultados verificables.
- Fase 4. Presentación, evaluación y mejora (abril): Se realiza la socialización de resultados mediante exposiciones, informes o eventos académicos. Además, se evalúan los resultados obtenidos, se identifican limitaciones y se proponen acciones de mejora o continuidad del proyecto.

Anexo 10. Plan de desarrollo de proyectos de vinculación con base tecnológica

El plan de desarrollo de proyectos de vinculación se organiza en cuatro fases: diagnóstico, formulación, ejecución y evaluación. Su propósito es orientar proyectos pertinentes y aplicados, articulados con necesidades reales del entorno social, institucional o productivo. Dado que estos proyectos se desarrollan de forma anual, el diagnóstico previo es indispensable para delimitar la necesidad, los beneficiarios y los recursos de intervención.

Fase 1. Diagnóstico de la idea del proyecto

La primera fase tiene como finalidad identificar una necesidad real del entorno, delimitar el contexto de intervención y valorar la viabilidad del proyecto. En esta etapa se analiza el problema, los actores involucrados, el alcance de la intervención y la posibilidad de incorporar apoyo tecnológico. La síntesis de esta fase se presenta en la tabla 82.

Tabla 82. Elementos de la fase de diagnóstico

Puntos de la ficha de observación	Qué se revisa
Identificación institucional	Carrera, período académico, título tentativo del proyecto
Clasificación del proyecto	Tipo de proyecto, proyección principal y tipo de problema
Contexto del problema	Sector, sistema, situación actual e impacto
Análisis del proceso crítico	Proceso principal, actores y limitaciones
Definición inicial del estudio	Objetivo general, alcance, hipótesis si aplica
Diagnóstico tecnológico	Nivel de digitalización, madurez tecnológica, recursos y limitaciones

Recurso principal

En el siguiente link puede encontrar el formato del diagnóstico está disponible para descargar: [Formato de diagnóstico.docx](#)

Fase 2. Formulación en formato estándar

La segunda fase consiste en redactar el proyecto de vinculación en el formato institucional, asegurando coherencia entre el problema identificado, los objetivos, las actividades y el impacto esperado. En esta etapa se consolida la propuesta y se define su viabilidad técnica, metodológica y operativa. Los criterios básicos de esta fase se resumen en la tabla 83.

Tabla 83. Elementos de la fase de formulación

Aspecto	Criterio de control
Título del proyecto	Problema, objetivos y actividades están alineados
Resumen	El proyecto responde a una necesidad real y sintetiza la propuesta
Introducción	Contextualiza la problemática y la población beneficiaria
Planteamiento del problema	La problemática está claramente definida y evidencia una necesidad real
Justificación	La propuesta genera un beneficio claro y la tecnología tiene una función útil y justificada
Objetivos	Son claros, alcanzables y coherentes con la problemática
Alcance del proyecto	Define límites de intervención (tiempo, espacio, población)
Impacto social y beneficiarios	Identifica beneficiarios directos e indirectos y el impacto esperado
Marco referencial teórico	/ Sustenta el proyecto con conceptos y enfoques pertinentes
Metodología	Describe actividades, estrategias de intervención y uso de recursos
Resultados	Define productos o cambios esperados en la población o contexto
Discusión	Permite analizar los resultados frente a los objetivos e impacto
Conclusiones	Responden a los objetivos y evidencian el aporte del proyecto
Referencias bibliográficas	Son pertinentes y cumplen normas académicas
Anexos	Incluyen instrumentos, evidencias o material complementario

Recurso principal

En el siguiente enlace puede encontrar el formato del diagnóstico está disponible para descargar: [Estructura del proyecto de vinculacion.pdf](#)

Fase 3. Desarrollo, presentación y resultados

En esta fase se realiza la implementación del proyecto según lo planificado. Aquí se materializan las actividades mediante el desarrollo técnico, la ejecución de pruebas, la construcción de prototipos, la simulación de procesos, el diseño de soluciones o el análisis aplicado, de acuerdo con la naturaleza del proyecto.

Además, esta fase no solo se centra en la obtención de un resultado final, sino también en la generación, validación y comunicación de dichos resultados. En este sentido, los productos obtenidos (como modelos, simulaciones, plataformas o propuestas técnicas) deben ser evaluados y validados a través de mecanismos formales, tales como exposiciones internas (ante docentes o tutores) o externas (ante jurados, instituciones o usuarios potenciales).

