

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE SOFTWARE

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

"CARACTERIZACIÓN DE CLÚSTERES TECNOLÓGICOS EN EL NORTE DE ECUADOR PARA MEDIR EL IMPACTO EN LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA APLICANDO ANÁLISIS DE COMPETITIVIDAD"

Trabajo de integración curricular previo a la obtención del título de ingeniero en software

Línea de investigación:

Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socioeconómico

Autor:

Edwin Alexander Cadena Chavarría

DIRECTOR:

Mgtr. Diego Javier Trejo España

Ibarra – Ecuador

2026

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	CADENA CHAVARRÍA EDWIN ALEXANDER

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	CARACTERIZACIÓN DE CLÚSTERES TECNOLÓGICOS EN EL NORTE DE ECUADOR PARA MEDIR EL IMPACTO EN LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA APLICANDO ANÁLISIS DE COMPETITIVIDAD.
AUTOR(ES):	EDWIN ALEXANDER CADENA CHAVARRÍA
FECHA:	26-08-2026
SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	
PROGRAMA:	GRADO ■ POSGRADO ☐
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO DE SOFTWARE
DIRECTOR:	MGTR. DIEGO JAVIER TREJO ESPAÑA
ASESOR :	MGTR. PEDRO DAVID GRANDA GUDIÑO

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 2 días del mes de septiembre de 2026

EL AUTOR:

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
EDWIN ALEXANDER CADENA CHAVARRIA

Edwin Alexander Cadena Chavarría

C.C 1003646930

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, a los 3 días del mes de septiembre de 2026

Mgtr. Diego Javier Trejo España
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA: Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
DIEGO JAVIER TREJO ESPAÑA

Mgtr. Diego Javier Trejo España
C.C.: 1002149290

DEDICATORIA

A mis padres, por su amor incondicional, su esfuerzo y su ejemplo, que han sido el pilar de cada meta alcanzada en mi vida.

A mi familia, por su apoyo constante y por ser mi mayor motivación para no rendirme en los momentos difíciles.

A mis amigos Alexis, Isaac, Dylan, Jairo, Gustavo y Luis, quienes con su compañía y apoyo hicieron más llevadero este camino.

Edwin Alexander Cadena Chavarría

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte y, de manera especial, a la Carrera de Software de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, por la formación académica y humana que me brindaron a lo largo de estos años.

A mi director de trabajo de grado, Mgtr. Diego Javier Trejo España, por su valiosa guía, paciencia y conocimiento, fundamentales para el desarrollo y la culminación de esta investigación.

A los docentes y compañeros de la carrera, por compartir su experiencia y motivarme a crecer profesionalmente.

A mi familia y amigos, por su apoyo incondicional y sus palabras de aliento en cada etapa de este proceso.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA 5

AGRADECIMIENTO 6

RESUMEN 13

ABSTRACT 14

INTRODUCCIÓN 15

TEMA 15

PROBLEMA 15

OBJETIVOS 15

Objetivo General *15*

Objetivos Específicos *15*

ALCANCE 16

METODOLOGÍA 17

JUSTIFICACIÓN 18

CAPÍTULO I: Marco Teórico 20

1.1 VARIABLES DEL TEMA 20

1.2 CONCEPTO DE CLÚSTERES TECNOLÓGICOS Y SU RELACIÓN CON EL DESARROLLO ECONÓMICO Y TECNOLÓGICO 21

1.2.1 Definición y Características de los Clústeres Tecnológicos *21*

1.2.2 Contribución al desarrollo económico *22*

1.2.3 Fomento del desarrollo tecnológico *23*

1.2.4 Sinergias entre Industria y Academia *23*

1.3 IMPORTANCIA DE LOS CLÚSTERES TECNOLÓGICOS EN LA INNOVACIÓN Y LA COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL 24

1.3.1 Impacto en la competitividad empresarial *24*

1.3.2 Redes de colaboración y conocimiento *25*

1.3.3 Acceso a recursos y mercados *25*

1.3.4 Innovación tecnológica en clústeres *26*

1.4 MEJORES PRÁCTICAS INTERNACIONALES PARA EL FORTALECIMIENTO DE CLÚSTERES TECNOLÓGICOS 26

1.4.1 Estrategias de desarrollo de clústeres *26*

1.4.2 Prácticas políticas públicas y apoyo gubernamental *27*

1.4.3 Cooperación internacional y alianzas *28*

1.4.4 Gestión y sostenibilidad de clústeres *28*

1.4.5 Implicaciones para la gestión y sostenibilidad de clústeres *29*

1.5 ANÁLISIS DE CASOS EXITOSOS DE CLÚSTERES TECNOLÓGICOS EN DIFERENTES PAÍSES Y REGIONES 29

1.5.1 Estudios de caso en diversas geografías *29*

1.5.2 Factores de Éxito Comunes *30*

1.6 TRABAJOS RELACIONADOS 30

1.6.1 Adaptive clustering through multi-agent technology: development and perspectives *30*

1.6.2 The role of innovation clusters for the sustainable development of the region *31*

1.6.3 Research and development intensive clusters and regional competitiveness .. *31*

1.6.4 Attributes and sectoral characteristics of innovative cluster *32*

1.6.5 How do clusters foster sustainable development? An analysis of eu policies . *32*

1.6.6 Elaboration of technology for implementing organizational solutions on innovative clusters development *32*

CAPÍTULO II: Desarrollo 34

2.1 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL DE LOS CLÚSTERES TECNOLÓGICOS EN ECUADOR 34

2.2 CONTEXTO SOCIOECONÓMICO DEL NORTE DE ECUADOR 35

2.2.1 Conectividad digital *36*

2.2.2 Infraestructura y entorno productivo *37*

2.2.3 Talento humano y empleo TIC *38*

2.3 Comparativa del ecosistema de clústeres tecnológicos del norte de ecuador con otros ecosistemas latinoamericanos exitosos 39

Medellín, Colombia. 40

Guadalajara, México 41

Santiago de Chile 42

2.4 Actores Clave en el Ecosistema de Clústeres Tecnológicos 44

2.4.1 Empresas *44*

2.4.2 Instituciones de educación superior *45*

2.4.3 Gobierno *46*

2.4.4 Otros actores relevantes *47*

2.5 Análisis FODA del ecosistema de clústeres tecnológicos del norte de Ecuador 47

2.5.1 Análisis de fortalezas *47*

Apoyo institucional y políticas públicas adecuadas. *48*

2.5.2 Identificación de debilidades *49*

Desigualdad en recursos y capacidades. *50*

Poca confianza y conflictos de intereses *50*

Diferencias organizativas y culturales *50*

Burocracia y regulaciones rígidas. *50*

2.5.3 Identificación de oportunidades *50*

2.5.4 Identificación de amenazas *53*

2.6 Línea de tiempo de la evolución de políticas y eventos clave del ecosistema de innovación en el norte de ecuador 56

2.7 Diseño metodológico para encuestas: diseño, muestra y herramientas de análisis 58

CAPÍTULO III: modelo matemático y análisis de resultados de la encuesta 64

3.1 Introducción 64

3.2 Diseño muestral 64

3.2.1 Población objetivo 64

3.2.2 Fórmula de tamaño muestral para población finita 65

3.2.3 Caracterización de la muestra 66

3.3 Formalización del instrumento y matriz de datos 67

3.3.1 Cuantificación de la escala de Likert 67

3.3.2 Operacionalización: ítems, dimensiones y polaridad 68

3.3.3 Recodificación de ítems inversos 70

3.4 Fiabilidad del instrumento: alfa de cronbach 71

3.4.1 Formulación 71

3.4.2 Resultados 71

3.5 Estadística descriptiva por ítem 73

3.5.1 Formulación 73

3.6 Puntuaciones dimensionales e índice de competitividad del clúster (ICC) 76

3.6.1 Formulación 76

3.6.2 Resultados 77

3.6.3 Interpretación 80

3.7 Análisis de correlación de Spearman 81

3.7.1 Formulación 81

3.7.2 Matriz de correlaciones 81

3.7.3 Interpretación 83

3.8 Contrastes no paramétricos por tipo de organización 84

3.8.1 Formulación 84

3.8.2 Resultados *84*

3.8.3 Interpretación *86*

3.9 Fortalezas y brechas del ecosistema (síntesis ítem a ítem) 86

3.10 Limitaciones del análisis 89

3.11 Resumen del modelo matemático 90

CONCLUSIONES 92

RECOMENDACIONES 94

BIBLIOGRAFÍA 95

ANEXOS 109

Anexo 1: Cuestionario aplicado 109

Anexo 2: Repositorio Análisis Encuestas 112

Anexo 3: Matriz de tabulación de datos 112

Índice Figuras

Figura 1 Caracterización de la muestra (n = 47) 67

Figura 2 Fiabilidad del instrumento: alfa de Cronbach por dimensión y global 72

Figura 3 Distribución de respuestas Likert por ítem (% del total, n = 47) 74

Figura 4 Media y desviación estándar por ítem, ordenado de mayor a menor 75

Figura 5 Índice de Competitividad del Clúster por dimensión 78

Figura 6 Perfil de competitividad por dimensión (ICC 0–100): global y según naturaleza de la organización 79

Figura 7 Síntesis del Índice de Competitividad del Clúster Tecnológico del Norte de Ecuador 79

Figura 8 Matriz de correlaciones de Spearman entre dimensiones (* p < 0.05, n = 47) 82

Figura 9 Distribución de las puntuaciones por dimensión según tipo de organización 85

Figura 10 Ítems mejor y peor puntuados tras la recodificación (mayor = condición más favorable para el clúster)..... 88

Figura 11 Captura de la matriz de tabulación de datos de las encuestas físicas 112

Índice Tablas

Tabla 1 Comparativa del ecosistema de clústeres 44

Tabla 2 Resumen FODA del ecosistema de clústeres tecnológicos del norte de Ecuador 55

Tabla 3 Línea de tiempo de hitos clave (2014–2026) en el ecosistema de innovación del norte de ecuador. 56

Tabla 4 Parámetros para el cálculo del tamaño de la muestra en población finita 65

Tabla 5 Composición de la muestra según provincia, tipo y tamaño de organización 66

Tabla 6 Correspondencia semántica y numérica de la escala de Likert 68

Tabla 7 Estructura de dimensiones de análisis del instrumento 69

Tabla 8 Operacionalización y polaridad de los ítems del instrumento 69

Tabla 9 Resultados de consistencia interna por dimensión (Alfa de Cronbach)..... 71

Tabla 10 Estadística descriptiva general de los ítems del instrumento 73

Tabla 11 Bandas de interpretación del Índice de Competitividad del Clúster (ICC)..... 77

Tabla 12 Resultados del Índice de Competitividad del Clúster por dimensión 78

Tabla 13 Matriz de correlaciones de Spearman entre dimensiones 81

Tabla 14 Resultados de los contrastes no paramétricos según tipo de organización 85

Tabla 15 Principales fortalezas percibidas del ecosistema tecnológico 86

Tabla 16 Principales brechas percibidas del ecosistema tecnológico 87

Tabla 17 Síntesis de las etapas del modelo matemático..... 90

RESUMEN

El presente Trabajo de Grado caracteriza el ecosistema de clústeres tecnológicos del norte de Ecuador —provincias de Imbabura, Carchi, Esmeraldas y Sucumbíos— y mide su impacto en la innovación tecnológica mediante un análisis de competitividad. El estudio se organiza en tres capítulos: el primero desarrolla el marco teórico sobre clústeres tecnológicos, competitividad e innovación y revisa buenas prácticas y casos internacionales, el segundo analiza el marco legal e institucional, el contexto socioeconómico, los actores de la triple hélice y un diagnóstico FODA del ecosistema regional y el tercero formaliza un modelo matemático que operacionaliza una encuesta aplicada a 47 organizaciones mediante una escala de Likert, verifica la fiabilidad del instrumento (alfa de Cronbach global = 0.758) y construye un Índice de Competitividad del Clúster (ICC).

Los resultados sitúan al ecosistema en un nivel de competitividad moderado (ICC global = 56.6/100), sostenido por una sólida cultura de innovación, pero limitado por brechas en financiamiento, talento, conectividad y articulación interinstitucional. La evidencia muestra que el norte de Ecuador aún no cuenta con un clúster tecnológico consolidado, sino con iniciativas en desarrollo con potencial de fortalecerse. Finalmente, se presentan conclusiones y recomendaciones orientadas a fortalecer la articulación de la triple hélice y a consolidar el ecosistema.

Palabras clave: clústeres tecnológicos, competitividad, innovación, Índice de Competitividad del Clúster, norte de Ecuador.

ABSTRACT

This Degree Project characterizes the technological cluster ecosystem of northern Ecuador —the provinces of Imbabura, Carchi, Esmeraldas and Sucumbíos— and measures its impact on technological innovation through a competitiveness analysis. The work is organized into three chapters: the first develops the theoretical framework on technological clusters, competitiveness and innovation and reviews international best practices and case studies, the second analyzes the legal and institutional framework, the socioeconomic context, the triple-helix actors and a SWOT diagnosis of the regional ecosystem, and the third formalizes a mathematical model that operationalizes a survey applied to 47 organizations using a Likert scale, verifies the reliability of the instrument (overall Cronbach's alpha = 0.758) and builds a Cluster Competitiveness Index (ICC).

The results place the ecosystem at a moderate competitiveness level (overall ICC = 56.6/100), supported by a strong innovation culture but limited by gaps in financing, talent, connectivity and interinstitutional coordination. The evidence shows that northern Ecuador does not yet have a consolidated technological cluster, but rather initiatives under development with the potential to grow stronger. Finally, conclusions and recommendations are presented to strengthen triple-helix articulation and consolidate the ecosystem.

Keywords: technological clusters, competitiveness, innovation, Cluster Competitiveness Index, northern Ecuador.

Introducción

Tema

Caracterización de clústeres tecnológicos en el Norte de Ecuador para medir el impacto en la innovación tecnológica, aplicando análisis de competitividad.

Problema

En los últimos años, Ecuador ha experimentado un crecimiento notable en su sector tecnológico, con un aumento significativo en la inversión en investigación y desarrollo. La aparición de nuevas empresas tecnológicas y la expansión de las existentes demuestran el potencial del país en innovación y emprendimiento tecnológico (León & Martínez, 2022).

A pesar de estos avances, la industria tecnológica del país enfrenta desafíos significativos que limitan su crecimiento y desarrollo (ESPAE, 2018). La falta de coordinación efectiva entre las partes interesadas, la insuficiencia de fondos para la investigación y el desarrollo, la carencia de talento especializado en áreas tecnológicas y las barreras para la transferencia de conocimiento y tecnología constituyen las principales restricciones identificadas (Salcedo, 2020).

En consecuencia, el problema central que motivó esta investigación fue la limitación en el desarrollo del ecosistema de clústeres tecnológicos en el norte de Ecuador, debido a obstáculos y desafíos que impiden su crecimiento sostenible.

Objetivos

Objetivo General

Realizar una caracterización de clústeres tecnológicos en el Norte de Ecuador para medir el impacto en la innovación tecnológica, aplicando análisis de competitividad.

Objetivos Específicos

- Realizar una revisión bibliográfica sobre el concepto de clústeres tecnológicos, su

importancia en el desarrollo económico y tecnológico, y las mejores prácticas internacionales para su fortalecimiento.

- Realizar un análisis del ecosistema de clústeres tecnológicos en el Norte de Ecuador, identificando los actores clave, las fortalezas y debilidades del ecosistema, y las oportunidades y amenazas para su desarrollo.
- Validar los resultados de la investigación empírica mediante análisis estadísticos y cualitativos de la información recolectada, la identificación de patrones, tendencias y relaciones en los datos, la interpretación de los resultados y la elaboración de conclusiones.

Alcance

El alcance del proyecto consistió en llevar a cabo una investigación que permitiera evaluar el estado actual del ecosistema de clústeres tecnológicos en el Norte de Ecuador, identificar los obstáculos y desafíos que limitan su desarrollo y proponer estrategias y recomendaciones para fortalecer el ecosistema. El alcance se delimitó de la siguiente manera.

Evaluación profunda: se realizó una evaluación del estado actual del ecosistema de clústeres tecnológicos en el Norte de Ecuador, con especial atención a las áreas geográficas y a las organizaciones involucradas en el desarrollo tecnológico (Jiménez, 2023).

Identificación de limitaciones: se identificaron y analizaron las limitaciones que enfrenta el ecosistema de clústeres tecnológicos, entre ellas la falta de coordinación entre actores, las restricciones de financiamiento, la escasez de talento especializado y las barreras para la transferencia de conocimiento y tecnología (Salcedo, 2020).

Propuesta de estrategias prácticas: con base en la evaluación y el análisis, se propusieron

estrategias y recomendaciones específicas orientadas a abordar las limitaciones identificadas y a fortalecer el ecosistema de clústeres tecnológicos de la región (León & Martínez, 2022).

Enfoque en el desarrollo sostenible: el proyecto buscó promover un entorno propicio para el crecimiento y el desarrollo sostenible de los clústeres tecnológicos, considerando su impacto económico y tecnológico en la región (Salcedo, 2020).

Estudio de línea de tiempo: se construyó una línea de tiempo que permite visualizar la evolución del problema y destaca los momentos clave que han contribuido a la situación actual del ecosistema de clústeres tecnológicos en el Norte de Ecuador (ESPAE, 2018).

Delimitación en tiempo y espacio: el alcance abarcó el período comprendido desde la aparición de los primeros clústeres tecnológicos en la región hasta la fecha de elaboración del estudio, y se focalizó exclusivamente en el Norte de Ecuador (ESPAE, 2018).

Contribución a la competitividad: el proyecto buscó contribuir a la competitividad de las empresas y al desarrollo económico de la región mediante el fortalecimiento de los clústeres tecnológicos (León & Martínez, 2022).

Metodología

Para alcanzar el primer objetivo se aplicó una metodología cualitativa basada en la revisión sistemática de la literatura. Se realizó una búsqueda de artículos, libros y otros documentos relevantes en bases de datos especializadas como Scopus, Web of Science y Google Scholar, empleando palabras clave específicas relacionadas con el tema de investigación. Posteriormente se efectuó una revisión crítica y sistemática de los documentos seleccionados, con el fin de identificar las mejores prácticas internacionales para el fortalecimiento de clústeres tecnológicos. Para alcanzar el segundo objetivo se aplicó una metodología mixta que combinó métodos cuantitativos y cualitativos. En primer lugar, se realizó un análisis cuantitativo de los datos

secundarios disponibles sobre el ecosistema de clústeres tecnológicos del Norte de Ecuador. En segundo lugar, se aplicaron encuestas a actores clave del ecosistema, pertenecientes a organizaciones del sector público, empresas privadas e instituciones académicas de la región, con el fin de obtener información sobre las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del ecosistema.

Para cumplir el tercer objetivo se realizó un análisis estadístico de los datos recolectados durante la investigación empírica, con técnicas orientadas a identificar patrones, tendencias y relaciones. De forma complementaria se efectuó un análisis cualitativo de la información recolectada mediante técnicas de análisis de contenido.

Finalmente, se interpretaron los resultados obtenidos a través de ambos métodos y se elaboraron conclusiones basadas en la triangulación de datos, entendida como la comparación de los resultados provenientes de distintos métodos y fuentes con el propósito de validar su consistencia y fiabilidad (Rodríguez, 2023).

Justificación

Este trabajo se alinea con el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 9 de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, denominado Industria, innovación e infraestructura, el cual busca fomentar el crecimiento económico sostenible, la innovación y la infraestructura resiliente, además de promover la inclusión y la igualdad de oportunidades en el acceso a la tecnología y a la información (ONU, 2021).

Los clústeres tecnológicos se han convertido en motores clave del avance económico y de la innovación a nivel global. Estas aglomeraciones de empresas, instituciones académicas y organizaciones relacionadas en un campo tecnológico específico promueven la colaboración, la transferencia de conocimiento y la generación de sinergias que impulsan el desarrollo y la

competitividad empresarial (DLP news, 2023). En este sentido, analizar el ecosistema de clústeres tecnológicos del Norte de Ecuador permite identificar y potenciar dichos efectos positivos en el país (León & Martínez, 2022).

Justificación económica: el análisis del ecosistema de clústeres tecnológicos del norte del Ecuador aporta información relevante sobre las características, fortalezas, debilidades, oportunidades y desafíos de estos ecosistemas. Este conocimiento contribuye a una mejor comprensión de su situación actual y constituye un insumo para futuras investigaciones relacionadas con el desarrollo económico y la innovación.

Justificación tecnológica y de innovación: el estudio del ecosistema regional aporta evidencia para establecer políticas y estrategias más eficaces de fomento a la innovación (León & Martínez, 2022). Un ecosistema robusto y dinámico puede generar un impacto positivo en diversos sectores económicos y contribuir a la diversificación económica y a la generación de riqueza a largo plazo.

CAPÍTULO I: Marco Teórico

1.1 Variables del tema

Para el estudio sobre "Caracterización de clústeres tecnológicos en el Norte de Ecuador para medir su impacto en la innovación tecnológica aplicando análisis de competitividad", las variables consideradas son:

- Concepto de clústeres tecnológicos y su relación con el desarrollo económico y tecnológico.
- Importancia de los clústeres tecnológicos en la innovación y la competitividad empresarial.
- Identificar las mejores prácticas internacionales para el fortalecimiento de clústeres tecnológicos.
- Análisis de casos exitosos de clústeres tecnológicos en diferentes países y regiones.
- Identificar los principales participantes potenciales del ecosistema de clústeres tecnológicos en el Norte de Ecuador.
- Análisis de las fortalezas y debilidades del ecosistema de clústeres tecnológicos en el Norte de Ecuador.

Estas variables permiten comprender el contexto y las características de los clústeres tecnológicos en el Norte de Ecuador, además de identificar las mejores prácticas y estrategias para fortalecer la competitividad e impacto en la innovación tecnológica.

1.2 Concepto de clústeres tecnológicos y su relación con el desarrollo económico y tecnológico

1.2.1 Definición y Características de los Clústeres Tecnológicos

El término "clúster tecnológico" se popularizó a partir de 1990 gracias al economista Michael Porter, quien publicó su obra *The Competitive Advantage of Nations* (Manene, 2014). En esta obra, Porter define un clúster como un grupo geográficamente próximo de empresas interconectadas e instituciones asociadas que operan en un campo específico y están vinculadas por características comunes y complementarias. Estos incluyen empresas de productos finales o servicios, proveedores, instituciones financieras y organizaciones pertenecientes a industrias relacionadas (Porter, 1990).

