



CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

REVISTA INDUSTRIAL 4.0

ISSN-L 2958-0188

Edición Digital
Nro. 12

Noviembre/2025

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



REVISTA INDUSTRIAL 4.0

**EDICIÓN DIGITAL N° 12
NOVIEMBRE - 2025**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Maria Eugenia Garcia Moreno Ph. D.
Dr. Tito V. Estevez Martini
M.Sc Miguel Angel Calla Carrasco
M.Sc. Ing. Marcelo Ramirez Molina
Mg. Aldo Felipe Vargas Pacheco

Rectora
Vicerrector
Decano Facultad de Ingeniería
Vicedecano Facultad de Ingeniería
Director de Carrera Ingeniería Industrial

Revista Industrial 4.0
Edición Digital N°. 12 - Noviembre 2025
Impresa: ISSN 2958-017X
En Linea: ISSN-L 2958-0188

Comite Editor:

Mario Fermín Zenteno Benítez Ph.D.
Oswaldo Fernando Terán Modregón Ph.D.
M.Sc. Ing. Franz José Zenteno Benítez
M.Sc. Ing. Paula Mónica Lino Humerez
M.Sc. Ing. Lucio Grover Sanchez Eid
M.Sc. Ing. Fernando Floren Sanabria Camacho

Diseño Tapa Versión Impresa & Web:
Ing. Enrique Orosco Crespo

Imagen Tapa:
Universidad Mayor de San Andrés

Imprenta:
ITM LATINOAMÉRICA

Deposito Legal:
4 - 3 - 68 - 2020

Web:
<https://industrial.umsa.bo/revistaindustrial-40>
Email:
revistaindustrial4.0@umsa.bo

Av. Mcal. Santa Cruz N° 1175, Plaza del Obelisco
Mezzanine, Edificio Facultad de Ingeniería
Telf. 2205000-2205067, Int. 1402
Campus Universitario, Cota Cota - calle 30

PROLOGO

Revista "Industrial 4.0"

La producción científica en el campo de la ingeniería industrial ha trascendido la visión clásica de la optimización lineal de procesos para adentrarse en una dimensión de complejidad sistémica. En este volumen de la revista "Industrial 4.0", la Universidad Mayor de San Andrés presenta un conjunto de artículos que muestra, desde una perspectiva analítica, las múltiples facetas de la Ingeniería Industrial. La presente edición no es una mera colección de estudios aislados, sino una demostración de la convergencia necesaria entre la gestión estratégica de la innovación, la excelencia operativa y la sostenibilidad y ambiental.



En un primer nivel de análisis macro, la revista explora la arquitectura de los sistemas de innovación. Se presentan investigaciones que modelan la evolución de los ecosistemas emprendedores universitarios y la transición hacia infraestructuras de alta complejidad tecnológica, así como la conceptualización de la empresa universitaria. Estos trabajos dialogan fluidamente con estudios sobre la complejidad productiva, aportando marcos teóricos fundamentales para comprender las dinámicas de integración económica y el desarrollo de capacidades en entornos competitivos.

Descendiendo hacia la operatividad técnica y la eficiencia de los procesos, se presenta un escrutinio cuantitativo sobre la implementación de metodologías de Lean Six Sigma en el contexto de la Cuarta Revolución Industrial, complementado con evaluaciones financieras críticas sobre el Retorno de la Inversión (ROI) en la automatización. Esta sección se enriquece con análisis econométricos que correlacionan la digitalización de canales comerciales, específicamente en plataformas sociales, con la variabilidad de ingresos en el tejido de la manufactura a pequeña escala (MyPEs), evidenciando la simbiosis entre tecnología y rendimiento económico.

Finalmente, la publicación aborda con rigor científico el imperativo de la sostenibilidad y la economía circular. Se exponen hallazgos significativos en la revalorización de biomasa residual agroindustrial y se plantean revisiones sistemáticas sobre los marcos regulatorios y desafíos técnicos en la gestión de aceites lubricantes usados. De igual manera, se analizan las implicaciones ambientales del uso de biocombustibles en motores de combustión interna y la optimización integral del consumo energético. Estas investigaciones no solo proponen soluciones técnicas, sino que establecen las bases para una ingeniería responsable que responde a las leyes de la termodinámica y a la normativa ambiental vigente.