Este proceso de presentación permite contrastar lo desarrollado con lo formulado en la fase anterior, asegurando coherencia metodológica y cumplimiento de objetivos. Asimismo, la validación contribuye a identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora, consolidando el valor académico, técnico y aplicado del proyecto. Los componentes para verificar en la tabla 84.

Tabla 84. Elementos de la fase de desarrollo, presentación y resultados

Componente	Qué se realiza	Verificación o posible limitación
Ejecución del proyecto	Desarrollo de actividades de intervención	Verificar si se ejecutaron las actividades previstas
Acompañamiento y seguimiento	Verificación del avance en el contexto real	Verificar la participación de los beneficiarios
Aplicación de recursos	Uso de materiales, herramientas y tecnología	Verificar si la tecnología aportó a la solución o al servicio
Generación de evidencias	Informes, registros, fotografías, actas, productos o prototipos	Verificar la existencia de pruebas claras de la intervención
Resultados parciales o finales	Beneficios, mejoras o productos entregados	Identificar limitaciones tecnológicas, académicas, operativas, económicas u organizacionales

Fase 4. Evaluación y mejora continua

La cuarta fase tiene como propósito valorar el impacto del proyecto, identificar fortalezas y limitaciones, y definir acciones de mejora para su continuidad o réplica. En esta etapa se analiza tanto el cumplimiento interno del proyecto como los efectos generados en los beneficiarios y en el entorno intervenido. La síntesis de esta fase se presenta en la tabla 85.

Tabla 85. Elementos de evaluación

Dimensión	Qué se evalúa	Acción de mejora
Pertinencia	Relación entre necesidad detectada y acción desarrollada	Ajustar actividades, metodología o cobertura
Cumplimiento	Nivel de ejecución de actividades y objetivos	Mejorar planificación, seguimiento y acompañamiento
Impacto	Beneficio generado en beneficiarios o contexto	Fortalecer habilidades técnicas y de intervención
Técnica	Calidad de los productos, servicios o soluciones entregadas	Reforzar apropiación y continuidad del proceso
Tecnológica	Valor agregado de la tecnología utilizada	Mejorar la incorporación tecnológica
Sostenibilidad	Posibilidad de continuidad, réplica o escalamiento	Fortalecer formatos, alianzas y mecanismos de seguimiento

Horizonte de tiempo del proyecto de vinculación

Los proyectos de vinculación se desarrollan con un alcance alto, debido a que implican validación en contextos reales, interacción con beneficiarios y aplicación de soluciones tecnológicas, estos se ejecutan una vez por año calendario, siguiendo lineamientos institucionales.

El proceso inicia con una fase previa de diagnóstico, la cual debe realizarse antes de la presentación oficial del proyecto, con el fin de garantizar que la propuesta responda a una necesidad real del entorno.

Estructura temporal del proyecto

- Fase previa (noviembre – diciembre): Se realiza el diagnóstico del contexto, identificación de necesidades, actores involucrados y análisis de viabilidad. Esta fase permite sustentar la propuesta antes de su postulación.
- Formulación y convocatoria (enero): Se presenta el proyecto en las convocatorias institucionales, incluyendo la redacción formal, definición de objetivos, metodología, alcance e impacto esperado.
- Planificación e inicio (febrero – marzo): Se ajusta el cronograma, se asignan responsabilidades, recursos y se establecen los indicadores de seguimiento.
- Ejecución del proyecto (abril – octubre): Se desarrollan las actividades planificadas, incluyendo implementación técnica, trabajo de campo, desarrollo de prototipos, simulaciones o soluciones tecnológicas. En esta fase se generan evidencias del proceso.
- Validación y presentación de resultados (noviembre): Se socializan los resultados mediante presentaciones internas o externas (institución, comunidad, beneficiarios), permitiendo validar el impacto y la pertinencia del proyecto.
- Evaluación y mejora continua (diciembre): Se analizan los resultados alcanzados, las limitaciones y oportunidades de mejora, con el fin de fortalecer futuras propuestas.

Alcance del proyecto de vinculación

Los proyectos de vinculación corresponden a un nivel de alto alcance, ya que:

- Involucran validación en escenarios reales
- Generan impacto social directo
- Incorporan tecnologías (Logística 4.0, simulación, plataformas, etc.)
- Se desarrollan durante un periodo anual completo

Propuesta de implementación

Para la ejecución institucional, los proyectos de vinculación deben integrarse dentro de la planificación anual de la carrera, iniciando con la fase de diagnóstico previa y consolidándose a partir de la convocatoria de enero.

Su implementación permite generar proyectos de alto impacto social, tecnológico y académico, alineados con las necesidades del entorno y con los objetivos estratégicos institucionales.