Es decir, un clúster empresarial es la concentración de muchas empresas en un mismo sector geográfico, las cuales están relacionadas por una categoría o producto en común fomentando la innovación y la competitividad.

Características Principales:

- Los clústeres tecnológicos fomentan la colaboración entre las empresas y las instituciones, esto a su vez facilita la transferencia de las tecnologías y el conocimiento (Fernández & Sánchez, 2021).
- Innovación y desarrollo: Son los centros de innovación en donde se generan nuevas tecnologías, productos y servicios (Fernández & Sánchez, 2021).
- Concentración geográfica: Se caracterizan por su localización en áreas específicas, lo que facilita la interacción directa entre los participantes (Fernández & Sánchez, 2021).
- Diversidad de actores: Esto incluye a varias empresas de diferentes tamaños,

universidades, institutos de investigación, entidades gubernamentales y entre otras más (Fernández & Sánchez, 2021).

- Especialización tecnológica: los clústeres suelen especializarse en áreas tecnológicas específicas, como la energía renovable, la informática o la biotecnología.

1.2.2 Contribución al desarrollo económico

Los clústeres tecnológicos pueden tener un impacto significativo en el crecimiento económico y la creación de empleo. Algunos de los factores que contribuyen a este impacto incluyen:

- Innovación: Los clústeres tecnológicos fomentan la innovación ya que tienen que reunir a empresas y diferentes organizaciones que trabajen en un mismo campo, y esto puede ocasionar que se generen nuevas ideas y soluciones para diferentes campos dentro de una región (Capó-Vicedo et al., 2007).

- Competitividad: Los clústeres tecnológicos pueden aumentar la competitividad de las empresas ya que se les permite expandirse a otras áreas como la investigación y el desarrollo, la comercialización entre más empresas y la adquisición de nuevos recursos (Capó-Vicedo et al., 2007).

- Desarrollo regional: Los clústeres tecnológicos son una fuente importante de crecimiento económico y también de desarrollo regional, ya que pueden atraer empresas extranjeras y varios talentos a una sola región (Capó-Vicedo et al., 2007).

En conjunto, estos factores evidencian que los clústeres tecnológicos constituyen un motor del desarrollo económico regional. Además de fortalecer la innovación, la competitividad y la atracción de inversiones, su capacidad para generar empleo cualificado favorece la consolidación

de un ecosistema empresarial dinámico, impulsando el crecimiento económico sostenible y el incremento de la competitividad territorial (Capó-Vicedo et al., 2007).

1.2.3 Fomento del desarrollo tecnológico

Los clústeres pueden desempeñar un papel crucial en la aceleración del progreso tecnológico. A continuación, se presentan algunas de las principales formas en que contribuyen al desarrollo tecnológico:

- Innovación y Productividad: Los clústeres mejoran la capacidad de innovación de las empresas e industrias, lo que es proporcional a su productividad, por ende, tiende a subir (Manene, 2014).
- Crecimiento Económico: Los clústeres pueden ser desencadenantes de crecimiento económico en una región (Manene, 2014).
- Especialización y Diversificación: Los clústeres facilitan la especialización productiva o la diversificación de las regiones a través de nuevas industrias. Esto sucede por la difusión de las ideas innovadoras, la conectividad entre las empresas y la promoción de vinculación con instituciones públicas y centros de enseñanza (Manene, 2014).
- Competitividad: Los clústeres incrementan la competencia, colaboración y el vínculo informal entre las empresas e instituciones de un entorno geográfico determinado. Esto produce un aumento en la competitividad y las ventajas competitivas de una región determinada (Manene, 2014).

1.2.4 Sinergias entre Industria y Academia

Las colaboraciones entre empresas e instituciones educativas en los clústeres tecnológicos son fundamentales para fomentar la innovación y el desarrollo económico (Etzkowitz, 2018; Porter, 1990). Estas sinergias permiten la combinación efectiva de la investigación teórica y la

experiencia en la práctica, beneficiando tanto a la industria como a las instituciones. A continuación, se presentan las principales áreas que podrían colaborar en estos clústeres:

- Proyectos de investigación y desarrollo: Se pueden realizar colaboraciones en proyectos de I+D que combinen el conocimiento teórico de las instituciones académicas con la experiencia práctica de las empresas.
- Intercambio de Conocimientos: El intercambio de información y recursos entre las academias y las diferentes industrias, permite fortalecer las capacidades de ambas, favoreciendo la generación de conocimiento y la mejora continua.
- Aumento de las oportunidades de prácticas: La colaboración entre los actores del clúster incrementa las oportunidades para que los estudiantes adquieran experiencia profesional mediante prácticas en empresas, generando beneficios tanto para las instituciones académicas como para el sector productivo (Franco et al., 2019).
- Desarrollar los Currículums: Se podría realizar programas académicos para que se logren alinear con las necesidades de las industrias, de esta manera se lograría preparar a los estudiantes para el mercado laboral (UNESCO IESALC, 2026).
- Innovación: Estas cooperaciones con las instituciones impulsarían a la innovación, resolviendo desafíos y generando soluciones beneficiosas para las industrias y también para la sociedad (OECD, 2019).

1.3 Importancia de los clústeres tecnológicos en la innovación y la competitividad empresarial

1.3.1 Impacto en la competitividad empresarial

La influencia de los clústeres tecnológicos en la competitividad empresarial es

significativa, ya que las diferentes empresas y organizaciones de clústeres compiten entre sí para atraer y lograr retener a los trabajadores que demuestren ser más talentosos y que se muestren más capacitados, lo que conlleva a que estos logren obtener un alza mayor al promedio en los salarios y beneficios obtenidos. Además, esta sana competencia puede llevar a un mejor movimiento laboral y esto beneficia la creación de nuevas empresas y posibles startups (Kerr & Robert-Nicoud, 2019).

1.3.2 Redes de colaboración y conocimiento

La colaboración y el intercambio de conocimientos dentro de este entorno de clústeres tecnológicos puede ocurrir de diversas maneras, como la creación de alianzas estratégicas, asociaciones de investigación y diferentes redes de colaboración. Estas formas de colaboración les permiten a las empresas y organizaciones compartir ideas, recursos y conocimientos, lo que conlleva a que se acelere el proceso de innovación y desarrollo tecnológico (Kerr & Robert-Nicoud, 2019).

Además, esta colaboración fomenta un ambiente de aprendizaje continuo y también aumenta el desarrollo profesional para los trabajadores que estén en los clústeres tecnológicos. Esto se logra porque están todo el tiempo interactuando con compañeros de trabajo talentosos, también les permite participar en proyectos más desafiantes, pero a su vez tendrían acceso a recursos y conocimientos de vanguardia, de esta manera los trabajadores mejorarían sus habilidades y reforzarían aún más sus conocimientos (Kerr & Robert-Nicoud, 2019).

1.3.3 Acceso a recursos y mercados

El acceso a recursos y mercados es otro factor importante para la competitividad de los clústeres tecnológicos. Las empresas grandes y las organizaciones que están dentro de estos clústeres tienen acceso a recursos y a mercados que no están disponibles para otro tipo de negocios,

por lo cual les permite desarrollar constantemente nuevas tecnologías y productos de una manera más eficiente y efectiva (Kerr & Robert-Nicoud, 2019).

En lo que se refiere a recursos, los clústeres tecnológicos tienen acceso a una amplia gama de recursos, como capital de riesgo, talento altamente especializado y capacitado, infraestructura para la investigación y el desarrollo, y servicio de apoyo empresarial. Estos recursos llegan a ser esenciales para desarrollar nuevas tecnologías ya que sin estas ayudas resultaría difícil llegar a desarrollar nueva tecnología fuera de estos clústeres (Kerr & Robert-Nicoud, 2019).

En lo que se refiere a mercados, los clústeres tienen acceso a mercados altamente segmentados que no estarían disponibles en otros lugares y esto igual representaría una mayor ventaja a la hora de la comercialización de los productos ya terminados (Kerr & Robert-Nicoud, 2019).

1.3.4 Innovación tecnológica en clústeres

La innovación es un pilar fundamental en los clústeres tecnológicos, ya que el poder acceder de una manera fácil a esta amplia gama de recursos implica una gran ventaja frente a las empresas que no están dentro de los clústeres porque estas no tienen las mismas capacidades para poder realizar todo de una manera más eficiente y efectiva (Kerr & Robert-Nicoud, 2019).

1.4 Mejores prácticas internacionales para el fortalecimiento de clústeres tecnológicos

1.4.1 Estrategias de desarrollo de clústeres

Los clústeres son generados gracias a la interacción entre la oferta y la demanda dentro de un entorno geográfico específico; generalmente, es el entorno el que favorece la generación de clústeres y no al contrario. Por lo tanto, se deduce que la creación de un clúster depende de las condiciones particulares de cada país o región en la que se planifique establecerlo (Manene, 2014).

Algunas estrategias claves para el fortalecimiento de clústeres son:

- Identificación de los segmentos estratégicos existentes: Estos están conformados por diversos servicios y productos. Su identificación facilita la evaluación de la competitividad del sector y la anticipación de los cambios del contexto internacional que pueden incidir en su desarrollo, contribuyendo a una mejor capacidad de adaptación y planificación estratégica (Porter, 1998).
- Análisis de los ámbitos geográficos específicos: Aquí se analizaron dónde se asientan grupos de empresas relacionadas, ya sea de productos o de servicios (Manene, 2014).

Este análisis de doble nivel, geográfico y estratégico, permite diagnosticar de manera general los retos que enfrenta un sector a la hora de tratar de fortalecer los clústeres tecnológicos (Manene, 2014).

1.4.2 Prácticas políticas públicas y apoyo gubernamental

La importancia de que el gobierno desempeñe un papel activo y desafiante para fomentar un entorno favorable para las diferentes empresas, de esta manera les permitirá alcanzar una mayor ventaja competitiva a más empresas. Pero lo ideal sería que el gobierno se centre en crear un entorno que fomente la competencia, la innovación y la mejora continua (Porter, 1990).

En este artículo también, Porter también advierte sobre las posibles limitaciones de determinadas políticas gubernamentales, como la protección de manera excesiva del mercado, la interferencia en la estructura industrial y la resistencia a la competencia externa. En lugar de adoptar políticas que ofrecen beneficios a corto plazo, pero que ponen en riesgo a la innovación, el gobierno debería buscar crear un entorno óptimo para estimular a las empresas a desarrollar

ventajas competitivas de manera sostenida (Porter, 1990).

1.4.3 Cooperación internacional y alianzas

Es importante la competencia a nivel nacional para impulsar a la competencia de nivel global. Michael E. Porter pone énfasis en que todas las empresas necesitan rivales en la misma región que sean fuertes y agresivos, y también destaca que se necesitan clientes exigentes para de esta manera mejorar la capacidad competitiva (Porter, 1990).

Porter señala que las alianzas con empresas extranjeras pueden representar una solución estratégica para acceder a nuevos conocimientos, tecnologías y capacidades, permitiendo a las organizaciones obtener ventajas competitivas. Si bien las alianzas pueden ofrecer beneficios específicos, también implican la coordinación con varias operaciones separadas. Se enfatiza que las alianzas deben ser utilizadas selectivamente y que las empresas deben reconocer la ventaja competitiva que proviene de mejorar continuamente (Porter, 1990).

1.4.4 Gestión y sostenibilidad de clústeres

La gestión de los clústeres juega un papel muy importante en la competitividad de las naciones. La gestión efectiva de clústeres implica fomentar la colaboración entre las entidades, las empresas y los proveedores que estén relacionados dentro de un área geográfica específica. Esta colaboración puede acelerar el ritmo de la innovación y también fomentar un mayor intercambio de ideas y conocimientos (Porter, 1990).

La sostenibilidad de los clústeres está vinculada a la capacidad de mantener la diversidad dentro de un clúster. La diversidad puede ayudar a superar la inactividad entre los competidores, lo que a su vez puede impulsar la competitividad y la capacidad de adaptación del clúster. Además, la sostenibilidad también implica la adaptación de las estrategias de gestión a las necesidades

específicas de cada industria dentro del clúster (Porter, 1990).

1.4.5 Implicaciones para la gestión y sostenibilidad de clústeres

La gestión y sostenibilidad efectivas de los clústeres requieren una colaboración activa entre empresas, proveedores y entidades relacionadas, así como la capacidad de adaptar las prácticas para la gestión de las necesidades específicas de cada industria dentro del clúster. Estas consideraciones son fundamentales para impulsar la competitividad y también la innovación en el contexto de la economía global actual (Porter, 1990).

1.5 Análisis de casos exitosos de clústeres tecnológicos en diferentes países y regiones

1.5.1 Estudios de caso en diversas geografías

Para presentar los casos de clústeres tecnológicos exitosos en diferentes contextos geográficos, podemos mencionar algunos casos destacados:

- **Silicon Valley, California, EE. UU:** Este clúster es conocido por su innovación tecnológica y alberga a muchas de las principales empresas de tecnología del mundo (Mestres, 2021).
- **Zhongguancun, Beijing, China:** También conocido como el "Silicon Valley chino", este clúster ha experimentado un rápido crecimiento en la industria tecnológica (JGRG, 2013).
- **Bangalore, India:** Este clúster tecnológico ha sido fundamental en el éxito de la industria de la tecnología de la información en la India (Mestres, 2021).
- **Tel Aviv, Israel:** Israel ha desarrollado un clúster tecnológico robusto, particularmente en áreas como ciberseguridad y tecnología médica (Brooks, 2010).
- **París-Saclay:** lo destacado de este clúster es que están emergiendo seis escuelas de

ingeniería, y también recibe apoyo del gobierno (Mestres, 2021).

1.5.2 Factores de Éxito Comunes

Los factores de éxito comunes para clústeres tecnológicos según Parra son:

- Masa crítica de empresas: esto quiere decir que la presencia de un número significativo de empresas en cierta área permite que sea una red sostenible (Parra-Domínguez et al., 2022).
- Base científica y tecnológica: Es una buena opción que exista una base sólida en de conocimientos científicos y tecnológicos, ya que estos respaldan la innovación y el desarrollo de cualquier clúster tecnológico (Parra-Domínguez et al., 2022).
- Cultura dispuesta a la innovación: La presencia de una cultura que fomente la innovación y el espíritu emprendedor hará que el entorno de los clústeres sea acogido de una mejor manera y hará que se adapten más rápido (Parra-Domínguez et al., 2022).
- Recursos naturales: Algunos clústeres tecnológicos pueden estar mejor posicionados que otros dependiendo de la región en la que se encuentren (Parra-Domínguez et al., 2022).
- Historia y tiempo: La mayoría de los clústeres exitosos ya tienen años en el mercado, ya que el desarrollo de nuevos clústeres tecnológicos lleva tiempo (Parra-Domínguez et al., 2022).

1.6 Trabajos relacionados

1.6.1 Adaptive clustering through multi-agent technology: development and perspectives

El articulo está enfocado a la aplicación de metodologías y el uso de tecnologías para el "Clustering adaptativo a través del enfoque multi-agente". La metodología que se usa incluye: a agrupación de documentos de manera semántica. La utilización de tecnologías avanzadas para poder

autoorganizar los clústeres y los registros. Los resultados que se mostraron en este articulo son: eficiencia mejorada para la consolidación de pedidos, la generación automática de contratos, la reducción de tiempo de procesamiento y por último la optimización de los recursos. Sin embargo, también tuvieron ciertas limitaciones en lo que se refiere a la complejidad computacional y la necesidad de varios ajustes manuales para lograr perfeccionar este sistema (Grachev et al., 2020).

1.6.2 The role of innovation clusters for the sustainable development of the region

Este artículo nos muestra un análisis detallado de cómo se puede mejorar la innovación y el desarrollo sostenible en las regiones de Ucrania mediante la formación de clústeres innovadores. La metodología que se empleó en este articulo incluía lo siguiente: Análisis de experiencias en clústeres y el desarrollo de una base de gestión para la formación de modelos de clústeres innovadores. Los resultados más destacados en este articulo incluyen las recomendaciones sobre la formación de clústeres, la inversión en infraestructura innovadora y la promoción de financiamiento de capital de riesgo. Se tuvieron limitaciones como la falta de transparencia de la información y la seguridad de la inversión financiera (Kudrina et al., 2023).

1.6.3 Research and development intensive clusters and regional competitiveness

Este artículo se enfoca en como influyen los clústeres de “investigación y desarrollo” en la competitividad regional. Se aplicó un modelo econométrico espacial para analizar los datos regionales alemanes y de esta manera buscaron evaluar el impacto de la especialización y diversidad de clústeres enfocándose en el crecimiento de la productividad. Los resultados resaltan que la presencia de clústeres en “investigación y desarrollo” están fuertemente vinculados con mayores niveles de crecimiento en la productividad regional. Sin embargo, este artículo también señala limitaciones como la necesidad de controlar las variables regionales y la necesidad de entender mejor la heterogeneidad sectorial (Kosfeld & Mitze, 2023).

1.6.4 Attributes and sectoral characteristics of innovative cluster

Este artículo abordó la sistematización de propiedades de clústeres innovadores y tendencias industriales en la formación de nuevas plataformas de producción y tecnología. Se utilizó una metodología basada en enfoques teóricos y analiza propiedades específicas de estos clústeres, como su capacidad para autoorganizarse y formar redes económicas y tecnológicas. Los resultados destacan cómo estos clústeres mejoran la competitividad y la modernización industrial. Sin embargo, lograron identificar limitaciones como la necesidad soporte teórico y metodológico adecuado para su implementación y desarrollo de manera efectiva (Kudryashova et al., 2019).

1.6.5 How do clusters foster sustainable development? An analysis of eu policies

En este articulo examinan el rol de los clústeres y su impacto en el desarrollo sostenible, enfocándose en cómo estos contribuyen a las economías regionales y su adaptación a las diferentes políticas de la Unión Europea. Se utilizo una metodología basada en la investigación bibliográfica y análisis de clústeres europeos para lograr examinaran su papel en el desarrollo sostenible. Los resultados obtenidos muestran que los clústeres se enfocan en el desarrollo sostenible mediante la creación de conocimientos, aprendizaje conjunto, transferencia de tecnología y colaboración en innovaciones sostenibles. Sin embargo, los desafíos identificados como la desigualdad en el tratamiento de entidades dentro y fuera de los clústeres y la posible acumulación de recursos, podría conducir a desequilibrios económicos y sociales. (Derlukiewicz et al., 2020).

1.6.6 Elaboration of technology for implementing organizational solutions on innovative clusters development

En este artículo se centraron en desarrollar diferentes mecanismos específicos para lograr que todos participantes que se dediquen al proceso de creación y desarrollo de clústeres trabajen de una manera efectiva, en equipo y que logren cumplir sus objetivos en común. Una vez que se

realizaron los análisis sobre la condición de los emprendimientos innovadores en Ucrania se realizaron la propuesta del sistema de escenarios y también se presentó un indicador para evaluar el desarrollo del paradigma de clústers en las diferentes regiones. El mayor inconveniente encontrado es la baja inversión del estado en la comercialización interna y promoción externa de tecnologías innovadoras y el desarrollo empresarial innovador (Farat & Lyvdar, 2019).

CAPÍTULO II: Desarrollo

2.1 Marco Legal e Institucional de los Clústeres Tecnológicos en Ecuador

En los últimos años en Ecuador se ha desarrollado un marco legal e institucional favorable para fomentar los clústeres tecnológicos, alineado con las metas nacionales de competitividad e innovación. Un hito importante fue la Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación, vigente desde febrero de 2020, que establece incentivos y un marco normativo para impulsar el emprendimiento, la innovación y el desarrollo tecnológico, fortaleciendo el ecosistema emprendedor del país (Asamblea Nacional, 2020). Esta ley creó instancias como el Consejo Nacional de Emprendimiento e Innovación (CONEIN) y nuevos mecanismos de financiamiento e incentivos tributarios para startups, sentando bases legales para la colaboración público-privada en innovación.

Sumándose a los esfuerzos de transformación digital, el Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información (MINTEL) ha promulgado políticas y programas en consonancia con la transformación digital. Destaca la Agenda de Transformación Digital Ecuador 2022-2025, que incluye como objetivo impulsar la creación de clústeres tecnológicos en todo el país para apoyar la productividad mediante las TIC. En este documento se reconoce la necesidad de asociatividad entre empresas tecnológicas: por ejemplo, desde 2021 se registraron al menos **20 iniciativas de formación de clústeres** sectoriales (financiero, textil, tecnológico, logístico, agroindustria, entre otros), incluyendo la conformación del primer Clúster de Tecnología de Guayaquil y el segundo Clúster de Tecnología de Quito. Estas iniciativas, lideradas por el Ministerio de Producción y MINTEL, siguen fases de pre-incubación, lanzamiento, construcción y consolidación, con énfasis en definir actores, oportunidades y gobernanza para cada ecosistema productivo (MINTEL, 2022). La política pública busca así simplificar trámites, fomentar

capacidades digitales, atraer inversiones y generar valor agregado mediante clústeres tecnológicos dinámicos.

En cuanto a la planificación estratégica, estas acciones se alinean con la Agenda 2030 y el Objetivo de Desarrollo Sostenible 9 (Industria, Innovación e Infraestructura). Para 2030 el país proyecta marcos legales y estrategias que diversifiquen la matriz productiva hacia sectores de conocimiento y alto valor agregado, atrayendo inversión y aumentando la infraestructura tecnológica. Las medidas para incentivar sectores basados en conocimiento e innovación, sumadas al incremento de la inversión pública en infraestructura de TIC, crean condiciones para impulsar el crecimiento económico y la creación de empleo digno en línea con el ODS 9 (Secretaría Nacional de Planificación, 2015).

Instituciones como la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) también han contribuido al marco institucional. En 2021 se formuló el **Plan** Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación con una visión al 2030, y en 2023 la SENESCYT participó en la creación del *Clúster Académico-Productivo del Ecuador*, una iniciativa convenida con el Consejo de Educación Superior, gobiernos locales (CONGOPE, AME, CCE) y otras entidades, para articular la academia con el sector productivo (CONGOPE, 2023). Este clúster académico-productivo, formalizado en septiembre de 2023, busca fortalecer la transferencia de conocimiento y la formación de talento pertinente a las necesidades de la industria, complementando los esfuerzos de clústeres tecnológicos regionales.

2.2 Contexto socioeconómico del norte de Ecuador

El norte de Ecuador, comprendido por las provincias de Imbabura, Carchi, Esmeraldas y Sucumbíos, alberga aproximadamente 1.3 millones de habitantes y presenta una realidad socioeconómica diversa (Censoecuador, 2022). Estas provincias conforman la Zona 1 de

planificación y combinan regiones andinas (Imbabura, Carchi), amazónicas (Sucumbíos) y costeras (Esmeraldas), con economías basadas históricamente en agricultura, comercio fronterizo, petróleo en Sucumbíos y turismo. En los últimos años han emergido esfuerzos para desarrollar infraestructura digital y capital humano tecnológico, aunque persisten brechas respecto a los polos tradicionales como lo son Quito y Guayaquil.