Así, esta edición de “Industrial 4.0” cumple su función primordial: servir como vehículo de difusión de conocimiento validado, fomentando un debate académico de alto nivel que vincula la teoría avanzada con la práctica ingenieril, consolidando el rol de la academia como generadora de soluciones complejas para una realidad empresarial en constante desarrollo.

Mg. Aldo Felipe Vargas Pacheco
DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

<https://doi.org/10.53287/snyn9679od87t>

EVOLUCIÓN DEL ECOSISTEMA EMPRENDEDOR Y DE INNOVACIÓN EMPRENDEDOR DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS: DEL HUB DE INNOVACIÓN INNOVATEC HACIA LA CONSTRUCCIÓN DEL PARQUE DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICO SAN ANDRÉS (PITSA)

Jorge Velasco Tudela

ORCID: 0000-0002-91934823

jvelasco@umsa.bo

Brain Rene Quispe Sanga

Estudiante Tesista

RESUMEN

Este artículo examina la evolución y maduración del ecosistema de innovación en la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) a lo largo de más de dos décadas, argumentando que su desarrollo sistemático justifica el establecimiento de un Parque Científico y Tecnológico (PCT) físico como el próximo hito estratégico. El estudio sigue una metodología de estudio de caso longitudinal basada en documentación institucional y teoría académica establecida sobre parques científicos y tecnológicos. Los hallazgos revelan una trayectoria de crecimiento orgánico que comienza con el fomento de una cultura emprendedora y culmina con la implementación de infraestructura física avanzada como el laboratorio de fabricación K-Lab, junto con la creación del parque virtual de innovación PITSAv. El artículo concluye que el éxito a largo plazo del próximo Parque Científico y Tecnológico de San Andrés (PITSA) dependerá de la adopción de un modelo de gobernanza autónomo y una estrategia de sostenibilidad financiera diversificada capaz de abordar los desafíos inherentes a la gestión de las infraestructuras de innovación a lo largo del tiempo.

Palabras Claves: Parque Científico y Tecnológico, PITSA, PITSAv, Ecosistemas de Innovación.

ABSTRACT

This article examines the evolution and maturation of the innovation ecosystem at the Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) over more than two decades, arguing that its systematic development justifies the establishment of a physical Science and Technology Park (STP) as the next strategic milestone. The study follows a longitudinal case study methodology based on institutional documentation and established academic theory on science and technology parks. Findings reveal an organic growth trajectory that begins with fostering an entrepreneurial culture and culminates in the implementation of advanced physical infrastructure such as the K-Lab fabrication laboratory, alongside the creation of the virtual innovation park PITSAv. The article concludes that the long-term success of the forthcoming San Andrés Science and Technology Park (PITSA) will depend on adopting an autonomous governance model and a diversified financial sustainability strategy capable of addressing the inherent challenges of managing innovation infrastructures over time.

Keywords: Science and Technology Park, PITSA, PITSAv, Innovation Ecosystems.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad donde la economía se basa en el conocimiento, el rol de la universidad ha experimentado una transformación. Superando sus misiones tradicionales de docencia e investigación, las instituciones se han consolidado en motores del desarrollo económico y social. Esto generó que la universidad este activamente participando en la transferencia de conocimiento y tecnología, convirtiéndose en un actor clave para la creación de ventajas competitivas en el ámbito empresarial y público.

Los Parques Científicos y Tecnológicos (PCT) se establecen como uno de los instrumentos más comunes para la transferencia de conocimiento y tecnología entre centros de investigación y empresas. (Rodríguez-Pose, 2012)

La Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) se presenta como un caso de estudio relevante debido a la serie de proyectos y ambientes de innovación que se implementaron constituyendo una evolución institucional coherente y sostenida a lo largo de más de 20 años. Iniciando con el fomento de la cultura emprendedora hasta el desarrollo de infraestructura de innovación.

El artículo pretende mostrar el desarrollo sostenido del ecosistema innovador y el desarrollo de la madurez de la infraestructura de innovación que justifica la transición hacia un Parque Científico Tecnológico Físico. Esta nueva etapa es fundamental para consolidar los logros alcanzados y desarrollar un ecosistema de innovación moderno donde los distintos actores se vean beneficiados con el desarrollo del Parque Científico Tecnológico Físico.

2. ANTECEDENTES

Creación del Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial (CIDE)

Desde 2003, el Instituto de Investigaciones Industriales de la Umsa ha liderado la creación de un ecosistema de innovación. Este espacio ha incubado a más de 50 startups, otorgando más de \$150.000 en capital semilla, movilizándolo a más de 10.000 proyectos académicos (INGNOVATEC Programa Rectoral, 2023)

Creación del Hub de Innovación

En 2018, se creó el Hub de Innovación en el Instituto de Investigaciones Industriales que posteriormente, mediante Resolución Facultativa 196/2019 este ecosistema evolucionó en el Hub de Innovación de la Facultad de Ingeniería, y posteriormente mediante Resolución Universitaria 400/2021 se convierte en el Hub de Innovación Universitaria de la UMSA como un Programa Rectoral entre 2020 y 2023

Creación del Primer Laboratorio de Fabricación de la UMSA denominado K-Lab

En abril de 2023, se inició el contacto con la Cooperación Coreana para conocer la disponibilidad para financiar la construcción del Parque de Innovación Tecnológico San Andrés (PITSA), durante el proceso la contraparte expresó su interés por iniciar relaciones de cooperación con la UMSA, a través de la instalación de un Laboratorio de Fabricación. El proyecto se concretó mediante convenio firmado en septiembre por el Rector y el Representante de NIPA comprometiendo recursos por 2.5 millones de dólares que incluyen los costos de equipamiento y remodelación desembolsados en 5 años. El "Primer Laboratorio de Fabricación de la UMSA denominado K-Lab" fue inaugurado el 30 de julio de 2024 diseñado para crear innovar y colaborar con el ecosistema emprendedor que se había ido construyendo de manera orgánica en más de dos décadas en la Facultad de Ingeniería y en la UMSA.

3. DESARROLLO

3.1. Definición y Funciones de un Parque Científico Tecnológico

La Asociación Internacional de Parques Científicos y Áreas de Innovación (IASP) define formalmente un PCT como:

“Una organización gestionada por profesionales especializados, cuyo objetivo principal es incrementar la riqueza de su comunidad promoviendo la cultura de la innovación y la competitividad de sus empresas asociadas e instituciones basadas en el conocimiento” (Sanz Irlles, 2011)

Lo que nos indica que la organización tiene una misión activa de fomentar la innovación.

Las funciones principales de un Parque Científico Tecnológico (PCT) son las siguientes:

- **Fomentar Sinergias (Modelo de la Triple Hélice):** Los PCT son el espacio por excelencia donde se materializa la interacción entre la universidad (generadora de conocimiento), la industria (aplicadora de conocimiento y demandante de soluciones) y el gobierno (facilitador y regulador). Este modelo de la Triple Hélice es fundamental para crear un sistema de innovación dinámico y alineado con las necesidades del desarrollo regional.
- **Facilitar la Transferencia de Tecnología:** Actúan como intermediarios para que los resultados de la investigación universitaria se transfieran al sector productivo, ya sea a través de licenciamiento de patentes, proyectos de I+D colaborativos o la creación de empresas spin-off.
- **Proveer Incubación y Aceleración de Empresas:** Ofrecen un entorno protegido y servicios de alto valor agregado (mentoría, acceso a financiación, espacio físico, redes de contacto) para la creación y el crecimiento de nuevas empresas innovadoras, especialmente startups y spin-offs de base tecnológica.
- **Catalizar el Desarrollo Económico Regional:** Al atraer talento, fomentar la creación de empresas de base tecnológica y generar empleos cualificados, los PCT se convierten en catalizadores del desarrollo económico local y regional, mejorando la competitividad del territorio.