2.2.1 Conectividad digital

La cobertura de Internet en la zona norte ha mejorado, pero sigue por debajo del promedio nacional en algunos indicadores. A nivel país, para 2024 se estima que el 77% de la población ecuatoriana tiene acceso a Internet considerando cualquier medio de conexión (INEC, 2024). Esto refleja importantes avances en inclusión digital. De 2019 a 2022, el número de hogares con acceso a internet aumentó en un **32.7 %**, según el INEC, lo cual evidencia un salto significativo en pocos años. Sin embargo, subsisten marcadas diferencias urbano-rurales: en 2022 solo cerca del **24% de** los hogares rurales tenían Internet fijo en el país (MINTEL, 2022a), frente a una integración mucho mayor en ciudades.

Imbabura lidera la zona norte del país en cuanto a acceso a internet fijo, con un total de 86.479 cuentas de internet en el primer trimestre de 2025, superando ampliamente a provincias vecinas como Carchi, Esmeraldas o Sucumbíos, las cuales se contabilizan con menor número de conexiones (ARCOTEL, 2025).

Guayas y Pichincha, en contraste, superan cada una las 800 mil conexiones fijas, reflejando la disparidad regional. Esto indica que el norte de Ecuador encara aún retos de brecha digital, especialmente en áreas rurales donde la falta de infraestructura de última milla y costo de servicios dificultan el acceso. Para mitigar ello, el Gobierno ha implementado programas como los Infocentros comunitarios, ahora llamados puntos de encuentro, con 886 centros operativos a 2022

en parroquias rurales de todo el país, los cuales brindan Internet gratuito y capacitación básica. Varios de estos puntos están distribuidos en las parroquias rurales de Imbabura, Esmeraldas, Carchi y Sucumbíos, acercando la conectividad a comunidades alejadas. Sin embargo, una vez que los usuarios salen de estos centros, muchos se enfrentan a una realidad distinta: la conectividad depende exclusivamente de la red móvil, la cual resulta inestable o insuficiente en zonas rurales y apartadas (Redacción Primicias, 2022).

2.2.2 Infraestructura y entorno productivo

Además de la infraestructura digital, el contexto socioeconómico del norte está marcado por limitaciones en infraestructura productiva, pero con oportunidades emergentes. Imbabura cuenta con polos industriales incipientes y fue sede de la ambiciosa iniciativa de la *Ciudad del Conocimiento Yachay*, un proyecto gubernamental lanzado en 2014 para crear un parque tecnológico y ciudad universitaria en Urcuquí (Gómez Urrego, 2019). Si bien Yachay enfrentó desafíos de gestión, la **Universidad Yachay Tech** opera desde entonces formando profesionales en ciencias e ingeniería, con infraestructura de laboratorios e investigación única en el país. La presencia de Yachay Tech ha dotado a Imbabura de equipamiento científico como el centro de supercomputación, y ha atraído a investigadores internacionales, constituyendo un activo para el ecosistema innovador regional.

Por otro lado, Esmeraldas y Sucumbíos poseen infraestructura estratégica en sectores tradicionales: Esmeraldas tiene uno de los principales puertos marítimos y una refinería de petróleo, mientras Sucumbíos cuenta con campos petroleros y oleoductos (Poveda et al., 2013). Estas infraestructuras no son tecnológicas, pero ofrecen oportunidades para desarrollar soluciones TIC aplicadas a logística portuaria, monitoreo ambiental o eficiencia energética.

La ubicación fronteriza de la provincia de Carchi, que limita con Colombia, representa una

ventaja estratégica para el comercio entre ambos países (López Cadena & Vallejo Ayala, 2019). El puente internacional de Rumichaca, que conecta Tulcán con Ipiales, es una de las principales vías de intercambio de bienes, especialmente en sectores como el textil y el agroindustrial (Senplades, 2014). Esta cercanía también abre oportunidades para impulsar proyectos conjuntos en tecnología, como empresas de software que atiendan mercados en ambos lados de la frontera. Colombia, con un sector digital en crecimiento, ofrece un entorno favorable para este tipo de sinergias (ProColombia, 2023).

A pesar de estas fortalezas, la región norte del Ecuador presenta debilidades estructurales que restringen su capacidad para atraer inversión tecnológica. La violencia asociada al narcotráfico, especialmente en Esmeraldas, se ha intensificado en los últimos años. Entre 2021 y 2023, el país experimentó un aumento drástico en los niveles de violencia: los homicidios pasaron de 2.496 en 2021 a 4.603 en 2022, y alcanzaron un total de 8.008 en 2023, con una tasa de 44.6 muertes por cada 100.000 habitantes, posicionando a Ecuador entre los países con mayores tasas de homicidios de América Latina. Esta situación se ve agravada por el crecimiento de delitos como la extorsión, que aumentó un 364 % en 2023 con 21.811 casos reportados, siendo el delito más denunciado en la *Fiscalía General del Estado*. La proliferación del tráfico de armas también contribuye a esta crisis, estando presentes en nueve de cada diez homicidios (International Rescue Committee (IRC) Ecuador, 2024).

2.2.3 Talento humano y empleo TIC

La disponibilidad de talento humano calificado es a la vez una fortaleza potencial y un desafío para el norte de Ecuador. La región alberga varias instituciones de educación superior que forman profesionales en áreas afines a TIC. Además de Yachay Tech (universidad especializada en ciencias e ingeniería), en Imbabura opera la Universidad Técnica del Norte (UTN) con carreras

en informática y electrónica; en Carchi, la Universidad Politécnica Estatal del Carchi ofrece ingeniería en sistemas; Esmeraldas cuenta con la Universidad Técnica Luis Vargas Torres; y en Sucumbíos hay extensiones universitarias e institutos tecnológicos. Cada año egresan decenas de profesionales en tecnologías de la información de estas instituciones, lo cual nutre al mercado laboral local. Sin embargo, la oferta de empleo formal en el sector TIC de la zona es todavía limitada. No existen grandes empresas de software o multinacionales tecnológicas instaladas en estas provincias; la mayoría de los profesionales TIC de la región suelen migrar hacia Quito, Guayaquil u otras ciudades en busca de oportunidades, provocando cierta fuga de talento local. Las estadísticas nacionales indican que la tasa de desempleo general se mantiene baja aproximadamente *3.7 % en julio de 2024*, pero el subempleo es elevado (Primicias, 2024), y en el caso de profesionales jóvenes esto puede empujar a la migración. Para contrarrestar esto, programas públicos y privados han surgido: por ejemplo, capacitación en habilidades digitales (coding bootcamps, centros de innovación) apoyados por SENESCYT y MINTEL en la zona norte, y convenios con empresas para pasantías locales. El *Clúster Académico-Productivo* mencionado en la sección 2.1 busca precisamente alinear la formación académica con la demanda de la industria, favoreciendo la inserción de graduados en proyectos productivos locales.

2.3 Comparativa del ecosistema de clústeres tecnológicos del norte de ecuador con otros ecosistemas latinoamericanos exitosos

Para dimensionar el estado de los clústeres tecnológicos en el norte de Ecuador, resulta ilustrativo compararlo con ecosistemas consolidados de América Latina, como Medellín (Colombia), Guadalajara (México) y Santiago de Chile (Chile). Estos lugares se citan a menudo como casos de éxito en innovación tecnológica en la región, por lo que sirven de referencia para identificar brechas y aprendizajes aplicables al contexto ecuatoriano.

Medellín, Colombia. Conocida anteriormente por problemas sociales, Medellín se ha transformado en las últimas dos décadas en un modelo de ecosistema de ciencia, tecnología e innovación. La ciudad desarrolló una estrategia integral que involucró al gobierno local, sector privado y academia la llamada "triple hélice". Iniciativas emblemáticas como **Ruta N** han sido catalizadoras. Ruta N, fundada en 2009 con apoyo municipal, ofrece infraestructura física, programas de aceleración e incentivos para empresas tecnológicas. Gracias a estos esfuerzos, más de 200 startups tecnológicas estaban activamente involucradas en el ecosistema clúster de Medellín en 2024, muchas lideradas por jóvenes emprendedores que desarrollan soluciones innovadoras (Daniel García, 2024). La ciudad también impulsó proyectos como el **Valle del Software**, orientados a masificar habilidades digitales en la población e incubar empresas de base tecnológica. En términos de resultados, Medellín ha logrado atraer sedes de multinacionales de tecnología, generar miles de empleos TIC y elevar significativamente sus indicadores de innovación. Por ejemplo, Colombia se ubica en 2023 como el 4º país de América Latina en el Índice Global de Innovación, en parte gracias al aporte de Medellín. Un factor clave del éxito antioqueño es la **continuidad de políticas públicas locales** enfocadas en innovación y la creación de fondos de capital semilla locales. Si bien aún enfrenta desafíos (Sánchez-Guzmán & Betancur-Hinestroza, 2024), Medellín se ha posicionado como hub regional de innovación.

En contraste, el norte de Ecuador está todavía lejos de ese nivel de consolidación: carece de una infraestructura equivalente a Ruta N o de un número comparable de startups tecnológicas activas. La experiencia de Medellín sugiere la importancia de construir un ecosistema articulado con espacios físicos para la innovación, programas de emprendimiento y soporte gubernamental sostenido, ingredientes que el norte de Ecuador podría emular a menor escala creando centros de innovación en Ibarra o Tulcán con apoyo público-privado.

Guadalajara, México. La región de Jalisco, y particularmente su capital Guadalajara, es conocida como el "Silicon Valley mexicano". Su clúster tecnológico tiene orígenes desde los años 1970-80, cuando empresas pioneras como IBM y HP establecieron plantas en la ciudad. A lo largo de décadas, la combinación de **inversión extranjera**, una fuerte vinculación academia-industria y políticas estatales hizo que **el 70% de las empresas de semiconductores de México se concentren en Jalisco**. Entre 2018 y 2023, la industria tecnológica jalisciense atrajo más de **USD 2.758 millones de inversión**. Guadalajara hoy alberga empresas globales (Intel, Oracle, Bosch, etc.), así como un vibrante ecosistema de startups locales. Organizaciones como **IJALTI** reúnen a más de 150 empresas tecnológicas de la región y facilitan alianzas entre el sector privado, gobierno y universidades. Un logro notable es que Jalisco en 2024 alcanzó el segundo lugar nacional en valor de producción del sector TIC, exportando productos electrónicos y de software de alto valor agregado. Además, eventos masivos como **Talent Land** congregan a decenas de miles de asistentes de varios países, fortaleciendo la cultura emprendedora e innovadora. Comparativamente, el norte de Ecuador presenta un panorama mucho más incipiente: no existen aún corporaciones de alta tecnología establecidas en la región, ni un volumen de inversión privada de esa magnitud. Sin embargo, la lección de Guadalajara es la **importancia de la continuidad**: su clúster no surgió de la noche a la mañana, sino que es fruto de más de 40 años de desarrollo progresivo, apalancado en ventajas locales y estrategias gubernamentales coherentes. Para el norte ecuatoriano, emular este camino implicaría construir capacidades locales a largo plazo: p. ej., fortalecer la educación técnica regional, atraer alguna inversión ancla y promover la colaboración mediante cámaras o asociaciones TIC locales. Un aspecto favorable del norte de Ecuador es la menor escala de su ecosistema tecnológico, ya que la existencia de un número relativamente reducido de actores podría facilitar la coordinación entre empresas, instituciones académicas y

entidades públicas. No obstante, esta misma característica implica que cada iniciativa o proyecto ejerce un impacto proporcionalmente mayor sobre el desarrollo del ecosistema. La experiencia de Guadalajara demuestra que es posible consolidar un polo tecnológico competitivo fuera de la capital de un país, siempre que exista una articulación efectiva entre los diferentes actores del ecosistema. En contraste, el norte de Ecuador se encuentra en una etapa incipiente de construcción y fortalecimiento de este tipo de articulación, por lo que aún enfrenta importantes desafíos para consolidar un clúster tecnológico competitivo (González Estrada, 2024).

Santiago de Chile. Chile se ha posicionado consistentemente como uno de los ecosistemas de innovación más desarrollados de América Latina. Su capital, Santiago, concentra la mayor parte de emprendimientos tecnológicos chilenos y ha sido respaldada por políticas nacionales ejemplares. Un hito fue la creación de **Start-Up Chile en 2010**, una aceleradora financiada por el gobierno que atrajo startups de todo el mundo ofreciéndoles capital semilla programas de softlanding en Santiago. **Esta iniciativa** contribuyó a cambiar la mentalidad local hacia el emprendimiento innovador y generó numerosos casos de éxito que permanecieron en Chile (Santa Cruz, 2014). En 2025, el país avanzó al puesto **37 a nivel global en el índice de ecosistemas startup** StartupBlink, liderando en la región andina (Fajardo, 2025). Este ranking refleja condiciones favorables: **talento altamente calificado**, apertura a mercado global y **políticas públicas sostenidas**. Chile invierte fuertemente en I+D (pese a que aún busca llegar al 1% del PIB en I+D, está por delante de Ecuador) y ha desarrollado instituciones como CORFO que cofinancian la innovación privada (GBM, 2024). Asimismo, la estabilidad macroeconómica y entorno pro-negocios de Chile han atraído sedes regionales de empresas tecnológicas. Santiago hoy alberga una red de incubadoras, venture capital, coworks y hubs de innovación muy activa. Por ejemplo, existen espacios como *Chilecon Valley*, hubs en torno a universidades y eventos internacionales

como el *Web Summit Latam*. En comparación, el norte de Ecuador carece de muchos de estos elementos, no cuenta con fondos de capital de riesgo locales ni incubadoras consolidadas, y su mercado es mucho más pequeño (Lasio et al., 2019). Sin embargo, hay oportunidades de colaboración: por proximidad geográfica y cultural, emprendedores ecuatorianos podrían vincularse a redes chilenas. Un aspecto inspirador de Chile es cómo incorporó la innovación en su agenda nacional de desarrollo, más allá de Santiago: regiones chilenas como Valparaíso o Concepción también impulsan polos tecnológicos, algo equiparable al esfuerzo ecuatoriano de desarrollar la zona norte. Además, la mejora de Chile en rankings mundiales demuestra que invertir en conectividad, talento y programas de apoyo da resultados tangibles (Ecosistemastartup, 2025). Ecuador, partiendo de una posición rezagada, puede aspirar a seguir esa senda alineando sus políticas. Un contraste para resaltar es la escala: mientras Santiago cuenta con millones de habitantes y un PIB per cápita alto (Bcentral, 2025), el norte de Ecuador es más pequeño y con indicadores económicos menores. Por tanto, las estrategias deben ajustarse: quizá enfocarse en nichos específicos donde la región pueda ser competitiva.

El análisis realizado evidencia que el norte de Ecuador aún no cuenta con un ecosistema de clústeres tecnológicos consolidado. No obstante, la región presenta condiciones y actores con potencial para impulsar su desarrollo, siempre que se fortalezcan la articulación institucional, el talento humano, la inversión y las políticas públicas de apoyo a la innovación. A continuación, en la Tabla 1, se presenta un resumen comparativo de los ecosistemas de clústeres tecnológicos de Medellín, Guadalajara, Santiago y el norte de Ecuador.

Tabla 1

Comparativa del ecosistema de clústeres

Ciudad/Región	Resumen
Medellín	Medellín demuestra el poder de la articulación público-privada y los centros de innovación municipales en revivir una región; su ecosistema es medianamente grande con apoyo local fuerte
Guadalajara	Guadalajara ejemplifica un clúster maduro impulsado por la inversión extranjera temprana y el talento local, con una base industrial de electrónica/hardware única .
Santiago	Evidencia la importancia de políticas nacionales coherentes y un enfoque global desde el inicio, ubicándose en puestos de liderazgo regional en índices de innovación
Norte de Ecuador	Fase inicial, sin masa crítica de empresas ni inversión significativa. Cuenta con activos como universidades y ubicación estratégica. Necesita mejorar conectividad e infraestructura básica.

Nota. Elaboración propia.

2.4 Actores Clave en el Ecosistema de Clústeres Tecnológicos

Los clústeres tecnológicos reúnen a distintos actores que interactúan en un entorno común, compartiendo conocimientos, recursos y capacidades para impulsar la innovación. Comprender quiénes conforman estos espacios y qué funciones cumplen dentro del ecosistema resulta vital para analizar su impacto en el desarrollo tecnológico. Los principales actores que conforman los clústeres tecnológicos son:

2.4.1 Empresas

Las empresas son el núcleo de los clústeres tecnológicos, abarcando desde startups hasta grandes corporaciones. Sus características incluyen:

- Diversidad en tamaño y capacidad: Los clústeres tecnológicos suelen integrar empresas de diferentes tamaños, desde pequeñas y medianas empresas (PYMES) hasta grandes multinacionales. Las PYMES aportan flexibilidad y agilidad, mientras que las grandes empresas ofrecen recursos financieros y tecnológicos significativos (Mungaray & Palacio, 2000).

- Enfoque en innovación: Las empresas en clústers tecnológicos se caracterizan por su orientación hacia la investigación y desarrollo (I+D), buscando generar productos o servicios innovadores. Sin embargo, muchas PYMES enfrentan limitaciones en innovación tecnológica debido a restricciones financieras o de acceso a tecnología de punta (Altenburg & Meyer-Stamer, 1999).

- Interdependencia y colaboración: Las empresas establecen relaciones de subcontratación, proveeduría y cooperación, creando redes empresariales que potencian la competitividad local. Estas interacciones son clave para compartir recursos, conocimientos y acceder a mercados globales (Michael E. Porter, 1998).

- Adaptación a mercados globales: Las empresas en clústeres tecnológicos, como los de Silicon Valley, mantienen su competitividad mediante estructuras organizativas flexibles y diversificadas, respondiendo rápidamente a las demandas del mercado internacional (Michael E. Porter, 1998).

2.4.2 Instituciones de educación superior

Las universidades y centros de investigación son actores indispensables en los clústeres tecnológicos, especialmente en el modelo de triple hélice. Sus características son:

- **Generación de conocimiento:** Las IES aportan investigación académica y personal capacitado, impulsando la innovación empresarial. Además, actúan como catalizadoras para la creación de startups basadas en tecnologías derivadas de investigaciones (Caniëls & Van den Bosch, 2011).

- **Colaboración con el sector productivo:** A través de alianzas, las IES transfieren conocimiento aplicado a las necesidades de las empresas, optimizando recursos y

mejorando la competitividad (Perkmann et al., 2012).

- **Formación de capital humano:** Proveen profesionales altamente capacitados para operar tecnologías avanzadas, aunque a menudo enfrentan desafíos para alinear sus programas con las necesidades específicas del mercado (Abduvaliev & Isadjanov, 2023).
- **Gestión de la innovación:** En algunos casos, las IES no solo generan conocimiento, sino que también lideran iniciativas para la formación de nuevas empresas tecnológicas, fortaleciendo el ecosistema del cluster (Pedroza-Zapata & Silva-Flores, 2020).

2.4.3 Gobierno

El gobierno desempeña un rol estratégico en los clústers tecnológicos, apoyando su desarrollo mediante políticas públicas. Sus características incluyen:

- **Promoción de políticas de I+D**: Los gobiernos implementan políticas industriales que fomentan la investigación, el desarrollo y la formación de capital humano, creando un entorno favorable para la innovación (Mungaray & Palacio, 2000).
- **Financiamiento y regulación**: Proveen recursos financieros y regulaciones que facilitan la operación de los clústeres, como incentivos fiscales o programas de apoyo a PYMES. Sin embargo, las regulaciones burocráticas pueden ser un obstáculo para la exportación y la certificación internacional (Altenburg, 2001).
- **Coordinación de actores**: En el modelo de triple hélice, el gobierno actúa como mediador entre empresas y universidades, promoviendo la cooperación para alinear esfuerzos hacia objetivos comunes (Pérez & Marisol, 2024).
- **Infraestructura y competitividad**: Apoyan el desarrollo de infraestructura científica

y tecnológica, así como la integración de los clústeres en cadenas de valor globales, promoviendo la competitividad regional (Perkmann et al., 2012).

2.4.4 Otros actores relevantes

Además de los actores principales del modelo de triple hélice, otros agentes contribuyen al funcionamiento de los clústeres tecnológicos:

- **Proveedores especializados**: Suministran insumos críticos, maquinaria automatizada y servicios que fortalecen las cadenas de valor dentro del clúster (Porter, 1998).
- **Asociaciones empresariales**: La asociatividad empresarial a través de clústeres permite a las empresas unir recursos y conocimientos, actuar colectivamente, mejorar su competitividad, facilitar el acceso a mercados internacionales, fomentar la innovación y fortalecer su capacidad para enfrentar desafíos (Pillihuamán Huamaní, 2024).

2.5 Análisis FODA del ecosistema de clústeres tecnológicos del norte de Ecuador

2.5.1 Análisis de fortalezas

La colaboración entre empresas, universidades, centros tecnológicos y entidades gubernamentales es una de las características distintivas de los clústeres tecnológicos exitosos. Esta sinergia permite la articulación de capacidades complementarias, el desarrollo de innovación conjunta y la generación de ventajas competitivas regionales. Identificar las principales fortalezas que emergen de esta interacción resulta fundamental para comprender los factores que impulsan el rendimiento de los ecosistemas tecnológicos (Smith Lawton & Leydesdorff, 2023).

El análisis se organiza en dos planos. En primer lugar, se sintetizan las fortalezas que la literatura

atribuye a los clústeres consolidados, que operan como referencia comparativa. En segundo lugar, se identifican las fortalezas propias del ecosistema del norte de Ecuador, contrastadas más adelante con los resultados del capítulo III.

Fortalezas de referencia en clústeres consolidados

Sinergias multidireccionales. La interacción entre universidades, empresas y gobierno genera sinergias que facilitan la transferencia de conocimiento, innovación y recursos. Estos vínculos fortalecen el ecosistema, acelerando el desarrollo tecnológico *(Perkmann et al., 2012)*.Por ejemplo, en el clúster de biotecnología de Boston, la cooperación intensa entre instituciones académicas y firmas privadas ha impulsado la creación de startups y nuevos productos *(Rothaermel et al., 2007)*.