3.2. Factores Críticos de Éxito y Modelos de Gobernanza

La literatura especializada ha identificado una serie de factores críticos que determinan el éxito y la sostenibilidad de un PCT:

- **Compromiso Político Sostenido:** El apoyo explícito y a lo largo plazo de los gobiernos a nivel nacional y local es indispensable, no solo en términos de financiación, sino también de marcos regulatorios favorables.
- **Vínculos Formales con Universidades:** Una relación operativa y estratégica con una o más universidades o centros de investigación es la piedra angular de un PCT, garantizando el flujo de conocimiento y talento.
- **Localización Estratégica e Infraestructura de Calidad:** La ubicación geográfica, el acceso a vías de comunicación y la calidad de las instalaciones y servicios son factores clave para atraer a empresas y talento.
- **Financiamiento Diversificado a Largo Plazo:** La dependencia de una única fuente de financiación es un riesgo significativo. Los modelos exitosos combinan fondos públicos, ingresos por alquileres y servicios, e inversión privada.
- **Entidad Gestora Profesional y Autónoma:** La gestión del parque debe estar a cargo de un equipo profesional con autonomía respecto a las burocracias universitarias o gubernamentales, lo que permite una toma de decisiones ágil y orientada al mercado

Los modelos de gobernanza varían, y el promotor principal suele definir el carácter del parque. Existen parques promovidos principalmente por gobiernos regionales, por universidades o por consorcios público-privados. Cada modelo tiene implicaciones distintas para la estrategia y los objetivos del parque, siendo los modelos mixtos lo que a menudo demuestran una mayor resiliencia y capacidad para alinear los intereses de todos los actores

3.3. La Transición de Ecosistemas Virtuales a Físicos

En la era digital, ha surgido el fenómeno de los parques y plataformas de innovación virtuales. Estos ecosistemas digitales pueden actuar como precursores o complementos de los parques físicos, ofreciendo ventajas significativas. Un parque virtual permite construir y consolidar una comunidad de innovadores, validar la

demanda de servicios de apoyo y establecer una marca y una red de contactos con un inversión inicial considerablemente menor a la requerida para la infraestructura física.

La implementación estratégica de un parque virtual antes de la construcción de uno físico representa un enfoque moderno y prudente para el desarrollo de PCT. Este modelo, que podría describirse como “comunidad primero, infraestructura después”, permite mitigar los altos riesgos financieros asociados a los grandes proyectos mobiliarios. Al construir primero una comunidad digital activa y comprometida, se asegura que la infraestructura física futura responda a una demanda real y existente, en lugar de ser construida con la esperanza especulativa de atraer a usuarios. La existencia del Parque de Innovación Tecnológica San Andrés Virtual (PITSAv) en la UMSA posiciona su estrategia como una práctica avanzada, que aprovecha las herramientas digitales para deriesgar y optimizar la transición hacia un parque físico.

4. METODOLOGÍA: ANÁLISIS DE CASO DEL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN

El presente estudio se basa en una metodología de investigación cualitativa, configurada como un estudio de caso único y longitudinal. Este enfoque permite un análisis profundo y contextualizado de la evolución del ecosistema de innovación de la UMSA a lo largo del tiempo. La base empírica del análisis se constituye a partir de una revisión documental exhaustiva de fuentes primarias, incluyendo informes institucionales, descripciones de programas, resoluciones universitarias y artículos publicados por la propia universidad y sus miembros.

Para la interpretación y contextualización de estos datos primarios, se ha realizado una revisión sistemática de la literatura académica secundaria sobre sistemas de innovación, emprendimiento universitario y, específicamente sobre la teoría y practica de los Parques Científicos y Tecnológicos. Este marco teórico se enriquece con el análisis de estudios de caso internacionales, con un enfoque particular en experiencias relevantes de América Latina, para establecer puntos de referencia y extraer lecciones aplicables al contexto boliviano. La triangulación de las fuentes primarias institucionales con el marco teórico y los casos de referencia permite construir una narrativa analítica robusta sobre la génesis, maduración y futuro estratégico del ecosistema de innovación de la UMSA.

5. ANALISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

El análisis documental revela una evolución sistemática y por fases del ecosistema de innovación de la UMSA, que se extiende por más de dos décadas. Este proceso se caracteriza por una construcción gradual de capacidades, una creciente institucionalización y una transición estratégica hacia la infraestructura física y digital.

Años	Hito	Descripción
2003	Creación del CIDE	Se establece el Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial en el Instituto de Investigaciones Industriales, actuando como la incubadora fundacional del ecosistema
2008	Cátedra IGI – 645	La materia de “Innovación Empresarial” se consolida como el pilar académico para la formación de competencias emprendedoras en estudiantes de ingeniería.
2006	Concurso Innova San Andrés	Se realizan 7 versiones del concurso, convirtiéndose en la principal plataforma para la identificación y validación de ideas y proyectos de base tecnológica en la universidad
2019	Creación del Hub de Innovación Facultativo	Mediante la Resolución Facultativa 196/2019, se formaliza el Hub de Innovación para todas la Facultad de ingeniería, integrando las iniciativas existentes.
2021	Creación del Hub de Innovación Universitario	La Resolución Universitaria 400/2021 eleva al Hub a un Programa Rectoral, dándole un mandato y alcance para toda la UMSA.
2022 – 2023	Creación del PITSAv	Se lanza el parque de innovación Tecnológica San Andrés Virtual, la primera infraestructura digital del ecosistema para conectar a sus actores.
2023 – 2024	Implementación del K-Lab	Se diseña e inaugura el laboratorio de fabricación digital K-Lab, con el apoyo de la Cooperación Coreana, representando la primera gran inversión en infraestructura física compartida.
2025	Programa DeepTech Bicentenario	Se lanza un programa interuniversitario enfocado en DeepTech, marcando una orientación estratégica hacia tecnologías de frontera y preparando el terreno para el PCT físico.

5.1. Cultura Emprendedora (2003 - 2018)

El origen del ecosistema de la UMSA es desde el 2003 que surgió en la Facultad de Ingeniería. Esta fase inicial se centró en la construcción del ecosistema emprendedor que consta de: capital humano, la mentalidad emprendedora y las redes comunitarias.

Tres pilares fundamentales sostuvieron esta etapa:

- El Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial (CIDE): Creado en el instituto de Investigaciones Industriales, el CIDE funcionó como la incubadora de empresas del ecosistema, proporcionando el primer apoyo estructurado a ideas emergentes.
- La Cátedra de Innovación Empresarial (IGI – 645): Esta asignatura se convirtió en el principal vehículo académico para formar a miles de estudiantes en creatividad, modelos de negocio y gestión de la innovación, sembrando sistemáticamente las competencias emprendedoras en la base estudiantil
- El Concurso Innova San Andrés: A lo largo de sus múltiples versiones, este concurso se consolidó como el mecanismo central para generación y validación de ideas. Actuó como un gran embudo que canalizó la creatividad de toda la comunidad universitaria, permitiendo identificar los proyectos con mayor potencial.

El impacto acumulado de esta fase es notable. La formación de más de 12.000 estudiantes y la evaluación de más de 10.000 propuestas demuestran la escala y la sistematicidad del proceso. Los resultados posteriores, como la creación de startups y empleos, no fueron un producto del azar, sino la consecuencia directa de un sistema bien diseñado y ejecutado durante más de dos décadas para cultivar la innovación desde su base.

5.2. La Institucionalización y Expansión

A partir del 2018, el ecosistema entró en una nueva fase de formalización y expansión. La creación del Hub de Innovación marco un punto de inflexión, al integrar las iniciativas preexistentes bajo una estructura formal y con un mandato estratégico claro. La evolución del Hub fue progresiva: primero se consolidó a nivel de la Facultad de Ingeniería mediante la resolución Facultativa 196/2019,

y posteriormente, en un paso de gran importancia estratégica, fue elevado a la categoría del Programa Rectoral para toda la universidad a través de la resolución universitaria 400/2021.

Esta institucionalización desde el más alto nivel de la UMSA otorgó al ecosistema una mayor legitimidad, un acceso más estable a recursos y un mandato para operar a escala universitaria. Durante esta fase, el Hub también se enfocó en la construcción de alianzas estratégicas externas, estableciendo convenios con actores clave del sector productivo como la Cámara Nacional de Industrias (CNI) y la CAINCO, así como con entidades gubernamentales y organismos de cooperación internacional.

5.3. Avance a infraestructura digital

Los años más recientes han sido testigos de los desarrollos más transformadores, con la transición del ecosistema hacia una infraestructura híbrida que combina lo digital con lo físico.