Sinergia de habilidades. Las empresas dentro del clúster aprovechan sus fortalezas específicas y recursos complementarios. La especialización y división del trabajo permiten una mayor eficiencia en procesos innovadores y productivos *(Breschi & Malerba, 2001).*

Apoyo institucional y políticas públicas adecuadas. La existencia de políticas de apoyo y programas de financiamiento dirigidos a fomentar la cooperación público-privada y el desarrollo tecnológico contribuyen significativamente a la colaboración exitosa *(Asheim et al., 2011).*

Fortalezas identificadas en el norte de Ecuador

Presencia de Infraestructura Académica y de I+D. La región cuenta con universidades e institutos tecnológicos que forman talento en ingeniería, TIC y ciencias. En particular, Yachay Tech aporta laboratorios e investigación de alto nivel en el norte, actuando como semillero de innovación en la región. Esto provee capital humano calificado y potencial de transferencia tecnológica local *(Gómez Urrego, 2019)*.

Ubicación Geográfica Estratégica. Imbabura y Carchi son puerta de entrada terrestre al país desde Colombia, lo que facilita la logística y el comercio binacional. Esta condición puede explotarse para clústeres orientados a exportación de servicios (p.ej., empresas de software pueden atender clientes en Colombia desde Tulcán o Ibarra con relativa facilidad). Asimismo, Sucumbíos conecta con la región amazónica y Esmeraldas con el Pacífico, brindando acceso a mercados y recursos diversos.

Cultura de innovación y adopción tecnológica. Las organizaciones de la región asocian de forma consistente la adopción y la actualización tecnológica con la mejora de su calidad y de su competitividad. Esta convicción constituye un activo intangible del territorio, en la medida en que reduce la resistencia al cambio y facilita la incorporación de nuevas herramientas digitales. La evidencia empírica que respalda esta fortaleza se presenta en el Capítulo III.

Disposición a la aglomeración y al trabajo conjunto. Existe una valoración favorable hacia la creación de espacios físicos de colaboración, como parques tecnológicos e incubadoras, y hacia la proximidad entre organizaciones del sector. Esta apertura resulta relevante para un ecosistema emergente, ya que la voluntad de agruparse antecede a la conformación efectiva de un clúster.

2.5.2 Identificación de debilidades

La cooperación interinstitucional representa un eje estratégico en el desarrollo de los clústeres tecnológicos, aunque su implementación no está exenta de obstáculos. Las diferencias en capacidades, prioridades, estructuras organizativas y acceso a recursos pueden dificultar una colaboración efectiva. Asimismo, la ausencia de mecanismos formales de gobernanza o la escasa alineación entre la oferta académica y demanda empresarial pueden debilitar el impacto del ecosistema (Marín-González et al., 2019).

El análisis de las fallas encontradas en casos existentes permite reconocer restricciones recurrentes y plantear estrategias orientadas a fortalecer la gestión colaborativa de los clústeres tecnológicos, las principales debilidades identificadas se encuentran:

Desigualdad en recursos y capacidades. Grandes empresas y universidades con recursos sólidos pueden dominar el clúster, limitando el impacto de Pymes o actores menos preparados. Esta informalidad en la estructura de poder puede inhibir la plena participación y reducir el impacto de innovación colectiva (Horta Berro et al., 2021). Además, las Pymes con escasa capacidad financiera o tecnológica suelen quedar relegadas en procesos colaborativos (Méndez Gabino et al., 2025).

Poca confianza y conflictos de intereses. La protección de propiedad intelectual y la competencia entre actores puede generar desconfianza, reduciendo la voluntad de compartir información estratégica. En algunos clústeres tradicionales, esta barrera impide alcanzar la eficiencia innovadora deseada (Fritsch & Lukas, 2001).

Diferencias organizativas y culturales. Universidades, empresas y organismos públicos operan con lógicas, tiempos y objetivos disímiles, dificultando la comunicación. Esta falta de alineación obstaculiza la planificación conjunta y la ejecución de proyectos (Katz & Martin, 1997).

Burocracia y regulaciones rígidas. Los procesos administrativos extensos y las regulaciones poco adaptadas pueden ralentizar la ejecución de proyectos conjuntos y restringir la agilidad en la toma de decisiones (Ruiz-Mejías & Corrales-Mejías, 2015). Las Pymes, en particular, se ven afectadas por los requisitos de certificación y trámites regulatorios.

2.5.3 Identificación de oportunidades

los clústeres tecnológicos pueden apalancar varias tendencias favorables para impulsar su crecimiento. Factores externos como la transformación digital, cambios geopolíticos y avances

tecnológicos abren ventanas de oportunidad para fortalecer los ecosistemas de innovación regionales. De hecho, organismos internacionales señalan que existe un potencial no explotado en la región: la inversión en I+D en América Latina equivale apenas al 0.62 % del PIB, a pesar de sus altos retornos esperados (Hernández, 2025). Aprovechar adecuadamente estas condiciones externas puede traducirse en ventajas competitivas significativas para los clústeres tecnológicos locales. Las principales oportunidades identificadas incluyen:

Digitalización acelerada de las MIPYME

La adopción masiva de tecnologías digitales por parte de micro, pequeñas y medianas empresas se ha convertido en un catalizador de competitividad. Herramientas basadas en la nube, comercio electrónico e inteligencia de datos están siendo incorporadas rápidamente, lo que amplía mercados y eficiencias en el ecosistema empresarial. Por ejemplo, en América Latina el uso de soluciones digitales durante la pandemia permitió mitigar hasta un *75%* de las pérdidas económicas potenciales, mejorando el desempeño de muchas empresas (Velásquez Chacón, 2025). Esta transformación digital de las MIPYME fortalece el tejido del clúster al elevar la productividad y facilitar su integración en cadenas de valor más amplias.

Nearshoring e integración en cadenas globales

Los recientes acontecimientos geopolíticos están generando oportunidades para que los clústeres latinoamericanos se inserten en mercados internacionales. La tendencia del *nearshoring* ha cobrado impulso, permitiendo atraer inversión extranjera directa y nuevos negocios. Países de la región ya se benefician de este fenómeno –México, Costa Rica o Panamá han captado fabricantes y multinacionales que buscan salir de Asia–, demostrando el potencial de la región para capitalizar la deslocalización cercana (Economist Impact & J.P. Morgan., 2025). Para los clústeres tecnológicos locales, esta apertura representa la posibilidad de integrarse en cadenas globales de

suministro, acceder a nuevos mercados de exportación y establecer alianzas con actores internacionales, fortaleciendo su crecimiento.

Avance de Tecnologías Emergentes

La rápida evolución de campos tecnológicos disruptivos ofrece nuevos nichos de negocio e innovación para los clústeres. Expertos señalan que los recientes avances en IA transformarán industrias enteras, brindando la oportunidad de acelerar la innovación y optimizar procesos en toda la cadena de valor. La adopción temprana de estas tecnologías emergentes por parte de empresas e instituciones del clúster puede traducirse en ventajas pioneras, desarrollo de productos de alto valor añadido y mejoras sustanciales en eficiencia. Además, la disponibilidad creciente de soluciones tecnológicas reduce barreras de entrada y permite que incluso actores pequeños innoven y compitan globalmente (Behnam Tabrizi et al., 2024).

Entorno propicio e inversión en innovación

A nivel nacional, se observan señales macroeconómicas y normativas que los clústeres podrían aprovechar. En el caso de Ecuador, el sector tecnológico ha mostrado un crecimiento general impulsado por la aparición de nuevas startups y el reconocimiento del papel estratégico de la innovación (León & Martínez, 2022)**.** En teoría, esta alineación de voluntades reflejada en herramientas como la Ley de Emprendimiento (Asamblea Nacional, 2020) constituye una oportunidad clave, ya que debería significar más recursos y financiamiento. No obstante, como se evidencia en los resultados de la presente investigación, el ecosistema del norte de Ecuador aún enfrenta el desafío de materializar estas oportunidades macro. Si bien existe un entorno nacional diseñado para incentivar la innovación, a nivel regional persisten brechas significativas en el acceso efectivo a políticas públicas de fomento y fondos de investigación, lo que frena la rapidez con la que estos clústeres pueden escalar.

Cooperación internacional y redes globales

La creciente interconexión entre ecosistemas de distintos países abre oportunidades de colaboración antes impensables. Existen iniciativas birregionales y alianzas público-privadas orientadas a enlazar clústeres de diferentes geografías para compartir conocimiento, buenas prácticas y oportunidades de negocio. En la práctica, esto se traduce en participación en proyectos internacionales, consorcios de investigación conjunta y acceso a redes de contactos globales. Por ejemplo, se ha destacado la importancia de plataformas que faciliten la interacción entre clústeres de distintos países y el acceso a otras redes internacionales, como mecanismo para impulsar la innovación conjunta. A su vez, la atracción de empresas ancla o inversiones de multinacionales hacia el clúster local debería ser posible gracias a estas conexiones globales ya que puede generar encadenamientos productivos y transferencias tecnológicas valiosas (Paton et al., 2018).

2.5.4 Identificación de amenazas

El entorno impone amenazas que pueden frenar el desarrollo de los clústeres tecnológicos si no se gestionan adecuadamente. La volatilidad económica, la competencia global, la rápida obsolescencia tecnológica y otros factores exógenos suponen riesgos que los actores del ecosistema deben monitorear constantemente. La persistente baja inversión en innovación es un factor crítico: se calcula que la adopción lenta e incompleta de nuevas tecnologías explica hasta un *83%* de la brecha de productividad entre América Latina y las economías avanzadas (Hernández, 2025). A continuación, se detallan las principales amenazas identificadas:

Dispersión del talento por trabajo remoto

La aceleración del teletrabajo a raíz de la pandemia de COVID-19 ha diluido la importancia de la localización física, poniendo en entredicho uno de los pilares de los clústeres tradicionales. La concentración geográfica de personal calificado, startups e inversionistas solía ser un atractivo

clave de polos tecnológicos como Silicon Valley, sin embargo, con el empleo remoto se conoce la existencia de talento tecnológico distribuido fuera de estos centros de innovación, lo que amplía las oportunidades para profesionales y empresas ubicados en otras regiones. Si las empresas pueden acceder a talento global sin necesidad de relocalizarse, la **propuesta de valor** de un clúster basado únicamente en proximidad disminuye. Esta dispersión del talento implica que los clústeres locales enfrentan la amenaza de perder profesionales hacia empresas foráneas que ofrecen trabajo a distancia, así como la posible desintegración de la comunidad local si muchos actores optan por no concentrarse físicamente. Mantener la cohesión y las ventajas de la interacción presencial en un contexto de teletrabajo extendido se convierte, por tanto, en un desafío estratégico (Revistamercado, 2020).

Fuga de cerebros y competencia por talento especializado

Relacionado con lo anterior, los clústeres tecnológicos de países en desarrollo enfrentan la constante amenaza de la **emigración o expatriación del talento**. Las diferencias salariales, de estabilidad económica y de condiciones de I+D llevan a que muchos profesionales altamente calificados opten por trabajar para empresas del exterior o directamente migrar hacia polos consolidados. Por ejemplo, en Argentina la fuga de talento tech alcanzó niveles inéditos en 2025, con miles de desarrolladores y expertos en IA facturando en dólares para compañías extranjeras o mudándose al extranjero en busca de mejores oportunidades (IArgentina, 2025). Esta "diáspora digital" debilita los clústeres locales al privarlos de sus mejores expertos, dificultando la conformación de equipos innovadores y reduciendo la masa crítica de conocimiento. Además, eleva la competencia por el recurso humano especializado restante, encareciendo costos laborales. La **retención de talento** y la creación de incentivos para que los profesionales permanezcan (o regresen) se vuelve imprescindible ante esta amenaza, pues un clúster sin capital humano

calificado pierde su capacidad de innovación (OECD, 2019).

Baja inversión y apoyo financiero insuficiente

Aunque existen avances, muchos clústeres tecnológicos operan en entornos de limitado acceso a capital y financiamiento, lo cual constituye una amenaza estructural. Los ciclos económicos adversos o prioridades gubernamentales cambiantes pueden traducirse en **recortes a programas de innovación**, escasez de fondos de capital riesgo o créditos tecnológicos, dejando a emprendimientos y centros de investigación sin los recursos necesarios. Actualmente, la región invierte muy poco en I+D en términos comparativos –solo 0.62 % del PIB, muy por debajo de economías líderes– lo que evidencia un rezago en apoyo a la ciencia e innovación (Hernández, 2025). Esta falta de financiamiento sostenido limita la capacidad de los clústeres para crecer y competir internacionalmente, y los vuelve vulnerables ante shocks externos.

Tabla 2

Resumen FODA del ecosistema de clústeres tecnológicos del norte de Ecuador

Fortalezas (interno)	Oportunidades (externo)	Debilidades (interno)	Amenazas (externo)
Universidades e institutos tecnológicos en la región (Yachay Tech, UTN, etc.), que proveen talento e infraestructura de I+D local.	Aceleración de la transformación digital post-2020 genera mayor mercado para productos/servicios TIC a nivel nacional e internacional.	Brecha digital e infraestructura limitada: baja penetración de internet fijo en zonas rurales (~24% hogares rurales con internet); pocas instalaciones especializadas (parques tecnológicos, incubadoras) en la región.	Tendencia a la centralización: polos consolidados (Quito, Guayaquil) continúan atrayendo la mayoría de talento e inversiones TIC, dejando rezagada a la periferia.
Población joven y diversa, con potencial creativo y bilingüe (frontera colombo-ecuatoriana).	Apoyo de cooperación internacional (BID, CEPAL) y posibles convenios con ecosistemas vecinos (Colombia) para transferencia de conocimientos.	Tejido empresarial TIC muy pequeño; falta masa crítica de empresas y emprendimientos tecnológicos locales, con escaso networking.	Vulnerabilidad macroeconómica: crisis fiscales o choques externos podrían recortar presupuestos de ciencia/tecnología y reducir demanda local.
Marco legal nacional favorable (Ley Emprendimiento 2020) y programas públicos activos en la zona (infocentros, capacitaciones).	Políticas gubernamentales de desconcentración e inversión en conectividad (Plan Nacional prevé mejorar conectividad y productividad regional).	Economías locales aún centradas en sectores tradicionales, poca inversión privada en innovación y dependencia de actividades de bajo valor agregado.	Inestabilidad política o burocracia excesiva que frene la continuidad de programas de apoyo a clústeres; cambios de prioridades gubernamentales.
Sectores productivos locales demandando innovación (agrotech, turismo, petróleo), nichos para emprendimientos TIC.	Potencial de clústeres en áreas verdes y culturales aprovechando biodiversidad y patrimonio del norte (innovación sostenible con financiamiento global).	Institucionalidad local débil en innovación (falta de agencias/gestores especializados a nivel provincial) y coordinación insuficiente entre actores del ecosistema.	Competencia de ecosistemas más avanzados en Latam que captan a los mejores emprendedores e inversionistas, restando visibilidad al norte ecuatoriano.
Ubicación estratégica (frontera norte, salida al Pacífico), facilitando comercio e intercambio tecnológico transfronterizo.	Posibles reformas pro-inversión en Ecuador que hagan más atractivo emprender en regiones (seguridad jurídica, incentivos tributarios, acuerdos comerciales).	Déficits en educación básica y técnica en segmentos de la población; brechas sociales que dificultan la inclusión digital amplia.	Inseguridad y violencia crecientes en ciertas zonas del norte, las cuales ahuyentan inversiones y erosionan las condiciones para negocios tecnológicos.

Nota. Adaptado de: (MINTEL, 2022a).

2.6 Línea de tiempo de la evolución de políticas y eventos clave del ecosistema de innovación en el norte de ecuador

La siguiente línea de tiempo recoge los hitos más significativos que han marcado la consolidación del ecosistema de innovación y los clústeres tecnológicos en la región norte del Ecuador durante los últimos años (2014–2024). Esta cronología integra tanto políticas públicas de alcance nacional con incidencia regional, como eventos clave desarrollados en las provincias de Imbabura, Carchi, Esmeraldas y Sucumbíos, los cuales han contribuido de manera decisiva a la configuración del entorno innovador actual.

Tabla 3

Línea de tiempo de hitos clave (2014–2026) en el ecosistema de innovación del norte de ecuador.

Año	Hito
2014	Inicio de operaciones de Yachay. El 31 de marzo de 2014 se inaugura la Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay en Urcuquí (Imbabura). Ese día comienzan los cursos de nivelación para 175 postulantes, en áreas como química, física y matemáticas. La institución, ubicada en la denominada "Ciudad del Conocimiento", inaugura así el primer campus público de investigación científico-tecnológica en la región norte de Ecuador (Yachay, 2014).
2015	Agenda Digital Ecuador 2016-2021: El MINTEL lanza lineamientos nacionales para TIC, incluyendo la expansión de infraestructura (fibra óptica, redes LTE) y proyectos de *Gobierno Electrónico*. Se sientan bases para reducir la brecha digital, de lo cual la Zona 1 sería beneficiaria en años siguientes (MINTEL, 2016).
2016	**Primeras startups locales y hackatones:** Surgen los primeros emprendimientos tecnológicos originados en el norte, algunos apoyados por concursos nacionales. Por ejemplo, en Ibarra se organiza un hackatón orientado a promover y facilitar el desarrollo de soluciones tecnológicas que impulsen el uso de medios de pago electrónicos en el país. El objetivo principal era facilitar la creación de aplicaciones

Año	Hito
	innovadoras en hardware y software libre.
2018	**Plan Nacional de Competitividad e Innovación 2018-2022:** El gobierno incluye en su estrategia económica metas de impulso a industrias 4.0, economía naranja y desarrollo territorial. Se comienza a hablar de *"ecosistemas de innovación"* en las zonas fuera de las metrópolis. En Imbabura, la prefectura crea una unidad de innovación para articular proyectos productivos con la academia (precursor del clúster académico-productivo posteriormente formalizado)(CES_EC, 2023).
2019	Imbabura, primer Geoparque Mundial UNESCO. El 17 de abril la provincia de Imbabura recibe la designación de Geoparque Mundial, impulsando iniciativas de geoturismo e innovación territorial (UNESCO, 2019).
2020	Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación: (Ver sección 2.1) Aprobación de la ley nacional que establece incentivos a startups, simplificación de trámites para emprendedores, creación del registro nacional de emprendimientos innovadores (GOB, 2020). Este año también la pandemia de COVID-19 golpea al país: si bien fue una crisis, cataliza la digitalización de muchos servicios y la adopción tecnológica incluso en provincias periféricas (teletrabajo, educación virtual), aumentando la conciencia sobre la importancia de la conectividad y las soluciones TIC (Ramírez Velásquez et al., 2021).
2021	Lanzamiento de iniciativas de clústeres sectoriales: El Ministerio de Producción y MINTEL comienzan a impulsar formalmente la conformación de clústeres en diversos sectores económicos como parte de la reactivación post-pandemia. Se identifican sectores prioritarios y se inicia la fase de pre-incubación de 20 iniciativas de clúster a nivel nacional. En tecnología, se consolidan dos clústeres piloto en Quito y Guayaquil. Aunque ninguno se ubica en el norte, esta política allana el camino para replicar la metodología en otras regiones. En paralelo, en 2021 MINTEL instala nuevos Puntos del Encuentro (infocentros) en comunidades rurales de Carchi y Esmeraldas, mejorando el acceso digital comunitario (MINTEL, 2022b).
2022	Agenda de Transformación Digital 2022-2025: La Ministra Vianna Maino presenta

Año	Hito
	la agenda nacional digital, que incluye entre sus ejes promover clústeres tecnológicos y la transformación productiva digital en todo el territorio (Meza et al., 2022). Además, a finales de 2022 el INEC realiza el *Censo de Población y Vivienda*, cuyos resultados preliminares en 2023 aportan datos actualizados de conectividad y características socioeconómicas de la zona norte, insumos valiosos para planificar políticas de innovación regional (Censos, 2022). Asimismo, en 2022 Yachay Tech gradúa su quinta cohorte de estudiantes, muchos de los cuales crean startups o laboratorios de investigación que buscan establecerse en la región, consolidando lentamente un clúster de conocimiento en torno a Yachay (Yachaytech, 2022).
2023	Conformación del Clúster Académico-Productivo del Ecuador: En septiembre, varias instituciones (SENESCYT, Consejo de Educación Superior, CONGOPE, AME) firman un convenio nacional para integrar academia y sector productivo en un clúster macro (CONGOPE, 2023). Las universidades e institutos del norte se adhieren a esta iniciativa, buscando que sus proyectos de investigación tengan aplicación en las empresas locales.
2024	Continuidad e impulso a la innovación en el nuevo gobierno: A finales de 2023 asume un nuevo gobierno nacional (tras elecciones anticipadas), el cual en 2024 ratifica compromisos con la Agenda Digital y los ODS (MINTEL, 2024).
2025	Política Pública de Transformación Digital 2025-2030: El MINTEL establece nuevos lineamientos para fortalecer la transformación digital del Ecuador, incluyendo innovación tecnológica, economía digital, infraestructura y desarrollo de capacidades digitales, elementos que contribuyen al fortalecimiento de ecosistemas tecnológicos regionales (MINTEL, 2025).

Nota. Elaboración Propia.

2.7 Diseño metodológico para encuestas: diseño, muestra y herramientas de análisis

Para este estudio se estructuró un diseño metodológico de campo basado en encuestas. Esta planificación definió los lineamientos para el instrumento, el tipo de preguntas, la población

objetivo y las técnicas de análisis, asegurando la coherencia con el objetivo general de la investigación.

Diseño del instrumento

Se elaboró un cuestionario estructurado dirigido a actores clave del ecosistema de innovación del norte de Ecuador. Bajo el enfoque de la triple hélice, el levantamiento se orientó a perfiles técnicos y de liderazgo —desarrolladores, jefes de departamentos de TIC y especialistas tecnológicos— pertenecientes a diversas organizaciones del sector público, empresas privadas e instituciones académicas de la región. El cuestionario se conformó por preguntas cerradas de tipo Likert.

- **Variables e indicadores:** Las preguntas se basaron en las variables de investigación identificadas en capítulos previos. Se evaluaron aspectos relacionados con la inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D), la calidad y competitividad, la adopción de tecnologías y el talento humano, la colaboración interinstitucional, el contexto regional y los retos locales, así como las características del ecosistema tecnológico regional. Estos indicadores permitieron cuantificar aspectos del análisis FODA, facilitando la identificación de fortalezas y debilidades internas, así como la recopilación de percepciones sobre las oportunidades y amenazas presentes en el entorno del ecosistema tecnológico del norte del Ecuador.

- Escala Likert: Se utilizó una escala de Likert de cinco puntos (1=Totalmente en desacuerdo, 5=Totalmente de acuerdo) para que los encuestados valoraran afirmaciones relativas al ecosistema. La escala de Likert es adecuada para medir actitudes y percepciones graduadas (Muguira, 2024), permitiendo captar la intensidad de las opiniones. La inclusión de un punto medio neutral permitió recoger la respuesta de quienes no mantenían una

postura definida. Se cuidó que cada afirmación fuera clara y específica, evitando sesgos de formulación. Por ejemplo, en lugar de una pregunta vaga como "¿Cree que hay apoyo?", se planteó: "Las políticas gubernamentales actuales fomentan el desarrollo de empresas tecnológicas en mi provincia" con opciones de acuerdo (Casas Anguita et al., 2003). Este tipo de diseño estandarizado facilitó el análisis comparativo entre encuestados.

Plataforma de recolección

Dada la dispersión geográfica de los actores y en procura de eficiencia, la encuesta se implementó mediante Google Forms, plataforma en línea ampliamente utilizada por su facilidad de acceso y familiaridad para los usuarios. Google Forms permitió llegar a encuestados de diferentes localidades mediante el envío de un enlace, sin costo asociado. El formulario se configuró asegurando el anonimato (no se solicitaron datos personales sensibles, solo datos de caracterización general como provincia, rol en el ecosistema, sector de actividad). La interfaz web facilitó que los participantes respondieran desde una computadora o un teléfono móvil con conexión a internet. Además, la plataforma recopiló automáticamente las respuestas en una hoja de cálculo, lo que simplificó el posterior procesamiento de los datos. Para los participantes con baja conectividad se previó la aplicación del cuestionario fuera de línea y la posterior carga de las respuestas al sistema, con el fin de asegurar una cobertura amplia. De igual manera, se dispuso de versiones impresas para su aplicación presencial, cuyos datos fueron digitados posteriormente en la plataforma por el investigador.

Tamaño y tipo de muestra

Se optó por un muestreo no probabilístico intencional, debido a que la población objetivo estaba conformada por actores especializados del ecosistema tecnológico del norte del Ecuador. Este enfoque permitió seleccionar participantes con conocimientos y experiencia relacionados con

la innovación, la transformación digital y el desarrollo tecnológico, información indispensable para cumplir con los objetivos de la investigación.

La selección de los participantes se realizó considerando su pertenencia a organizaciones vinculadas al sector tecnológico de las provincias de Imbabura, Carchi, Esmeraldas y Sucumbíos. Se incluyeron representantes de empresas privadas, instituciones académicas y entidades del sector público, quienes respondieron un cuestionario estructurado en dos secciones: la primera destinada a recopilar datos de clasificación de la organización (provincia, tipo de organización y tamaño), y la segunda conformada por ítems en escala de Likert de cinco puntos, orientados a evaluar aspectos relacionados con la inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D), calidad y competitividad, adopción de tecnologías y talento humano, colaboración interinstitucional, contexto regional y retos locales, así como las características del ecosistema tecnológico regional.

Se reconoce que la muestra no constituye un conjunto aleatorio estadísticamente representativo. No obstante, para los objetivos del estudio -caracterizar y analizar el fenómeno incipiente de los clústeres tecnológicos- resultó más pertinente una muestra de informantes clave. Este enfoque de "bola de nieve" también se aplicó: se invitó a los participantes iniciales a referir a otros posibles encuestados, lo que amplió la red de respuesta dentro del ecosistema.

En la fase de planificación se estableció como meta un mínimo aproximado de 45 encuestas efectivas, cifra obtenida al aplicar la fórmula de población finita sobre el marco muestral depurado y utilizada únicamente como referencia orientativa del esfuerzo de campo. Este criterio sirvió de base para justificar la cobertura alcanzada, cuyo detalle y verificación se presentan en el Capítulo III.

Procesamiento y herramientas de análisis

Una vez recolectados los datos, se empleó una combinación de herramientas cuantitativas y cualitativas para su análisis:

- Para los datos **cuantitativos** (Likert y preguntas cerradas), se utilizó Microsoft Excel para la organización y depuración de la matriz de datos, junto con rutinas desarrolladas en Python para el procesamiento estadístico. Con estas herramientas se calcularon estadísticas descriptivas: distribución de frecuencias, cálculo de medias y desviaciones estándar de cada ítem Likert, con segmentación por tipo de organización. La consistencia interna de las escalas Likert se evaluó mediante el coeficiente alfa de Cronbach, agrupando los ítems bajo cada dimensión, lo que permitió verificar la fiabilidad del instrumento. Adicionalmente, se exploraron las correlaciones entre variables mediante el coeficiente de Spearman, con el fin de identificar asociaciones entre las dimensiones evaluadas. Dado el tamaño muestral, el análisis fue predominantemente descriptivo. No obstante, se aplicaron contrastes no paramétricos (Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney) para comparar las percepciones entre los distintos tipos de organización representados en la muestra.

- **Visualización de resultados:** Como apoyo al análisis, los hallazgos se representaron mediante gráficos estadísticos generados a partir de la matriz de datos procesada. Por ejemplo, se elaboraron gráficos de barras con el promedio de acuerdo Likert para cada factor evaluado, segmentado por tipo de organización. Asimismo, se elaboraron tablas y figuras de síntesis con los principales indicadores del ecosistema, integrando fuentes secundarias con los datos de la encuesta. Estas visualizaciones se incorporaron como figuras en el Capítulo III. Las gráficas finales se exportaron en formato estático (PNG/SVG), lo que aseguró su correcta visualización en la impresión del documento.

Alineación con Capítulo III

Esta estrategia metodológica complementó el análisis documental ya realizado con evidencia de primera mano, de modo que en el Capítulo III se presentan los resultados empíricos obtenidos. El cuestionario aplicado cubrió las dimensiones clave identificadas en el marco teórico y en el contexto, lo que garantizó la coherencia temática. Además, los resultados de la encuesta alimentaron un diagnóstico cuantitativo que, combinado con el FODA y la línea de tiempo, permitió responder al objetivo general de la tesis: caracterizar los clústeres tecnológicos en el norte de Ecuador y medir su impacto en la innovación tecnológica mediante un análisis de competitividad.

CAPÍTULO III: modelo matemático y análisis de resultados de la encuesta

3.1 Introducción

Este capítulo formaliza el modelo matemático empleado para el tratamiento de los datos recolectados mediante la encuesta aplicada a los actores del ecosistema tecnológico del norte de Ecuador (provincias de Imbabura, Carchi, Esmeraldas y Sucumbíos) y presenta los resultados obtenidos de su aplicación. El modelo operacionaliza la propuesta metodológica del Capítulo II (sección 2.7): cuantificación de la escala de Likert, verificación de la fiabilidad del instrumento mediante el coeficiente alfa de Cronbach, estadística descriptiva por ítem, agregación por dimensiones de análisis, construcción de un Índice de Competitividad del Clúster (ICC), análisis de correlación de Spearman y contrastes no paramétricos de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney.

El procesamiento de los datos se implementó en Python 3.12, empleando las bibliotecas pandas, numpy, scipy y matplotlib. A partir de la matriz de respuestas se generaron las diez figuras que ilustran este capítulo, así como el conjunto de resultados numéricos que sustentan el análisis presentado en las secciones siguientes.

3.2 Diseño muestral

3.2.1 Población objetivo

La población de estudio se construyó a partir de los registros de RUC del Servicio de Rentas Internas (SRI), filtrando organizaciones de base tecnológica (códigos CIIU 6201, 6202, 6209, 6311, 6312 y 5820) activas, con establecimiento abierto y localizadas en las provincias del norte del país. Este listado se complementó con empresas públicas y con organizaciones tecnológicas de mayor reconocimiento en la región, identificadas mediante fuentes institucionales y contacto directo. Durante la depuración se realizó una verificación en campo de las direcciones registradas, procedimiento que evidenció una brecha relevante: un número considerable de contribuyentes

figuraba en el registro con la actividad económica requerida y en estado activo, pero no mantenía operación efectiva en el domicilio declarado. Los registros que no pudieron ser verificados fueron excluidos del marco muestral. Se obtuvo una población de referencia de N = 51 organizaciones, complementada con actores institucionales y académicos del ecosistema.

3.2.2 Fórmula de tamaño muestral para población finita

El tamaño de muestra se determinó con la fórmula clásica para el cálculo de proporciones en poblaciones finitas (Casas Anguita et al., 2003):

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2(N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

donde N es el tamaño de la población, Z el valor asociado al nivel de confianza, p y q las probabilidades de éxito y fracaso, y e el error máximo admitido:

Tabla 4

Parámetros para el cálculo del tamaño de la muestra en población finita

Parámetro	**Significado**	**Valor**
N	Tamaño de la población o universo	51
Z	Nivel de confianza del 95 %	1.96
p	Probabilidad de éxito	0.50
q = 1 − p	Probabilidad de fracaso	0.50
e	Error máximo de estimación admitido	0.05

Nota. Elaboración propia.

Al sustituir los valores se obtiene:

$$n = \frac{51 \times 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2 \times 50 + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5} = \frac{48.98}{1.0854} \approx 45$$

Este cálculo se utilizó únicamente como una referencia metodológica para orientar la recolección de información. Durante el trabajo de campo se obtuvieron 47 encuestas efectivas. Dado que la selección de los participantes se realizó mediante un muestreo no probabilístico intencional con complemento de bola de nieve, los resultados no pretenden realizar inferencias estadísticas hacia la población ni permiten asociar niveles de confianza o márgenes de error estadístico.

3.2.3 Caracterización de la muestra

La composición final de la muestra, según provincia, tipo de organización y tamaño, se resume en la siguiente tabla:

Tabla 5

Composición de la muestra según provincia, tipo y tamaño de organización

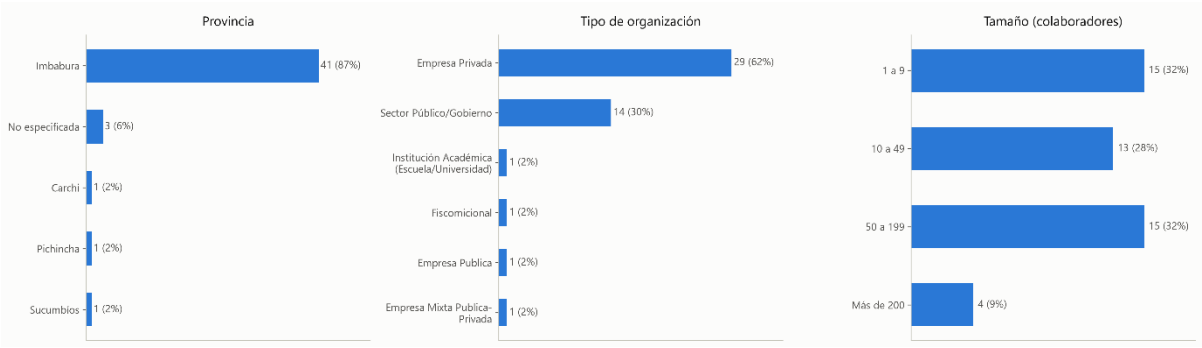
Variable	**Categoría**	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Provincia	Imbabura	41	87.2 %
	No especificada	3	6.4 %
	Carchi	1	2.1 %
	Pichincha	1	2.1 %
	Sucumbíos	1	2.1 %
Tipo de organización	Empresa privada	29	61.7 %
	Sector público / gobierno	14	29.8 %
	Institución académica	1	2.1 %
	Fiscomisional	1	2.1 %

	Empresa pública	1	2.1 %
	Empresa mixta público-privada	1	2.1 %
Tamaño (colaboradores)	1 a 9	15	31.9 %
	10 a 49	13	27.7 %
	50 a 199	15	31.9 %
	Más de 200	4	8.5 %

Nota. Elaboración propia.

Figura 1

Caracterización de la muestra (n = 47)



Nota. Elaboración propia.

Para los contrastes por grupos, las categorías se consolidaron en tres estratos de análisis: Privada (n = 29), Pública —gobierno y empresa pública— (n = 15) y Otras —académica, fiscomisional y mixta— (n = 3).

3.3 Formalización del instrumento y matriz de datos

Esta sección define la representación matemática de las respuestas y la estructura de dimensiones sobre la que operan los análisis posteriores.

3.3.1 Cuantificación de la escala de Likert

El instrumento contiene 20 afirmaciones evaluadas con una escala de Likert de cinco

puntos (Andrés Muguira, 2024). Cada respuesta se cuantifica de manera que:

$$x_{ij} \in \{1, 2, 3, 4, 5\}, \quad i = 1, \ldots, 20; \quad j = 1, \ldots, 47$$

donde x(ij) es la valoración del encuestado j al ítem i, con la siguiente correspondencia semántica:

Tabla 6

Correspondencia semántica y numérica de la escala de Likert

Valor	**Etiqueta**
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Neutral
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

Nota. Elaboración propia.

El conjunto de respuestas conforma la matriz de datos X, de dimensión 47 × 20 (47 encuestados por 20 ítems), que constituye el insumo de todo el análisis posterior.

3.3.2 Operacionalización: ítems, dimensiones y polaridad

Los 20 ítems se agrupan en seis dimensiones de análisis (k = 1,…,6) derivadas de las variables de investigación de la tesis (colaboración en el clúster, infraestructura y apoyo, talento humano, impacto en la innovación y desafíos del entorno) y coherentes con la estructura FODA del Capítulo II:

Tabla 7

Estructura de dimensiones de análisis del instrumento

Dimensión	Nombre	Ítems	Contenido
D1	Financiamiento y apoyo institucional	P1–P3	Recursos I+D, acceso a crédito, políticas públicas
D2	Innovación y competitividad	P4–P6	Calidad, competitividad y actualización tecnológica
D3	Aglomeración del clúster	P7–P9	Densidad empresarial, parques tecnológicos, proximidad
D4	Transformación digital y talento	P10–P13	Adopción digital y barreras internas
D5	Colaboración triple hélice	P14–P17	Cooperación empresa–universidad–gobierno
D6	Presión del entorno (amenazas)	P18–P20	Fuga de talento, brechas de conectividad, desalineación

Nota. Elaboración propia.

El detalle de los ítems y su polaridad se presenta a continuación; los ítems marcados como (inv.) están redactados en sentido inverso: un mayor acuerdo describe una condición desfavorable para el clúster.

Tabla 8

Operacionalización y polaridad de los ítems del instrumento

Ítem	Enunciado abreviado	Dimensión	Polaridad
P1	Se han incrementado recursos para I+D	D1	+
P2	Contamos con créditos o fondos adecuados	D1	+
P3	Las políticas públicas facilitan fondos e incentivos	D1	+
P4	La calidad mejoró gracias a la innovación	D2	+
P5	La adopción tecnológica aumentó la competitividad	D2	+
P6	La actualización constante es factor de éxito	D2	+

P7	Crece la cantidad de organizaciones tecnológicas	D3	+
P8	Los parques tecnológicos atraerían más empresas	D3	+
P9	La cercanía geográfica motiva la mejora	D3	+
P10	Se implementaron tecnologías digitales avanzadas	D4	+
P11	El talento local necesita mayor capacitación	D4	− (inv.)
P12	La falta de visión estratégica dificulta la digitalización	D4	− (inv.)
P13	La resistencia al cambio ha sido una barrera	D4	− (inv.)
P14	Alto nivel de cooperación con empresas, universidades o gobierno	D5	+
P15	El trabajo conjunto optimizó recursos	D5	+
P16	La falta de coordinación dificulta las alianzas	D5	− (inv.)
P17	Los eventos locales generan proyectos o alianzas	D5	+
P18	La fuga de talento amenaza al sector	D6	− (inv.)
P19	Las brechas de conectividad limitan el desarrollo	D6	− (inv.)
P20	Las diferencias universidad–empresa complican proyectos	D6	− (inv.)

Nota. Elaboración propia.

3.3.3 Recodificación de ítems inversos

Para que en todas las dimensiones una puntuación mayor represente una condición más favorable para la competitividad del clúster, los siete ítems inversos $\mathcal{J}$ = {P11, P12, P13, P16, P18, P19, P20} se recodifican mediante la transformación:

$$x_{ij}^{*} = \begin{cases} 6 - x_{ij}, & si\ i \in \mathcal{I} \\ x_{ij}, & si\ i \notin \mathcal{I} \end{cases}$$

La matriz recodificada X∗ se emplea en el cálculo de la fiabilidad, de las puntuaciones dimensionales y del índice compuesto; la matriz original X se conserva para la lectura descriptiva de las percepciones (sección 3.5).

3.4 Fiabilidad del instrumento: alfa de cronbach

3.4.1 Formulación

La consistencia interna de cada dimensión se evalúa con el coeficiente alfa de Cronbach (Cronbach, 1951):

$$\alpha = \frac{m_k}{m_k - 1}\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{m_k} s_i^2}{s_T^2}\right)$$

donde m_k es el número de ítems de la dimensión k, s_i2 la varianza muestral del ítem i (recodificado) y s_T2 la varianza de la suma de los m_k ítems. Como criterios de referencia se adoptan los umbrales habituales: $\alpha \geq 0.70$ indica una fiabilidad aceptable y $0.60 \leq \alpha < 0.70$ se considera admisible en estudios de carácter exploratorio.

3.4.2 Resultados

La aplicación del coeficiente a la matriz recodificada arrojó los valores que se presentan a continuación:

Tabla 9

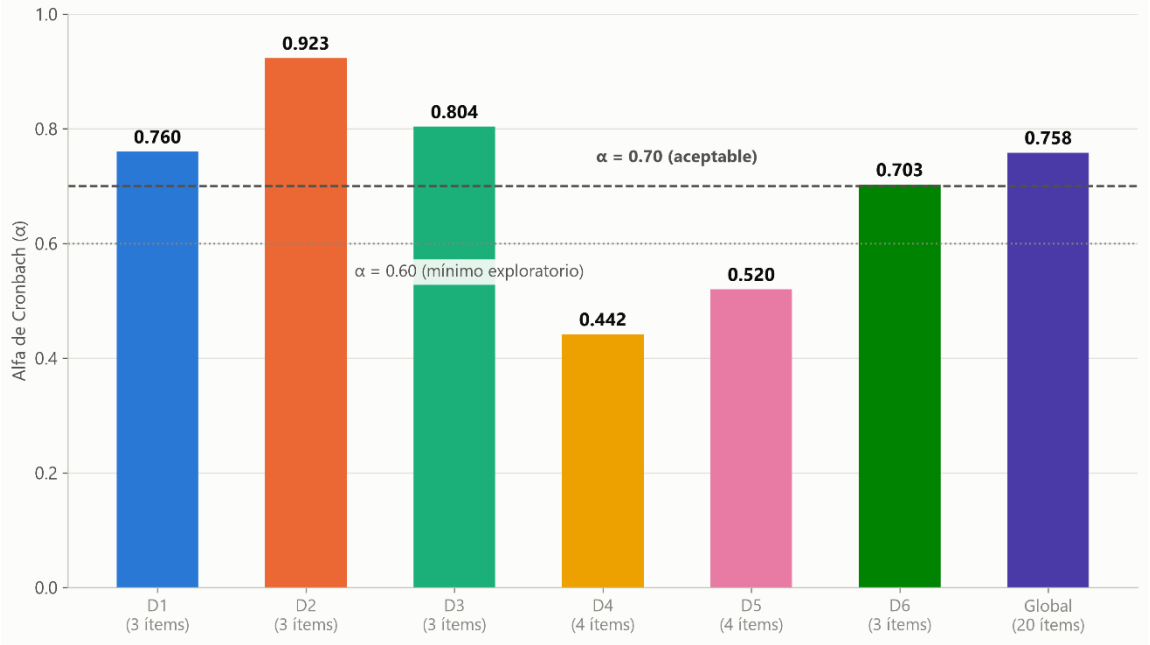
Resultados de consistencia interna por dimensión (Alfa de Cronbach)

Dimensión	**Ítems**	**α de Cronbach**	**Valoración**
D1 — Financiamiento y apoyo institucional	3	0.760	Aceptable
D2 — Innovación y competitividad	3	0.923	Excelente
D3 — Aglomeración del clúster	3	0.804	Buena
D4 — Transformación digital y talento	4	0.442	Baja (exploratorio)
D5 — Colaboración triple hélice	4	0.520	Baja (exploratorio)
D6 — Presión del entorno (amenazas)	3	0.703	Aceptable
Escala global (20 ítems)	20	0.758	Aceptable

Nota. Elaboración propia.

Figura 2

Fiabilidad del instrumento: alfa de Cronbach por dimensión y global



Nota. Elaboración propia.

El instrumento en su conjunto presenta una consistencia interna aceptable (α = 0.758) y cuatro de las seis dimensiones superan el umbral de 0.70, destacando D2 (α = 0.923). Las dimensiones D4 y D5 quedan por debajo del umbral: en ambas conviven un ítem de capacidad instalada (P10, P14) con ítems de barreras percibidas (P11–P13, P16), fenómenos que los encuestados valoran de forma independiente, pues una organización puede haber adoptado tecnologías digitales y, simultáneamente, reconocer resistencia al cambio. Dada la naturaleza exploratoria del estudio y el tamaño muestral (n = 47), estos coeficientes se consideran informativos y las conclusiones sobre D4 y D5 se formulan con prudencia, apoyándose además en la lectura ítem a ítem.

3.5 Estadística descriptiva por ítem

3.5.1 Formulación

Para cada ítem i, sobre la escala original, se calculan la media aritmética, la desviación estándar muestral y la distribución de frecuencias relativas:

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \qquad s_i = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}\left(x_{ij} - \bar{x}_i\right)^2}$$

$$f_{ic} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} \mathbb{1}\{x_{ij} = c\}, \quad c = 1, \ldots, 5$$

Adicionalmente se reportan la mediana, la moda y los porcentajes agregados de desacuerdo (f_i1 + f_i2), neutralidad (f_i3) y acuerdo (f_i4 + f_i5) de cada ítem.