- El Parque Virtual (PITSAv): El lanzamiento del Parque de Innovación Tecnológica San Andrés Virtual fue un primer paso estratégico hacia la infraestructura de un parque. El PITSAv funciona como una “puerta de entrada” digital al ecosistema, una plataforma de colaboración y un espacio para visibilizar los proyectos y capacidades de la comunidad UMSA.
- El Laboratorio de Fabricación (K-Lab): La implementación del K-Lab representa la primera inversión significativa en infraestructura física de I + D compartida y un caso de estudio en sí mismo sobre la capacidad de ejecución de la UMSA. El proyecto se originó en 2023 a partir del contacto del Hub de Innovación con la Cooperación Coreana, culminando en un convenio con la Agencia Nacional de Promoción de la Industria de TI (NIPA) por un monto aproximado de 2.5 millones de dólares a ser ejecutado en 5 años. El proceso de implementación fue meticuloso, incluyendo encuestas de necesidades, visitas de referencia a Fab Labs internacionales como el de la Universidad de Chile, y un proceso de diseño participativo para definir el equipamiento (impresoras 3D, cortadoras láser, fresadoras CNC) más adecuado a la realidad local. Inaugurando en agosto de 2024, el K-Lab tiene el objetivo estratégico de fomentar una “cultura maker” y habilitar el prototipado rápido para estudiantes y emprendedores.

Este proyecto es un punto de prueba crítico para el ecosistema. Demuestra la capacidad de la UMSA para atraer financiamiento internacional significativo, gestionar un proyecto de infraestructura complejo e integrar tecnología avanzada en su oferta de servicios. Sin embargo, el hecho de que su financiamiento esté garantizado por un periodo de cinco años (hasta 2028) introduce explícitamente el principal desafío que enfrenta el ecosistema en un conjunto: la sostenibilidad a largo plazo. El K-Lab encapsula así tanto la mayor fortaleza del ecosistema (su capacidad de ejecución) como su riesgo más significativo a futuro (la dependencia de financiamiento de proyecto con plazos definidos), sirviendo como un perfecto punto de pivote hacia la discusión sobre la necesidad de un modelo sostenible para el futuro parque físico.

5.4. Impacto Cuantificable

El impacto acumulado del ecosistema a lo largo de dos décadas es sustancial y cuantificable, lo que refuerza el argumento de su madurez y éxito

Indicador	Métrica
Formación de Capital Humano	>12.000 estudiantes y emprendedores formados en innovación
Generación de Ideas	> 10.000 iniciativas y propuestas evaluadas
Financiamiento Inicial	\$us 250.000 otorgados en capital semilla
Creación de Empresas	50 startups de base tecnológica creadas
Generación de Empleo	>1.000 empleos directos generados

La proyección estratégica actual del ecosistema se materializa en el programa “Deep Tech 2025”. Esta iniciativa interuniversitaria, en alianza con otras importantes universidades del país, marca una clara orientación hacia tecnologías de frontera DeepTech, priorizando áreas como Inteligencia Artificial, Bioingeniería, Robótica, Energías Limpias y Salud (Ver Memoria DeepTech en página web del Hub de Innovación). Este enfoque en tecnologías complejas que requieren investigación intensiva y laboratorios especializados subraya la creciente necesidad de una infraestructura más avanzada, como la que ofrecería un parque físico, para poder apoyar adecuadamente el desarrollo y escalamiento de este tipo de emprendimientos.

6. DISCUSIÓN

La transición de la descripción de los logros pasados al análisis de la estrategia futura nos lleva a la discusión central de este artículo: la necesidad y viabilidad de la creación del Parque Científico Tecnológico San Andrés (PITSA) físico. Esta sección sintetiza los resultados del caso de estudio con el marco teórico para construir un argumento sólido en favor de este salto evolutivo.

6.1. Justificación del Salto a PITSA Físico

El ecosistema de innovación de la UMSA ha alcanzado una masa crítica que hace que la creación de un parque físico no sea solo una oportunidad, sino una necesidad para su sostenibilidad y crecimiento futuro. El alto volumen de ideas generadas y evaluadas, el número de startups exitosas que han surgido y el giro estratégico hacia el DeepTech crean una demanda tangible de infraestructura que el modelo actual, basado en programas y espacios dispersos, ya no puede satisfacer plenamente.