3.5.2 Resultados por ítem

La siguiente tabla resume los estadísticos descriptivos de los 20 ítems sobre la escala original (1−5; n = 47):

Tabla 10

Estadística descriptiva general de los ítems del instrumento

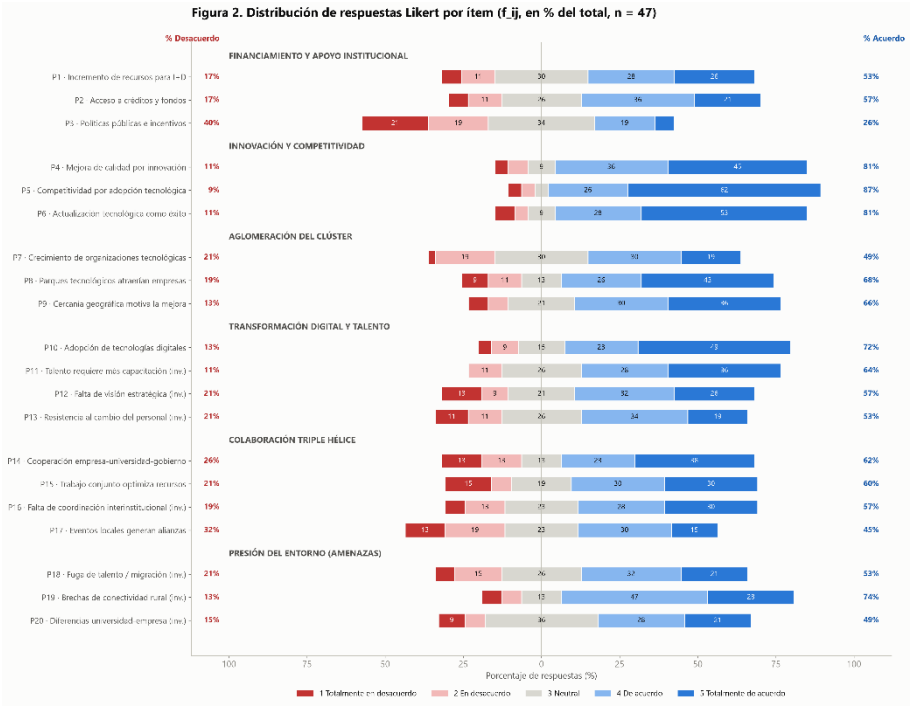
Ítem	Media	DE	Mediana	Moda	% Desac.	% Neutral	% Acuerdo
P1	3.55	1.18	4.0	3	17.0 %	29.8 %	53.2 %
P2	3.55	1.14	4.0	4	17.0 %	25.5 %	57.4 %
P3	2.70	1.20	3.0	3	40.4 %	34.0 %	25.5 %
P4	4.11	1.09	4.0	5	10.6 %	8.5 %	80.9 %
P5	4.36	1.05	5.0	5	8.5 %	4.3 %	87.2 %
P6	4.17	1.17	5.0	5	10.6 %	8.5 %	80.9 %
P7	3.45	1.08	3.0	3	21.3 %	29.8 %	48.9 %
P8	3.83	1.32	4.0	5	19.1 %	12.8 %	68.1 %

P9	3.83	1.19	4.0	5	12.8 %	21.3 %	66.0 %
P10	4.04	1.18	4.0	5	12.8 %	14.9 %	72.3 %
P11	3.89	1.03	4.0	5	10.6 %	25.5 %	63.8 %
P12	3.49	1.32	4.0	4	21.3 %	21.3 %	57.4 %
P13	3.40	1.23	4.0	4	21.3 %	25.5 %	53.2 %
P14	3.62	1.44	4.0	5	25.5 %	12.8 %	61.7 %
P15	3.53	1.38	4.0	4	21.3 %	19.1 %	59.6 %
P16	3.62	1.23	4.0	5	19.1 %	23.4 %	57.4 %
P17	3.15	1.27	3.0	4	31.9 %	23.4 %	44.7 %
P18	3.47	1.18	4.0	4	21.3 %	25.5 %	53.2 %
P19	3.83	1.11	4.0	4	12.8 %	12.8 %	74.5 %
P20	3.47	1.16	3.0	3	14.9 %	36.2 %	48.9 %

Nota. Elaboración propia.

Figura 3

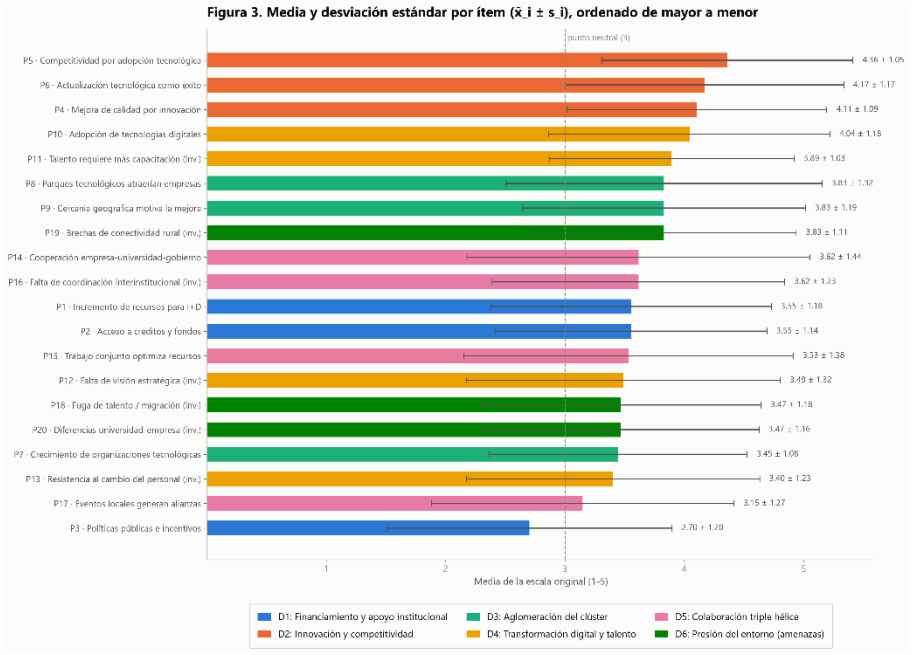
Distribución de respuestas Likert por ítem (% del total, n = 47)



Nota. Elaboración propia.

Figura 4

Media y desviación estándar por ítem, ordenado de mayor a menor



Nota. Elaboración propia.

3.5.3 Lectura descriptiva

El núcleo de convicción del ecosistema es la innovación. Los tres ítems de la dimensión D2 concentran los mayores promedios de todo el instrumento (P5 = 4.36; P6 = 4.17; P4 = 4.11), con acuerdos entre el 81 % y el 87 %: los actores del norte de Ecuador asocian de forma casi unánime la adopción y actualización tecnológica con su competitividad y con la calidad de sus productos y servicios.

El principal cuello de botella es la política pública de fomento. P3 es el único ítem con media inferior al punto neutral (2.70) y con el desacuerdo como respuesta dominante (40.4 %): los encuestados no perciben que los fondos concursables o los incentivos fiscales estén llegando al territorio.

Las amenazas del entorno se perciben como reales. P19 (brechas de conectividad rural)

alcanza el 74.5 % de acuerdo y P11 (necesidad de capacitación del talento) el 63.8 %, en línea con el diagnóstico documental del Capítulo II sobre brecha digital y fuga de talento.

La colaboración existe, pero es frágil. P14 y P15 superan el 59 % de acuerdo, pero P17 (utilidad de los eventos locales) es el segundo ítem peor valorado (3.15, con 31.9 % de desacuerdo) y P16 confirma que la descoordinación interinstitucional sigue percibiéndose como barrera (57.4 % de acuerdo).

La dispersión es alta en los ítems de colaboración. P14 (s = 1.44) y P15 (s = 1.38) revelan experiencias heterogéneas entre organizaciones: coexisten actores plenamente articulados con otros aislados del ecosistema.

3.6 Puntuaciones dimensionales e índice de competitividad del clúster (ICC)

3.6.1 Formulación

Puntuación dimensional por encuestado. Para cada dimensión k con conjunto de ítems D_k, la puntuación del encuestado j es el promedio de sus respuestas recodificadas:

$$D_{kj} = \frac{1}{|D_k|} \sum_{i \in D_k} x_{ij}^{*}, \quad D_{kj} \in [1, 5]$$

Media dimensional. La puntuación agregada de la dimensión es el promedio de las puntuaciones individuales:

$$\bar{D}_k = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} D_{kj}$$

Índice de Competitividad del Clúster por dimensión. Cada media dimensional se normaliza al rango 0–100 mediante una transformación lineal de la escala:

$$ICC_k = \frac{\bar{D}_k - 1}{4} \times 100$$

ICC global. Se obtiene como promedio de las seis dimensiones, con ponderación uniforme (w_k = 1/6):

$$ICC = \sum_{k=1}^{6} w_k \cdot ICC_k = \frac{1}{6} \sum_{k=1}^{6} ICC_k$$

Bandas de interpretación. El recorrido del índice se divide en cuatro bandas de igual amplitud:

Tabla 11

Bandas de interpretación del Índice de Competitividad del Clúster (ICC)

Rango ICC	**Banda**	**Lectura**
0 – 25	Crítico	Condición ampliamente desfavorable
25 – 50	Débil	Predominan las carencias sobre las capacidades
50 – 75	Moderado	Capacidades presentes con brechas relevantes
75 – 100	Fuerte	Condición consolidada, ventaja del ecosistema

Nota. Elaboración propia.

3.6.2 Resultados

La aplicación del modelo a los datos recodificados produjo los siguientes resultados por dimensión:

Tabla 12

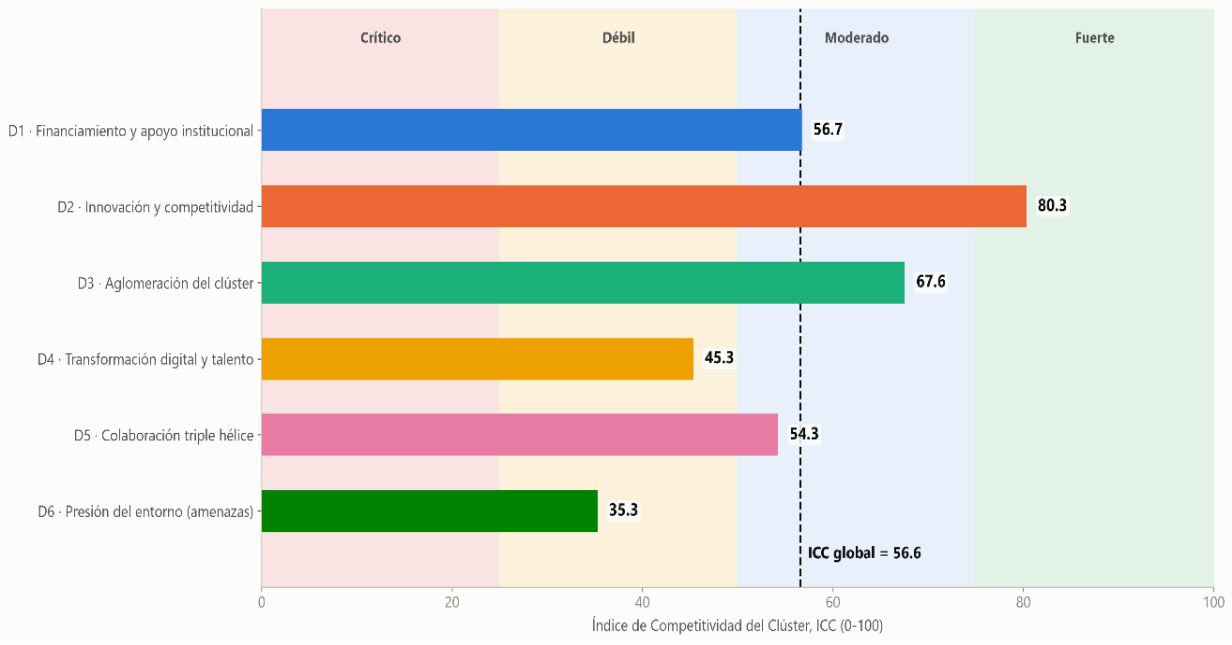
Resultados del Índice de Competitividad del Clúster por dimensión

Dimensión	**Media (1–5)**	**DE**	**ICC (0–100)**	**Banda**
D1 — Financiamiento y apoyo institucional	3.27	0.96	56.7	Moderado
D2 — Innovación y competitividad	4.21	1.03	80.3	Fuerte
D3 — Aglomeración del clúster	3.70	1.02	67.6	Moderado
D4 — Transformación digital y talento	2.81	0.73	45.3	Débil
D5 — Colaboración triple hélice	3.17	0.85	54.3	Moderado
D6 — Presión del entorno (amenazas)	2.41	0.91	35.3	Débil
ICC GLOBAL	—	—	56.6	Moderado

Nota. Elaboración propia.

Figura 5

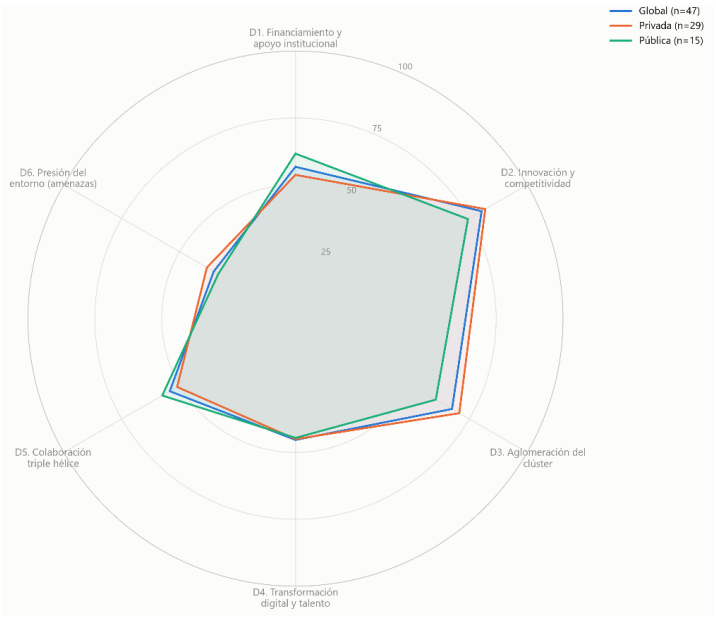
Índice de Competitividad del Clúster por dimensión



Nota. Elaboración propia.

Figura 6

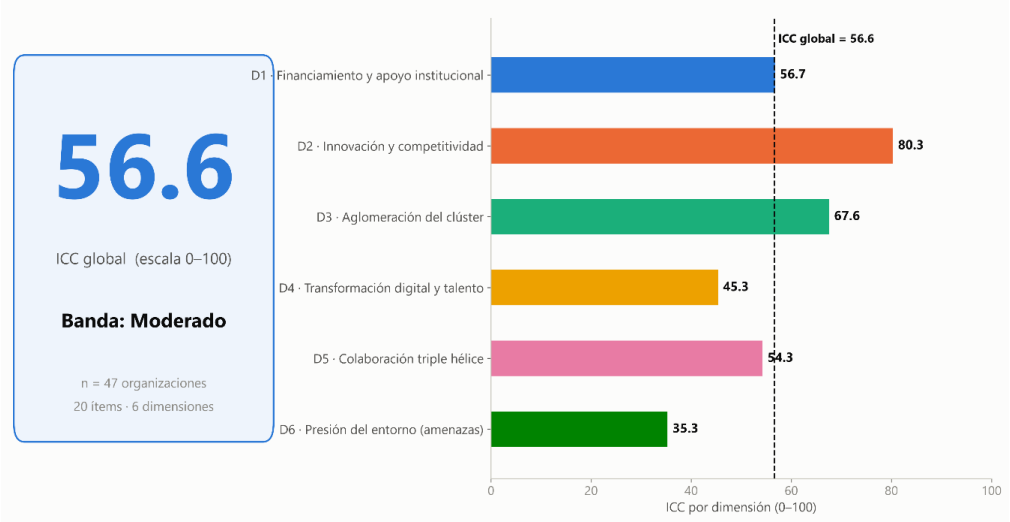
Perfil de competitividad por dimensión (ICC 0–100): global y según naturaleza de la organización



Nota. Elaboración propia.

Figura 7

Síntesis del Índice de Competitividad del Clúster Tecnológico del Norte de Ecuador



Nota. Elaboración propia.

3.6.3 Interpretación

El ICC global de 56.6 puntos sitúa al ecosistema tecnológico del norte de Ecuador en la banda «Moderado», un resultado consistente con el diagnóstico documental del Capítulo II: se trata de un ecosistema emergente, con convicciones sólidas, pero soportes estructurales incompletos. El perfil dimensional es marcadamente asimétrico, con 45 puntos de brecha entre la mejor y la peor dimensión:

D2 — Innovación y competitividad (80.3, Fuerte) es el activo principal: la disposición cultural hacia la innovación ya está instalada en los actores del territorio, lo que respalda la fortaleza «orientación a I+D» del análisis FODA.

D3 — Aglomeración del clúster (67.6, Moderado) muestra que los encuestados perciben valor en la concentración territorial y respaldan mayoritariamente la creación de parques tecnológicos (P8: 68.1 % de acuerdo), validando la propuesta de infraestructura compartida discutida en la comparativa con Medellín y Guadalajara.

D1 — Financiamiento (56.7) y D5 — Colaboración (54.3) quedan en la zona moderada baja: el capital relacional y financiero existe de manera incipiente, pero la valoración negativa de las políticas públicas (P3) y de los mecanismos de articulación (P16, P17) los mantiene lejos de la banda fuerte.

D4 — Transformación digital y talento (45.3, Débil): aunque la adopción tecnológica declarada es alta (P10), las barreras internas —necesidad de capacitación, falta de visión estratégica y resistencia al cambio— arrastran la dimensión por debajo de 50.

D6 — Presión del entorno (35.3, Débil) es la dimensión más comprometida: al estar compuesta íntegramente por amenazas recodificadas, su valor bajo indica que la fuga de talento,

las brechas de conectividad rural y la desalineación universidad–empresa se perciben como amenazas activas, en coherencia con las amenazas identificadas en el FODA.

La Figura 6 muestra además que los perfiles de las organizaciones privadas y públicas son notablemente similares: el diagnóstico es compartido entre sectores, lo que facilita construir una agenda común para el territorio (véase la sección 3.8).

3.7 Análisis de correlación de Spearman

3.7.1 Formulación

Dado el carácter ordinal de la escala y el tamaño de la muestra, la asociación entre dimensiones se mide con el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (Spearman, 1904):

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{j=1}^{n} d_j^2}{n(n^2 - 1)}$$

donde d_j es la diferencia entre los rangos de las dos variables para el encuestado j (con corrección por empates). La significación estadística se contrasta al nivel $\alpha = 0.05$.

3.7.2 Matriz de correlaciones

La matriz de correlaciones entre las seis dimensiones (ρ; $*$ indica $p < 0.05$) se presenta a continuación:

Tabla 13

Matriz de correlaciones de Spearman entre dimensiones

	D1	**D2**	**D3**	**D4**	**D5**	**D6**
D1	1	0.55*	0.24	−0.06	0.62*	−0.12
D2	0.55*	1	0.56*	0.21	0.28	−0.26

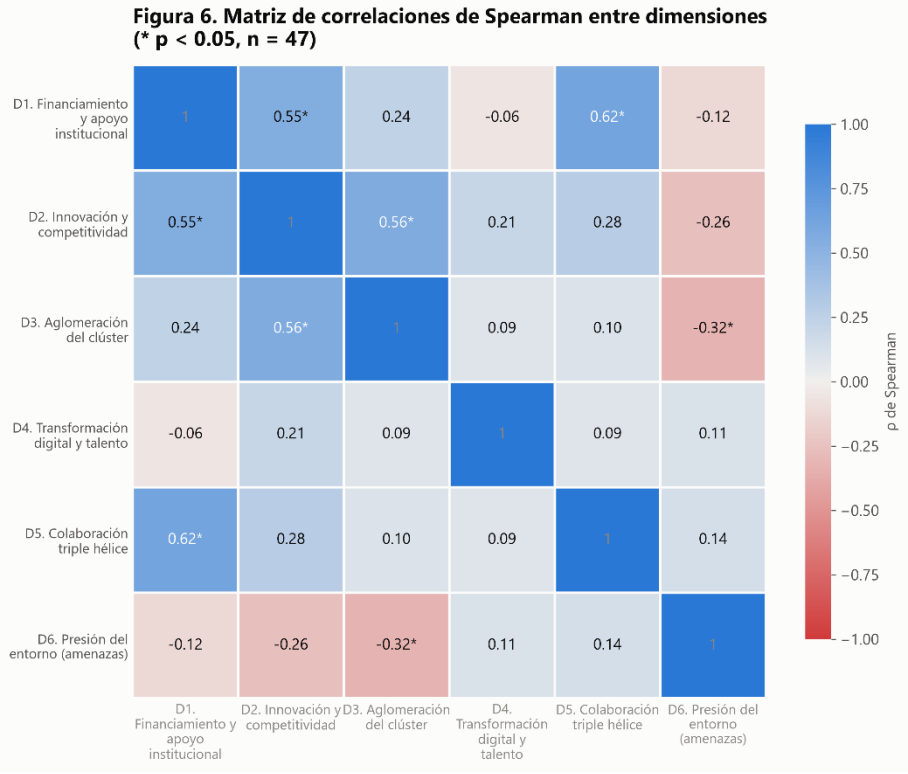
D3	0.24	0.56*	1	0.09	0.10	−0.32*
D4	−0.06	0.21	0.09	1	0.09	0.11
D5	0.62*	0.28	0.10	0.09	1	0.14
D6	−0.12	−0.26	−0.32*	0.11	0.14	1

Nota. Elaboración propia.

Los valores p de los pares significativos son: ρ(D1, D5) = 0.62 ($p < 0.001$); ρ(D2, D3) = 0.56 ($p < 0.001$); ρ(D1, D2) = 0.55 ($p < 0.001$); y ρ(D3, D6) = −0.32 ($p = 0.028$).

Figura 8

Matriz de correlaciones de Spearman entre dimensiones (* $p < 0.05$, $n = 47$)



Nota. Elaboración propia.

3.7.3 Interpretación

$\rho(D1, D5) = 0.62$ — financiamiento y colaboración van de la mano. Las organizaciones que perciben un mejor acceso a recursos son las mismas que reportan una mayor cooperación en la triple hélice. Es la correlación más fuerte del estudio y sugiere que los mecanismos de financiamiento operan a través de redes de colaboración, de modo que fortalecer una palanca arrastra a la otra.

$\rho(D1, D2) = 0.55$ — el financiamiento se traduce en resultados de innovación. Quienes acceden a recursos perciben un mayor impacto de la innovación en su competitividad, lo que constituye evidencia correlacional del vínculo inversión-innovación planteado en el marco teórico.

$\rho(D2, D3) = 0.56$ — innovación y aglomeración se refuerzan. La percepción de los beneficios de la innovación es mayor donde se percibe un tejido tecnológico más denso, en consonancia con las externalidades de aglomeración propias de la teoría de clústeres.

$\rho(D3, D6) = -0.32$ — la aglomeración y la conciencia de las amenazas coexisten. Como la dimensión D6 está recodificada, el signo negativo indica que quienes perciben una mayor aglomeración también perciben amenazas más intensas, plausiblemente porque los actores más integrados al ecosistema son más conscientes de la fuga de talento y de las brechas de infraestructura.

La dimensión D4 no correlaciona significativamente con ninguna otra. Esto refuerza la lectura de la sección 3.4: las barreras internas de transformación digital operan de manera transversal e independiente del resto de percepciones.

Nota metodológica: con $n = 47$, las correlaciones de $|\rho| < 0.29$ no alcanzan significación estadística; por ello, la ausencia de asterisco no debe leerse como ausencia de relación, sino como

evidencia insuficiente.

3.8 Contrastes no paramétricos por tipo de organización

3.8.1 Formulación

Para evaluar si las percepciones difieren según la naturaleza de la organización se aplican dos contrastes de distribución libre sobre las puntuaciones dimensionales D_kj.

Prueba de Kruskal-Wallis (comparación simultánea de los tres grupos):

$$H = \frac{12}{n(n + 1)} \sum_{g = 1}^{G} \frac{R_g^2}{n_g} - 3(n + 1)$$

donde R_g es la suma de rangos del grupo g y n_g su tamaño; bajo la hipótesis nula, H se distribuye aproximadamente como una $\chi 2$ con G − 1 grados de libertad (Kruskal & Wallis, 1952).

Prueba U de Mann-Whitney (comparación por pares, privada frente a pública):

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

En ambos casos se contrasta la hipótesis nula de que las distribuciones de la dimensión son iguales entre grupos, al nivel de significación $\alpha = 0.05$ (Mann & Whitney, 1947).

3.8.2 Resultados

Los grupos considerados son: Privada (n = 29), Pública (n = 15) y Otras (n = 3). Los resultados de ambos contrastes se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 14

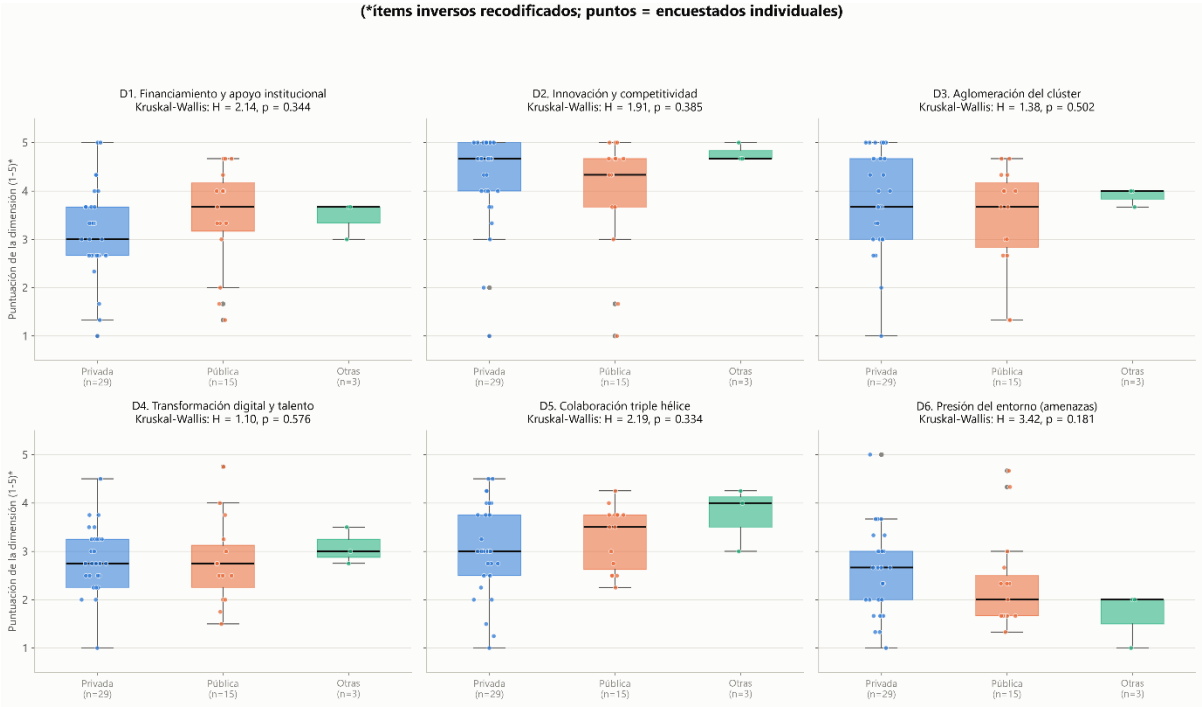
Resultados de los contrastes no paramétricos según tipo de organización

Dimensión	M. Privada	M. Pública	M. Otras	H (K-W)	p (K-W)	U (M-W)	p (M-W)	¿Dif. sig.?
D1	3.15	3.47	3.44	2.136	0.344	163.5	0.182	No
D2	4.28	3.98	4.78	1.907	0.385	254.0	0.362	No
D3	3.83	3.42	3.89	1.377	0.502	265.0	0.241	No
D4	2.80	2.78	3.08	1.102	0.576	232.0	0.727	No
D5	3.04	3.30	3.75	2.191	0.334	194.5	0.575	No
D6	2.53	2.33	1.67	3.418	0.181	264.0	0.250	No

Nota. Elaboración propia.

Figura 9

Distribución de las puntuaciones por dimensión según tipo de organización



Nota. Elaboración propia.

3.8.3 Interpretación

En ninguna de las seis dimensiones se rechaza la hipótesis nula (todos los valores $p > 0.05$): las percepciones sobre el ecosistema no difieren estadísticamente entre organizaciones privadas, públicas y de otra naturaleza. Este resultado es importante porque demuestra que el diagnóstico del ecosistema tecnológico en el norte de Ecuador es compartido por todos los actores de la triple hélice. Las fortalezas, como la capacidad de innovación, y las debilidades —tales como las políticas de apoyo, las barreras internas y las amenazas externas— no se limitan a un solo sector, sino que constituyen percepciones compartidas.

Se observan matices descriptivos —el sector público valora levemente mejor el financiamiento (D1: 3.47 frente a 3.15) y el privado la aglomeración (D3: 3.83 frente a 3.42)—, pero ninguno alcanza significación estadística con los tamaños de grupo disponibles.

3.9 Fortalezas y brechas del ecosistema (síntesis ítem a ítem)

Al ordenar los 20 ítems por su media recodificada (donde una puntuación mayor equivale a una condición más favorable para el clúster), se obtiene el contraste entre los principales activos y las principales brechas del ecosistema.

Cinco ítems mejor puntuados (fortalezas):

Tabla 15

Principales fortalezas percibidas del ecosistema tecnológico

#	Ítem	Media (recod.)
1	P5 — Competitividad por adopción tecnológica	4.36

2	P6 — Actualización tecnológica como factor de éxito	4.17
3	P4 — Mejora de calidad por innovación	4.11
4	P10 — Adopción de tecnologías digitales	4.04
5	P8 — Parques tecnológicos atraerían empresas	3.83

Nota. Elaboración propia.

Cinco ítems peor puntuados (brechas):

Tabla 16

Principales brechas percibidas del ecosistema tecnológico

#	**Ítem**	**Media (recod.)**
16	P18 — Fuga de talento / migración (inv.)	2.53
17	P12 — Falta de visión estratégica (inv.)	2.51
18	P16 — Falta de coordinación interinstitucional (inv.)	2.38
19	P19 — Brechas de conectividad rural (inv.)	2.17

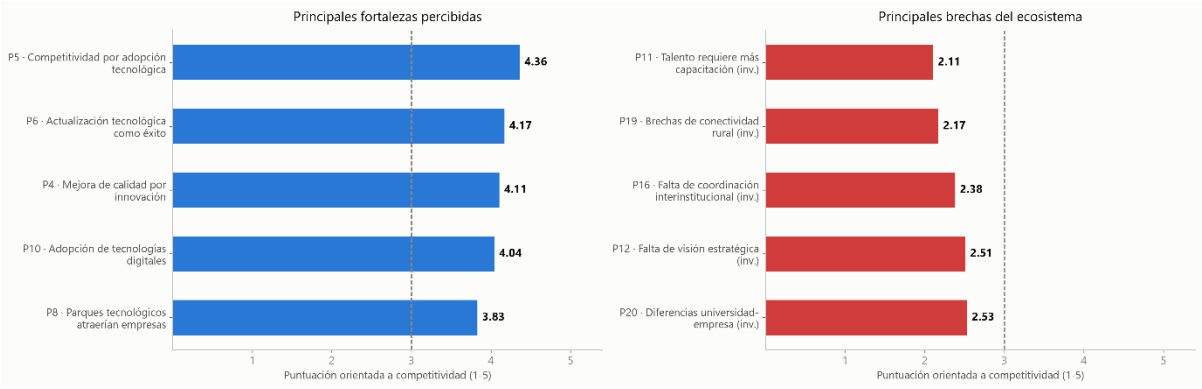
20	P11 — Talento requiere más capacitación (inv.)	2.11

Nota. Elaboración propia.

Las cinco brechas más profundas corresponden a ítems inversos: las condiciones desfavorables con mayor consenso son la necesidad de capacitación del talento (P11), las brechas de conectividad rural (P19) y la descoordinación interinstitucional (P16). A ellas se suma P3 (políticas públicas e incentivos, media = 2.70), el único ítem de polaridad positiva con media inferior al punto neutral.

Figura 10

Ítems mejor y peor puntuados tras la recodificación (mayor = condición más favorable para el clúster)



Nota. Elaboración propia.

La síntesis ítem a ítem presentada en esta sección conecta directamente con el análisis FODA del Capítulo II: las fortalezas empíricas (cultura de innovación y disposición a la aglomeración) y las debilidades y amenazas empíricas (descoordinación, necesidad de capacitación, conectividad rural, fuga de talento y políticas de fomento insuficientes) quedan ahora

cuantificadas con datos primarios.

3.10 Limitaciones del análisis

Muestreo no probabilístico: los resultados caracterizan a los informantes clave encuestados y no son estadísticamente generalizables a todo el universo empresarial del norte del país.

Concentración territorial: el 87.2 % de las respuestas proviene de Imbabura, por lo que no fue posible el análisis comparativo interprovincial previsto; los resultados describen fundamentalmente el núcleo Imbabura del ecosistema.

Subgrupos pequeños: el estrato «Otras» (n = 3) limita la potencia de los contrastes de Kruskal-Wallis, por lo que sus valores p deben interpretarse con cautela.

Fiabilidad moderada en D4 y D5: las conclusiones sobre estas dimensiones se apoyan en la lectura ítem a ítem, además del agregado dimensional.

Transversalidad temporal: la encuesta captura percepciones en un único punto del tiempo (julio de 2026); el ICC propuesto está diseñado **para recalcularse en mediciones futuras y monitorear así la evolución del clúster.**

Desfase entre el registro formal y la operación real: la verificación en campo mostró que una parte de los contribuyentes registrados con actividad tecnológica y en estado activo no mantenía operación efectiva en el domicilio declarado. Esta desactualización del registro limita el uso del RUC como único marco muestral para estudios sectoriales en la región y obliga a contrastar la fuente administrativa con verificación directa.

Composición del marco muestral: En consecuencia, de lo anterior, menos de la mitad de las encuestas efectivas provino del listado inicial de contribuyentes filtrados del RUC. El resto

correspondió a departamentos de tecnologías de la información de entidades públicas y de organizaciones del sector cooperativo, así como a desarrolladores de software independientes, a técnicos en soporte informático, a proveedores de software como servicio y a las áreas de Tecnología de instituciones educativas, cuya localización resultó factible durante el trabajo de campo. Esta composición introduce un sesgo hacia actores formalizados y visibles del ecosistema, que debe considerarse al interpretar los resultados.

3.11 Resumen del modelo matemático

La siguiente tabla sintetiza las ocho etapas del modelo matemático desarrollado en este capítulo, junto con su resultado principal:

Tabla 17

Síntesis de las etapas del modelo matemático

Etapa	**Formulación**	**Resultado clave**
1. Muestra	$n = N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q / [e^2(N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q]$	45 requeridas (47 obtenidas)
2. Datos	$X = [xij]$, 47×20, $xij \in \{1,\ldots,5\}$	matriz base de análisis
3. Recodificación	$x^*ij = 6 - xij$ (ítems inversos)	7 ítems recodificados
4. Fiabilidad	α de Cronbach	0.758 (global, aceptable)
5. Dimensiones	Dkj = promedio de ítems recodificados	6 dimensiones
6. Índice	$ICCk = (\bar{D}k - 1)/4 \times 100$; ICC = promedio	56.6 (Moderado)
7. Asociación	ρ de Spearman	máx. $\rho(D1,D5) = 0.62^*$

8. Contrastes	Kruskal-Wallis / Mann-Whitney	sin diferencias por tipo ($p > 0.05$)

Nota. Elaboración propia.

Conclusión central del capítulo. El modelo evidencia que el norte de Ecuador aún no cuenta con un clúster tecnológico consolidado, sino con un ecosistema en fase de conglomerado emergente: el Índice de Competitividad del Clúster alcanza un valor global moderado (ICC = 56.6/100), sostenido por una cultura de innovación consolidada ($ICC_2 = 80.3$), pero limitado por barreras internas de transformación digital ($ICC_4 = 45.3$) y por amenazas activas del entorno ($ICC_6 = 35.3$). El diagnóstico es homogéneo entre los actores de la triple hélice y existe evidencia correlacional de que el financiamiento, colaboración e innovación forman un circuito que se refuerza mutuamente. Sin embargo, la falta de una articulación densa y formal entre los actores impide todavía hablar de un clúster plenamente conformado.

CONCLUSIONES

El presente trabajo caracterizó el ecosistema de clústeres tecnológicos del norte de Ecuador y midió su impacto en la innovación tecnológica mediante un análisis de competitividad, sintetizado en el Índice de Competitividad del Clúster (ICC). A partir de la evidencia documental de los Capítulos I y II y de los resultados empíricos del Capítulo III, se derivan las siguientes conclusiones:

El ecosistema se encuentra en una etapa emergente. Con un ICC global de 56.6 sobre 100, el norte de Ecuador presenta un ecosistema tecnológico con capacidades instaladas, pero aún no consolidado como un clúster pleno. Este hallazgo es coherente con la caracterización regional de Trejo España y Ortega Bustamante (2025), quienes concluyen que en las provincias del norte todavía no se han conformado clústeres tecnológicos completos, sino iniciativas en desarrollo.

La cultura de innovación es el principal activo del territorio. La dimensión de innovación y competitividad obtuvo el mayor puntaje (ICC = 80.3, banda «Fuerte»): los actores asocian de forma casi unánime la adopción y la actualización tecnológica con la mejora de su calidad y competitividad, lo que confirma con datos primarios la relación entre innovación y competitividad planteada en el marco teórico.

El financiamiento, la colaboración y la innovación forman un circuito que se refuerza mutuamente. Las correlaciones de Spearman más altas del estudio vinculan el financiamiento con la colaboración triple hélice ($\rho = 0.62$), el financiamiento con la innovación ($\rho = 0.55$) y la innovación con la aglomeración ($\rho = 0.56$). Este patrón es consistente con la correlación positiva entre la inversión en I+D, la densidad empresarial y los indicadores de innovación reportada por Trejo España y Ortega Bustamante (Trejo & Ortega, 2025).

Las mayores brechas son estructurales. Las dimensiones de transformación digital y talento (ICC = 45.3) y de presión del entorno (ICC = 35.3) resultaron las más débiles; los ítems peor valorados fueron la necesidad de capacitación del talento, las brechas de conectividad rural, la descoordinación interinstitucional y la insuficiencia de políticas públicas de fomento. Estas brechas coinciden con los desafíos de capacitación técnica, integración academia–industria y dependencia de la política gubernamental señalados en la literatura regional (Trejo España & Ortega Bustamante, 2025).

El diagnóstico es transversal y compartido. Los contrastes de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney no evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre organizaciones privadas, públicas y de otra naturaleza ($p > 0.05$), lo que indica que las fortalezas y debilidades son percibidas de manera común por todos los actores de la triple hélice y otorga legitimidad a una agenda de intervención única para el territorio.

El instrumento es fiable y replicable. La escala presentó una consistencia interna aceptable (α global = 0.758) y el ICC quedó formulado como una herramienta cuantitativa que puede recalcularse en mediciones futuras para monitorear la evolución del clúster, aportando un mecanismo de seguimiento del que carecían los estudios previos de la región.

En conjunto, las organizaciones tecnológicas del norte de Ecuador desempeñan un papel relevante en el fomento de la innovación y la competitividad regional; no obstante, su consolidación como un clúster maduro dependerá de cerrar las brechas de financiamiento, talento y articulación identificadas en esta investigación.

RECOMENDACIONES

Se plantean las siguientes acciones para fortalecer el ecosistema de clústeres tecnológicos del norte de Ecuador:

Fortalecer las políticas públicas de fomento y reducir la burocracia. Diseñar mecanismos ágiles de asociación entre empresas y simplificar los trámites, dado que las políticas de fomento fueron el ítem peor valorado del estudio.

Ampliar el financiamiento y los incentivos para la I+D. Establecer líneas de crédito y fondos concursables acordes con la dinámica de las empresas tecnológicas, junto con incentivos fiscales como exenciones tributarias y preferencias arancelarias para la importación de tecnología.

Consolidar la articulación de la triple hélice. Institucionalizar espacios de cooperación permanente entre empresas, universidades y gobierno, y fortalecer los eventos y redes locales que hoy se perciben como frágiles.

Cerrar la brecha de talento y de transformación digital. Implementar programas de capacitación técnica y gerencial y mejorar la conectividad, en especial en las zonas rurales, para sostener la adopción tecnológica.

Crear espacios físicos de colaboración e innovación. Impulsar parques tecnológicos e incubadoras, que faciliten el intercambio de conocimiento y el acompañamiento a los emprendimientos.

Institucionalizar el monitoreo del ecosistema. Recalcular periódicamente el ICC y sistematizar la información del sector para orientar la toma de decisiones y evaluar de forma continua el impacto de las políticas implementadas.

BIBLIOGRAFÍA

Abduvaliev, A. A., & Isadjanov, A. A. (2023). Examining the Growth of Regional Science and Technology Clusters in the Global Economy. *R-Economy*, *9*(3), 338–348. https://doi.org/10.15826/RECON.2023.9.3.021

Altenburg, T. (2001). *Experiencias y Estrategias Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) Proyecto FOCOPymes Buenos Aires • Diciembre 2001*. www.focopymes.gtz.org.ar

Altenburg, T., & Meyer-Stamer, J. (1999). How to Promote Clusters: Policy Experiences from Latin America. *World Development*, *21*(9), 1693–1713. https://doi.org/10.1016/S0305-750X(99)00081-9

ARCOTEL. (2025). *Abonados y usuarios – Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones*. https://www.arcotel.gob.ec/abonados-y-usuarios/

Asamblea Nacional. (2020, February 21). *LEY ORGÁNICA DE EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN*. https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2020-03/Documento_LEY-ORGANICA-EMPRENDIMIENTO-INNOVACION.pdf

Asheim, B. T., Boschma, R., & Cooke, P. (2011). Constructing Regional advantage: Platform policies based on related variety and differentiated knowledge bases. *Regional Studies*, *45*(7), 893–904. https://doi.org/10.1080/00343404.2010.543126

Bcentral. (2025). *Indicadores diarios*.

Https://Si3.Bcentral.Cl/Indicadoressiete/Secure/Indicadoresdiarios.Aspx. https://si3.bcentral.cl/indicadoressiete/secure/indicadoresdiarios.aspx

Behnam Tabrizi, Walter Sun, & Amogh Umbarkar. (2024, January 17). *La IA generativa alcanzará los billones de dólares. ¿Cómo aprovecharla? | Foro Económico Mundial*. https://es.weforum.org/stories/2024/01/la-ia-generativa-alcanzara-los-billones-de-dolares-he-aqui-una-hoja-de-ruta-para-aprovecharla/

Breschi, S., & Malerba, F. (2001). The geography of innovation and economic clustering: Some introductory notes. *Industrial and Corporate Change*, *10*(4), 817–833. https://doi.org/10.1093/ICC/10.4.817

Brooks, D. (2010, January 11). *Opinion | The Tel Aviv Cluster - The New York Times*. https://www.nytimes.com/2010/01/12/opinion/12brooks.html

Caniëls, M. C. J., & Van den Bosch, H. (2011). The role of Higher Education Institutions in building regional innovation systems. *Papers in Regional Science*, *90*(2), 271–286. https://doi.org/10.1111/J.1435-5957.2010.00344.X

Capó-Vicedo, J., Expósito-Langa, M., & Masiá-Buades, E. (2007). La importancia de los clusters para la competitividad de las PYME en una economía global. *EURE (Santiago)*, *33*(98), 119–133. https://doi.org/10.4067/S0250-71612007000100007

Casas Anguita, J., Repullo Labrador, J., & Donado Campos, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención Primaria*, *31*(8), 527–538. https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-

27-articulo-la-encuesta-como-tecnica-investigacion--13047738

Censoecuador. (2022). *Resultados Nacionales Definitivos*. 24.

Censos, I. N. de E. y. (2022). *Población y Demografía*. Https://Www.Ecuadorencifras.Gob.Ec/Censo-de-Poblacion-y-Vivienda/.

CES_EC. (2023, September 4). *Firma del Convenio para la Creación del Clúster Académico Productivo Ecuatoriano «CLÚSTER APE» (04/09/2023)*. Https://Www.Ces.Gob.Ec/?Te_announcements=firma-Del-Convenio-Para-La-Creacion-Del-Cluster-Academico-Productivo-Ecuatoriano-Cluster-Ape-04-09-2023.