Un parque físico centralizado es necesario para:

- **Retener y Escalar el Talento y las Empresas:** Un PCT ofrece el espacio de calidad y los laboratorios especializados que las startups de base tecnológica necesitan para crecer. Sin esta infraestructura, existe el riesgo de que las empresas más prometedoras se estanquen o migren a otros ecosistemas que si ofrezcan estas condiciones.
- **Atraer Inversión y Empresas Externas:** Un parque físico es una señal clara para el mercado y los inversores, posicionando a la región como un polo de innovación serio. Además, permite atraer a empresas de tecnología consolidadas que deseen instalar centros de I+D en proximidad a la fuente de talento e investigación que es la universidad
- **Fomentar la Colisión Creativa:** Aunque las plataformas virtuales son eficientes, la innovación disruptiva a menudo surge de interacciones informales y no planificadas. Un espacio físico compartido maximiza las oportunidades de “colisión creativa” entre investigadores, emprendedores, estudiantes e industriales, catalizando la colaboración y la generación de nuevas ideas.

6.2. Lecciones de Casos de Éxito en América Latina para el Diseño de PITSA

El diseño de PITSA no debe partir de cero, sino que puede y debe aprender de las

experiencias de otros parques exitosos en la región. Un análisis comparativo de modelos de referencia ofrece lecciones valiosas.

Características	Parque de Investigación e Innovación Tecnológica (PIIT) – Monterrey, México	Centro de Innovación UC Anacleto Angelini – Santiago, Chile	Porto Digital – Recife, Brasil
Modelo de Gobernanza	Fuerte modelo de Triple Hélice (Gobierno, Tec de Monterrey, Empresas) con un fideicomiso gestor.	Impulsado por la universidad (Pontificia Universidad Católica) con un fuerte enfoque en la vinculación con la industria.	Consorcio público-privado con un fuerte rol del gobierno estatal y municipal, gestionado por una Organización Social.
Especialización Temática	DeepTech y manufactura avanzada (Biotecnología, Mecatrónica, Nanotecnología, TIC)	Agnóstico en sector, pero enfocado en “innovación abierta”, conectando desafíos corporativos con capacidades universitarias.	Tecnologías de la información y Comunicación (TIC) y Economía Creativa.
Propuesta de Valor Única	Concentración de centros de I+D de grandes corporaciones junto a la universidad	Funciona como un “hub de innovación” que ofrece servicios de alto valor mas allá del espacio físico (consultoría, I+D por contrato)	Integración del clúster tecnológico con la revitalización urbana y social del centro histórico de la ciudad.

De estos casos se despenden lecciones clave para PITSA:

- Del PIIT Monterrey, se debe adoptar la importancia de una gobernanza forma de Triple Hélice desde el inicio y una clara especialización en las áreas de DeepTech ya identificadas por el Hub de Innovación a través del Congreso

Deep Tech para construir una ventaja competitiva reconocible.

- Del Centro de Innovación UC, PITSA debería aspirar a ser más que un arrendador de espacios. Debe consolidarse como un “hub de innovación abierta” que activamente conecte los desafíos del sector productivo boliviano con las capacidades de investigación de la UMSA, ofreciendo servicios de I+D por contrato y consultoría especializada.
- De Porto Digital, se aprende que un PCT puede tener un impacto que trasciende lo económico. PITSA debe ser concebido no como una isla, sino como un proyecto integrado en la ciudad de La Paz. Contribuyendo a su desarrollo urbano, social y cultural, y convirtiéndose en un símbolo de la modernización de la región.

6.3. Abordando los desafíos de Sostenibilidad y Gobernanza para PITSA

La experiencia con el financiamiento a plazo fijo del K-Lab es un advertencia clara: la sostenibilidad financiera y gobernanza eficaz son los desafíos más críticos para el éxito a largo plazo de PITSA. El éxito del parque dependerá menos de la arquitectura de sus edificios y más de la robustez de su modelo de negocio y de gestión.