CONGOPE. (2023, July 22). *Noticias – Página 4 – Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador*. https://www.congope.gob.ec/category/noticias-congope/page/4/

Daniel García. (2024, October). *Cómo el Clúster tecnológico de Medellín impulsa la competitividad regional de Antioquia | 360*. https://360radio.com.co/como-el-cluster-tecnologico-de-medellin-impulsa-la-competitividad-regional-de-antioquia/163281/

Derlukiewicz, N., Mempel-Śniezyk, A., Mankowska, D., Dyjakon, A., Minta, S., & Pilawka, T. (2020). How do Clusters Foster Sustainable Development? An Analysis of EU Policies. *Sustainability 2020, Vol. 12, Page 1297*, *12*(4), 1297. https://doi.org/10.3390/SU12041297

DLP news. (2023, February 17). *Ecuador | Tres clúster ya fueron lanzados en 2023: el de la industria forestal, del plástico y de la transformación digital de Guayaquil | DPL News*. https://dplnews.com/ecuador-tres-cluster-ya-fueron-lanzados-en-2023-el-de-la-industria-forestal-del-plastico-y-de-la-transformacion-digital-de-guayaquil/

Economist Impact, & J.P. Morgan. (2025, July 18). *El futuro de la integración regional: ¿Puede América Latina prosperar en una nueva era? | J.P. Morgan Private Bank América Latina*. https://privatebank.jpmorgan.com/latam/es/insights/markets-and-investing/ideas-and-insights/the-future-of-regional-integration-can-latin-america-thrive-in-a-new-era

Ecosistemastartup. (2025, June 9). *Chile sube al puesto 37 en el ranking global de ecosistemas startup - El Ecosistema Startup*. https://ecosistemastartup.com/chile-sube-al-puesto-37-en-el-ranking-global-de-ecosistemas-startup/

ESPAE. (2018, November 1). *Revista Gestión | primicias.ec | La industria de software no despega en Ecuador*. https://revistagestion.primicias.ec/investigacion-analisis/la-industria-de-software-no-despega-en-ecuador

Etzkowitz, H. (2018). Innovation Governance: From the "Endless Frontier" to the Triple Helix. *Knowledge and Space*, *12*, 291–311. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75593-9_8/FIGURES/3

Fajardo, D. (2025, June). *Chile sube al puesto 37 como el país con mejores condiciones para el ecosistema startup en el mundo - La Tercera*. Https://Www.Latercera.Com/Emprendimiento/Noticia/Chile-Sube-al-Puesto-37-Como-El-Pais-Con-Mejores-Condiciones-Para-El-Ecosistema-Startup-En-El-Mundo/. https://www.latercera.com/emprendimiento/noticia/chile-sube-al-puesto-37-como-el-pais-con-mejores-condiciones-para-el-ecosistema-startup-en-el-mundo/

Farat, O., & Lyvdar, M. (2019). ELABORATION OF TECHNOLOGY FOR IMPLEMENTING ORGANIZATIONAL SOLUTIONS ON INNOVATIVE CLUSTERS DEVELOPMENT. *Baltic Journal of*

Economic Studies, *5*(3), 207–212. https://doi.org/10.30525/2256-0742/2019-5-3-207-212

Fernández, M., & Sánchez, C. (2021, May 4). *Descubre cómo crear un clúster empresarial | by Marta Fernández & Carlota Sánchez-Guerrero | Beyond Strategy | Medium*. https://medium.com/beyond-strategy/descubre-c%C3%B3mo-crear-un-cl%C3%BAster-empresarial-2ba1680e8d90

Franco, M., Silva, R., & Rodrigues, M. (2019). Partnerships between higher education institutions and firms: The role of students' curricular internships. *Industry and Higher Education*, *33*, 172–185. https://doi.org/10.1177/0950422218819638

Fritsch, M., & Lukas, R. (2001). Who cooperates on R&D? *Research Policy*, *30*(2), 297–312. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00115-8

GBM. (2024). *Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)*. Https://Datos.Bancomundial.Org/Indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS. https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS

GOB. (2020). *Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación | Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios*. https://www.gob.ec/regulaciones/ley-organica-emprendimiento-innovacion

Gómez Urrego, J. D. (2019). The intersections between infrastructures and expectations: repair and breakdown in Yachay, the city of knowledge in Ecuador. *Tapuya: Latin American Science, Technology and Society*, *2*(1), 495–539. https://doi.org/10.1080/25729861.2019.1649963

Grachev, S., Skobelev, P., Mayorov, I., & Simonova, E. (2020). Adaptive Clustering through Multi-Agent Technology: Development and Perspectives. *Mathematics 2020, Vol. 8, Page 1664*,

8(10), 1664. https://doi.org/10.3390/MATH8101664

Hernández, L. (2025, February 24). *Banco Mundial: La paradoja de la innovación en América Latina: entre el crecimiento tímido y el potencial desbordante | Termómetro económico y social de latinoamérica | EL PAÍS América*. https://elpais.com/america/termometro-social/2025-02-24/la-paradoja-de-la-innovacion-en-america-latina-entre-el-crecimiento-timido-y-el-potencial-desbordante.html

Horta Berro, R., Silveira Argenzio, L. M., & Ferreira Muñoz, L. D. (2021). Obstáculos a la innovación y la cooperación para innovar. Caso de empresas en la industria manufacturera del Uruguay. *ECONÓMICAS CUC*, *42*(2), 77–98. https://doi.org/10.17981/ECONCUC.42.2.2021.ORG.4

IArgentina. (2025, July 22). *Fuga de talento tech: empresas extranjeras se llevan a los mejores - Inteligencia Argentina - Noticias de tecnología e innovación*. https://inteligenciaargentina.ar/tendencias/fuga-de-talento-tech-en-argentina-las-empresas-extranjeras-se-llevan-a-los-mejores

INEC. (2024). *Tecnologías de la Información y Comunicación-TIC*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/tecnologias-de-la-informacion-y-comunicacion-tic/

International Rescue Committee (IRC) Ecuador. (2024). *Análisis de Sensibilidad al Conflicto Análisis de Sensibilidad al Conflicto en Ecuador*. 15. https://www.rescue.org/sites/default/files/2025-03/AN%C3%81LISIS%20DE%20SENSIBILIDAD%20DEL%20CONFLICTO%20%281%29.pdf?utm_source

JGRG. (2013, October 27). *Zhongguancun - Wikipedia, la enciclopedia libre*. https://es.wikipedia.org/wiki/Zhongguancun

Jiménez, L. (2023, February 9). *El desafío de realizar una transformación digital en el Ecuador – DIARIO CRÓNICA*. https://cronica.com.ec/2023/02/09/el-desafio-de-realizar-una-transformacion-digital-en-el-ecuador/

Katz, J. S., & Martin, B. R. (1997). What is research collaboration? *Research Policy*, *26*(1), 1–18. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(96)00917-1

Kerr, W., & Robert-Nicoud, F. (2019). Tech Clusters. *American Economic Review*, *33*(12), 50–76. https://doi.org/https://ssrn.com/abstract=3496632

Kosfeld, R., & Mitze, T. (2023). Research and development intensive clusters and regional competitiveness. *Growth and Change*, *54*(4), 885–911. https://doi.org/10.1111/GROW.12676

Kudrina, O., Klius, Y., & Ivchenko, Y. (2023). THE ROLE OF INNOVATION CLUSTERS FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REGION. *Baltic Journal of Economic Studies*, *9*(1), 82–88. https://doi.org/10.30525/2256-0742/2023-9-1-82-88

Kudryashova, T. V., Larionova, N. I., Yalyalieva, T. V., & Napolskikh, D. L. (2019). *Attributes And Sectoral Characteristics Of Innovative Cluster*. 100–108. https://doi.org/10.15405/EPSBS.2019.04.12

Lasio, V., Amaya, A., Zambrano Jack, & Ordeñana, X. (2019). *Global Entrepreneurship Monitor*. 16. https://www.espae.edu.ec/wp-content/uploads/2021/02/GEM_Ecuador_2019.pdf

León, D., & Martínez, J. (2022, March 8). *Tendencias Tecnológicas de Mayor Impacto en el Ecuador 2022 | EY Ecuador*. https://www.ey.com/es_ec/insights/consulting/tendencias-tecnologicas-de-mayor-impacto-en-el-ecuador-para-el-a1

López Cadena, J. I., & Vallejo Ayala, J. L. (2019). Dinámica de la frontera Ecuador - Colombia y su impacto en la actividad comercial local: Un estudio para la ciudad de Tulcán 2018. In *Dinámica de la frontera Ecuador - Colombia y su impacto en la actividad comercial local: Un estudio para la ciudad de Tulcán 2018*. Universidad Politécnica Estatal del Carchi. https://doi.org/10.32645/9789942914644

Manene, L. (2014, March 11). *CLÚSTER: DEFINICIÓN, OBJETIVO, BENEFICIOS Y DESARROLLO | Actualidad Empresa*. https://actualidadempresa.com/cluster-definicion-objetivo-beneficios-y-desarrollo/

Méndez Gabino, J. R., Orrala Suárez, F. M., Pucha Parra, M. P., & Villacis Banchón, H. A. (2025). Factores determinantes de la competitividad en las Pymes de América Latina. Revisión sistemática. *Revista Multidisciplinaria Investigación Contemporánea*, *3*(2), 211–243. https://doi.org/10.58995/REDLIC.RMIC.V3.N2.A111

Mestres, M. (2021, January 19). *Top 7 mundial de los mejores clústeres de innovación*. https://www.magazinehorse.com/top-7-mundial-de-los-mejores-clusteres-de-innovacion/

Meza, P., Fabián Íñiguez, Becerra, M., Rivera, O., Vera, J., Chiluiza, J. C., Ortega, J., Malla, R., Franklin, S., Valverde, A., López, S., & Sotaminga, M. (2022). *Mensaje de la Ministra Vianna Maino*. https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Acuerdo-Nro.-MINTEL-MINTEL-2022-022-ANEXO.pdf

MINTEL. (2016). *PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES Y TECNOLOGÍAS*.

MINTEL. (2022a). *Informe de Rendición de Cuentas periodo 2022*. https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2023/05/20230502_INFOME_PRELIMINAR_RENDICION_CUENTAS_MINTEL_2022.pdf

MINTEL. (2022b). *POLÍTICA PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL ECUADOR 2022-2025*. 39–41. https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2022/12/Anexo-31-politica_para_la_transformacion_digital_del_ecuador_2022-2025-signed-si..._.pdf#:~:text=,Desarrollo%20Inmobiliario%2C%20entre%20los%20m%C3%A1s

MINTEL. (2024). *ACUERDO Nro. MINTEL-MINTEL-2024-0019*. https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2024/08/Acuerdo-Nro.-MINTEL-MINTEL-2024-0019-Plan-de-la-Sociedad-de-la-Informacion-y-Conocimiento-2024-2025.pdf

MINTEL. (2025). *ACUERDO Nro. MINTEL-MINTEL-2025-0005*. 3. https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/2025/03/20250314-MINTEL-MINTEL-2025-0005-Politica-de-Transformacion-Digital.pdf

Muguira, A. (2024). *Escala de Likert: Qué es y cómo utilizarla en tus encuestas.* https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-escala-de-likert-y-como-utilizarla/

Mungaray, A., & Palacio, J. (2000). *Alejandro Mungaray 2000 - Schumpeter, la innovación y la política industrial ALEJANDRO MUNGARAY • • - Studocu*.

https://www.studocu.com/pe/document/universidad-peruana-de-ciencias-aplicadas/economia-empresarial/alejandro-mungaray-2000/18046418

OECD. (2019). *University-Industry Collaboration*. OECD. https://doi.org/10.1787/9789264085053-es

ONU. (2021). *ODS 9 Industria, innovación e infraestructura | Pacto Mundial ONU*. https://www.pactomundial.org/ods/9-industria-innovacion-e-infraestructura/

Parra-Domínguez, J., Pérez-Pons, E., Alonso-Rincón, R., & Prieto-Tejedor, J. (2022). *Innovación y clústeres tecnológicos*. 125–133. https://doi.org/10.14201/0aq0311125133

Paton, J., Bercovich, N., & Barroeta, B. (2018). *Clústeres y políticas de clúster: oportunidades de colaboración entre la Unión Europea (UE), América Latina y el Caribe (ALC)*. 73. www.eulacfoundation.org

Pedroza-Zapata, Á. R., & Silva-Flores, M. L. (2020). College ecosystems of science, technology, innovation and entrepreneurship. *Magis*, *12*(25), 93–110. https://doi.org/10.11144/JAVERIANA.M12-25.EUCT

Pérez, M., & Marisol, I. (2024). Modelo de triple hélice Universidad-Estado-Empresa en Latinoamérica: Una revisión sistemática. *Revista Investigación y Negocios*, *17*(29), 62–66. https://doi.org/10.38147/INVNEG.V17I29.271

Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Brostrom, A., D'Este, P., Fini, R., Geuna, A., Grimaldi, R., Hughes, A., Kitson, M., Krabel, S., Llerena, P., Lissoni, F., Salter, A., & Sobrero, M. (2012). Academic Engagement and Commercialization: A Review of the Literature on

University-Industry Relations. *SSRN Electronic Journal*, 423–442. https://doi.org/10.2139/SSRN.2088253

Pillihuamán Huamaní, J. C. (2024). Clúster: Estrategia de Asociatividad para la competitividad. Una revisión sistemática. *Revista de Ciencia e Investigación En Defensa CAEN*, *5*(3), 23–25. https://doi.org/10.58211/Y2M4RW32

Porter, M. E. (1990). *The Competitive Advantage of Nations Harvard Business Review*.

Porter, M. E. (1998, December). *Clusters and the New Economics of Competition*. https://hbr.org/1998/11/clusters-and-the-new-economics-of-competition

Poveda, R., Merizalde, P., Calvopiña, M., Parej, C., Carrillo, R., Ordóñez, C., Arias, N., Larrea, M., Regalado, J., & Torres, E. (2013). *El petróleo ecuador en el la nueva era petrolera* (1st ed., Vol. 1). Coordinación General de Imagen Empresarial EP Petroecuador. https://www.eppetroecuador.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/El-Petr%C3%B3leo-en-el-Ecuador-La-Nueva-Era.pdf

Powell, W. W., Koput, K. W., & Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, *41*(1), 116–145. https://doi.org/10.2307/2393988

Primicias. (2024, July). *El empleo se mantiene estancado en Ecuador, según datos del INEC de julio de 2024*. https://www.primicias.ec/economia/empleo-mantiene-estancado-ecuador-datos-inec-julio-77054/

ProColombia. (2023, January 7). *Colombia: The New Tech Hub of Latin America Drives Economic*

Growth Through Software and IT Sector Expansion presented by ProColombia. https://www.fintechfutures.com/press-releases/colombia-the-new-tech-hub-of-latin-america-drives-economic-growth-through-software-and-it-sector-expansion-presented-by-procolombia

Ramírez Velásquez, J. C., Quinde Quizhpi, L. E., Alarcón Vélez, R. A., & Vega Abad, C. R. (2021). Teletrabajo en tiempos de pandemia: Un reto laboral en la educación superior. *Revista Scientific*, *6*, 130–151. https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2021.6.20.7.130-151

Redacción Primicias. (2022, April 19). *Infocentros cambian de nombre, la meta es conectar a las zonas rurales*. https://www.primicias.ec/noticias/tecnologia/infocentros-cambian-nombre-conexion-ruralidad/

Revistamercado. (2020, June 8). *¿Fin de Silicon Valley? Empleo remoto amenaza el clúster tecnológico - Revista Mercado*. https://revistamercado.do/tecnologia/el-fin-de-silicon-valley-el-empleo-remoto-amenaza-el-cluster-tecnologico/

Rodríguez, C. (2023, January 7). *La Triangulación en investigación: definición, tipos y ejemplos*. https://tesisdeceroa100.com/la-triangulacion-en-investigacion-definicion-tipos-y-ejemplos/

Rothaermel, F. T., Anak Agung Istri, S. D., & Jiang, L. (2007). *University Entrepreneurship: A Taxonomy of the Literature* (Vol. 16, pp. 76–84). https://papers.ssrn.com/abstract=952159

Ruiz-Mejías, K., & Corrales-Mejías, R. (2015). Impacto de la diversidad y la participación de los

trabajadores sobre la innovación de las empresas: Un modelo de regresión en dos etapas para el sector servicios. *Política Económica Para El Desarrollo Sostenible*, *1*(1). https://doi.org/10.15359/PEDS.1-1.2

Salcedo, J. (2020, November 14). *Los cinco desafíos del sector de software y TI en Ecuador - IT ahora*. https://itahora.com/2020/11/14/los-cinco-desafios-del-sector-de-software-y-ti-en-ecuador/

Sánchez-Guzmán, L. A., & Betancur-Hinestroza, I. C. (2024). Medellín como modelo de ecosistema de ciencia, tecnología e innovación: una revisión de literatura. *Revista Activos*, *22*(2), 68–89. https://doi.org/10.15332/25005278.10858

Santa Cruz, M. (2014, September 22). *Start-Up Chile*. Https://Www.Wipo.Int/Es/Web/Wipo-Magazine/Articles/Start-up-Chile-38986.

Secretaría Nacional de Planificación. (2015, September). *ODS 9 – ODS Ecuador*. https://www.odsecuador.ec/?p=815

Senplades. (2014). *Plan Binacional de Integración Fronteriza*. https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2015/03/PLAN-BINACIONAL-28-11-2014baja.pdf?utm_source=chatgpt.com

Smith Lawton, H., & Leydesdorff, L. (2023). *The Triple Helix in the context of global change: dynamics and challenges*. http://www.leydesdorff.net

Trejo, D., & Ortega, C. (2025). Characterization of Technological Clusters in the northern region of Ecuador. *Data and Metadata*, *4*. https://doi.org/10.56294/dm2025196

UNESCO. (2019). *Imbabura UNESCO Global Geopark*. Https://Www.Unesco.Org/En/Iggp/Imbabura-Unesco-Global-Geopark.

UNESCO IESALC. (2026, January 20). *¿Cómo apoyar a los grupos desfavorecidos a prosperar en el mercado laboral mundial?* Https://Www.Iesalc.Unesco.Org/Es/Articles/Como-Apoyar-Los-Grupos-Desfavorecidos-Prosperar-En-El-Mercado-Laboral-Mundial?Utm_source=chatgpt.Com.

Velásquez Chacón, E. (2025). Digital adoption in post-pandemic micro and small businesses in Arequipa, Peru. *European Public and Social Innovation Review*, *10*, 3–4. https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1849

Yachay, C. del C. –. (2014, April 4). *Ciudad del Conocimiento - Yachay » Inicia "el boom del conocimiento en Ecuador."* Https://Web.Archive.Org/Web/20140412020350/Http://Www.Yachay.Gob.Ec/Inicia-El-Boom-Del-Conocimiento-En-Ecuador/. https://web.archive.org/web/20140412020350/http://www.yachay.gob.ec/inicia-el-boom-del-conocimiento-en-ecuador/

Yachaytech. (2022, April 19). *YACHAY TECH GRADUÓ A LA QUINTA COHORTE DE ESTUDIANTES*. Https://Yachaytech.Edu.Ec/Noticia/Quinta-Cohorte-Estudiantes/?Utm_source=chatgpt.Com.

ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario aplicado

Estimado/a participante:

Esta encuesta forma parte de una investigación de la carrera de Software de la Universidad Técnica del Norte. Su objetivo es analizar la competitividad tecnológica en el Norte del Ecuador.

Marque con una **X** la opción que mejor represente su opinión.

Escala de valoración

1	2	3	4	5
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

SECCIÓN 1. Datos de Clasificación

Nombre de la organización: …….

Provincia de la organización

☐ Imbabura

☐ Carchi

☐ Esmeraldas

☐ Sucumbíos

☐ Otro……

Tipo de organización

☐ Empresa privada

☐ Institución académica (Escuela/Universidad)

☐ Sector público/Gobierno

☐ Otro: _____

Tamaño de la organización (Número de colaboradores)

☐ 1–9 colaboradores

☐ 10–49 colaboradores

☐ 50–199 colaboradores

☐ Más de 200 colaboradores

SECCIÓN 2. Preguntas

Inversión en I+D y Limitantes	1	2	3	4	5
Se han incrementado los recursos, presupuesto, tiempo o personal destinados a la investigación, desarrollo e innovación (I+D).	☐	☐	☐	☐	☐
La organización dispone de créditos o fondos económicos adecuados para invertir en nuevos proyectos tecnológicos.	☐	☐	☐	☐	☐
Las políticas públicas actuales han facilitado el acceso a fondos concursables, capital semilla o incentivos fiscales para innovar.	☐	☐	☐	☐	☐

Calidad y Competitividad	1	2	3	4	5
La calidad percibida de los servicios o productos ha mejorado gracias a la inversión en innovación.	☐	☐	☐	☐	☐
La adopción de nuevas tecnologías ha permitido aumentar la competitividad de la organización.	☐	☐	☐	☐	☐
La actualización constante de los servicios tecnológicos es el principal factor diferenciador frente a otras instituciones del país.	☐	☐	☐	☐	☐

Adopción de Tecnologías y Talento Humano	1	2	3	4	5
La organización ha implementado tecnologías digitales avanzadas, como servicios en la nube y automatización, para mejorar sus procesos.	☐	☐	☐	☐	☐

El talento humano aún requiere mayor capacitación para afrontar la transformación digital.	☐	☐	☐	☐	☐
La falta de una visión estratégica clara ha dificultado la transformación digital institucional.	☐	☐	☐	☐	☐
La resistencia al cambio del personal ha sido una barrera importante para implementar procesos de digitalización.	☐	☐	☐	☐	☐

Colaboración Interinstitucional	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
La organización mantiene un alto nivel de cooperación con empresas, universidades o gobierno para compartir conocimientos.	☐	☐	☐	☐	☐
El trabajo conjunto con otras entidades locales ha permitido optimizar recursos y mejorar la eficiencia operativa.	☐	☐	☐	☐	☐
La falta de coordinación entre empresas, universidades y entidades gubernamentales dificulta la creación de alianzas para desarrollar proyectos tecnológicos.	☐	☐	☐	☐	☐
La participación en eventos, ferias tecnológicas o mesas de trabajo ha generado proyectos o alianzas útiles para la organización.	☐	☐	☐	☐	☐

Contexto Regional y Retos Locales	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
La migración de profesionales calificados o la fuga de talento por teletrabajo internacional representa una amenaza para la del sector tecnológico.	☐	☐	☐	☐	☐
Las brechas de conectividad e infraestructura en zonas periféricas o rurales limitan el desarrollo tecnológico.	☐	☐	☐	☐	☐
Las diferencias en tiempos, objetivos y procesos administrativos entre universidades y sector productivo dificultan la ejecución de proyectos conjuntos.	☐	☐	☐	☐	☐

Ecosistema Tecnológico Regional	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**

Existe una cantidad creciente y diversa de organizaciones de base tecnológica operando en la provincia.	☐	☐	☐	☐	☐
La creación de parques tecnológicos u otros espacios compartidos fomentaría el establecimiento de más empresas tecnológicos en la región.	☐	☐	☐	☐	☐
La cercanía geográfica con otras entidades del sector tecnológico motiva la mejora continua de los servicios.	☐	☐	☐	☐	☐

Anexo 2: Repositorio Análisis Encuestas

https://github.com/zanianzero/anexos-tesis-clusteres-tecnologicos-norte-ecuador

Anexo 3: Matriz de tabulación de datos

Figura 11

Captura de la matriz de tabulación de datos de las encuestas físicas