- **Sostenibilidad Financiera:** Es imperativo diseñar un modelo de financiación diversificado que supere la dependencia de subvenciones a corto plazo. Un modelo sostenible para PITSA debería combinar diversos flujo de ingresos como la prestación de servicios, venta de productos, royalties de startups y spinoffs, etc.
- **Gobernanza:** Siguiendo las mejores practicas internacionales, PITSA debe ser gestionado por una entidad con autonomía jurídica y financiera, separada de la estructura administrativa tradicional de la universidad. Una fundación o una sociedad de economía mixta podría ser un vehículo adecuado. Su consejo directivo debe reflejar la Triple Hélice, incluyendo representantes de alto nivel de la UMSA, del gobierno (municipal y nacional), de las empresas instaladas en el parque, de la Cámara Nacional de Industrias y del sector financiero. Esta autonomía es crucial para una gestión ágil, profesional y orientada a las necesidades del mercado.

7. CONCLUSIONES Y ESTRATEGIA

La revisión longitudinal del desarrollo del ecosistema de innovación de la Universidad Mayor de San Andrés demuestra que la institución ha logrado construir, de manera progresiva y sistemática, un modelo integral que abarca formación de talento, generación de ideas, incubación, infraestructura digital y capacidades de prototipado físico. Este proceso, sostenido durante más de veinte años, constituye la base empírica y estratégica para avanzar hacia la consolidación del Parque Científico Tecnológico San Andrés (PITSA) en su versión física.

El análisis evidencia que la UMSA ha alcanzado un punto de madurez institucional caracterizado por:

1. un volumen significativo de capital humano formado;
2. resultados cuantificables en creación de startups y empleos;
3. la existencia de infraestructura física y digital funcional; y
4. una orientación estratégica hacia áreas de DeepTech.

Estos elementos confirman que el entorno universitario posee la masa crítica necesaria para transitar hacia un PCT que articule investigación, industria y Estado bajo un enfoque de Triple Hélice.

Estrategia a seguir para la consolidación del PITSA

A partir de la evidencia analizada, se propone una estrategia integral en cuatro ejes que orienta la transición hacia un Parque Científico y Tecnológico sostenible, competitivo y alineado con estándares internacionales:

a. Gobernanza Autónoma y Profesionalizada

Crear una entidad gestora con autonomía jurídica y operativa (fundación o sociedad público-privada), regida por un directorio bajo el modelo de Triple Hélice. Esta entidad debe poseer capacidad de decisión ágil, independencia administrativa y enfoque de mercado.

b. Sostenibilidad Financiera Diversificada

Diseñar un modelo económico basado en múltiples fuentes de ingreso: servicios de I+D, membresías, arrendamiento de espacios, consultoría tecnológica, programas

de innovación abierta, royalties, y participación accionaria en startups. Este esquema reducirá riesgos asociados a la dependencia de cooperaciones o subvenciones temporales.

c. Especialización en Tecnologías de Frontera (DeepTech)

Posicionar a PITSA como un nodo nacional en tecnologías complejas y de alta intensidad en conocimiento (IA, robótica, bioingeniería, energías limpias, manufactura avanzada). La especialización constituye una ventaja competitiva frente a otros modelos de innovación del país.

d. Integración Metropolitana y Vinculación con el Sector Productivo

Concebir PITSA como un proyecto articulado con la ciudad de La Paz, capaz de atraer empresas, generar empleo calificado y contribuir al desarrollo económico y urbano. La vinculación activa con industrias, cámaras sectoriales y gobiernos permitirá convertir al parque en un polo de innovación regional.

8. BIBLIOGRAFÍA

INGNOVATEC Programa Rectoral. (2023). Hub de Innovación. La Paz.

Instituto de Investigaciones Industriales - Facultad de Ingeniería UMSA. (2025). Plan de Innovación y emprendimiento del Instituto de Investigaciones Industriales (III). La Paz.

Rodríguez-Pose, A. (2012). Los parques científicos y tecnológicos en América Latina - Un análisis de la situación actual. Banco Interamericano de Desarrollo, 1.

Sanz Irlés, L. (2011). Los Parques Científicos y Tecnológicos: Un concepto y una realidad. Encuentros Multidisciplinarios.



Carrera de Ingeniería Industrial 86 Años

**Facultad de Ingeniería
Universidad Mayor de San Andrés**

**UMSA
UNIVERSIDAD DEL BICENTENARIO**



CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS