



Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

Construir un mejor Panamá para todos

Cuadernos Sectoriales
**Sector Industria
Manufacturera**



Lista de Contenido

1	Introducción	3
2	Análisis sectorial	4
2.1	Introducción y Contexto Global.....	4
2.2	Resumen	4
2.3	Diagnóstico, datos cuantitativos y variables clave del sector	7
2.3.1	Datos cuantitativos del sector	7
2.3.2	Variables clave de los sectores Manufactura y Minería	8
2.4	Políticas públicas para el desarrollo del sector.....	14
2.5	Desempeño reciente.....	14
2.5.1	Manufactura:	14
2.5.2	Minería:	14
2.6	Análisis DAFO: Debilidades, Amenazas, Fortaleza y Oportunidades del sector	15
2.6.1	DAFO Manufactura	15
2.6.2	DAFO Minería	16
2.7	Inversión en CTI del sector.....	16
2.7.1	Manufactura	16
2.7.2	Minería	17
2.8	Desarrollo del Talento Humano	17
2.8.1	Manufactura	17
2.8.2	Minería	18
2.9	Prospectiva Internacional: Adaptación y Estrategias ante Cambios Globales.....	19
2.9.1	Manufactura	19
2.9.2	Minería	20
2.10	Impacto social del desarrollo de los sectores Manufactura y Minería en Panamá	20
2.11	Conclusión y Recomendaciones	21
2.11.1	Manufactura	21
2.11.2	Minería	21
2.12	Referencias consultadas	22
3	Desafíos y retos del sector.....	24
4	Oportunidades de contribución de la CTI.....	25
5	PECTI: Proyectos estratégicos de ciencia, Tecnología e Innovación.....	27
5.1	PECTI: SMART INDUSTRY. Transformación Digital y Tecnologías Inteligentes	29

1 Introducción

El presente documento es un compilado de la información que contiene el PENCYT 2025-2029 y sus documentos adjuntos sobre el sector industria manufacturera. Su utilidad reside en que integra y resume la información para facilitar la consulta de los hallazgos del Diagnóstico del Estado Actual del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en lo relativo al análisis del sector industria manufacturera y las apuestas que hace el Plan estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCYT 2025-2029) para contribuir desde la CTI a dar respuestas a los retos y desafíos que tiene el sector.

El Análisis de la situación del sector se realizó cubriendo las siguientes dimensiones:

1. Introducción y contexto Global
2. Diagnóstico, datos cuantitativos y variables clave del sector
3. Políticas públicas para el desarrollo del sector
4. Desempeño Reciente
5. DAFO: Debilidades, Amenazas, Fortaleza y Oportunidades
6. Inversión en I+D
7. Talento Humano
8. Prospectiva Internacional: Adaptación y Estrategias ante Cambios Globales
9. Conclusiones y recomendaciones
10. Referencias consultadas

De esta forma, se ha conseguido un diagnóstico sistémico y estandarizado del panorama actual, desafíos competitivos, inversiones en conocimiento e innovación, así como el impacto de megatendencias emergentes y la adaptación requerida para impulsar, de manera general, los sectores estratégicos de Panamá, y el sector de la industria manufacturera en particular. Este análisis ha permitido identificar, con mayor claridad y sustento, determinados factores que son parte de la reflexión clave relacionada con la CTI en línea con la elaboración del Plan Estratégico Nacional de Ciencia y Tecnología, PENCYT 2025-2029.

El documento consta de los siguientes apartados:

1. Análisis de la situación del sector servicios industria manufacturera
2. Retos y desafíos que enfrenta el sector y problemáticas clave
3. Posibles agendas estratégicas quinquenales centradas en CTI
4. Proyectos Estratégicos de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECTI) incluidos en el PENCYT.

2 Análisis sectorial

2.1 Introducción y Contexto Global

La manufactura de vanguardia y la minería high-tech representan cerca de un tercio del PIB global, o decenas de trillones de dólares anuales, siendo los pilares centrales que sostienen el funcionamiento de prácticamente todas las cadenas modernas de suministro y producción.¹

Juntas también llegan a representar más del 80% del comercio mundial según datos de la OMC al mover las materias primas, componentes y productos finales que dinamizan la economía internacional².

Ambos sectores industriales están inmersos en una transformación sin precedentes, enfrentando la disrupción de tecnologías 4.0 como inteligencia artificial, 5G e internet de las cosas, vehículos guiados autónomos, fabricación aditiva, computación en la nube y cuántica³.

El nivel de adopción que los países alcancen en estas áreas definirá en gran medida la competitividad futura de sus sectores manufactureros y mineros. Quienes lideren la carrera tecnológica industrial estarán mejor posicionados para impulsar su crecimiento económico⁴.

Asimismo, la sostenibilidad y la mitigación del cambio climático son tendencias determinantes para estas industrias a nivel global. La implementación de la economía circular, el uso de energía verde, la eficiencia hídrica y la trazabilidad de la huella de carbono en los procesos de extracción y producción, se están volviendo tan estratégicos como la innovación para asegurar la supervivencia misma de estas actividades económicas⁵.

2.2 Resumen

La industria manufacturera en Panamá representa un 4.8% del PIB nacional, empleando directamente al 7,8% de la fuerza laboral según datos del Ministerio de Comercio e Industrias al 2022. Se enfoca principalmente en productos alimenticios, bebidas, productos químicos básicos, y *commodities* metálicos con relativamente bajo valor agregado. La productividad media está un 20% por debajo del promedio latinoamericano⁶.

La industria manufacturera en Panamá se caracteriza por una diversidad de empresas, que varían desde grandes multinacionales hasta pequeñas empresas familiares. Estas empresas se clasifican según su tamaño, ubicación geográfica y especialización⁷.

- **Grandes empresas:** Aunque representan una pequeña fracción del total de empresas manufactureras, son responsables de una gran parte de la producción y el empleo. Están enfocadas principalmente en la producción de derivados del petróleo, cemento, hierro y acero.
- **Pymes:** Constituyen aproximadamente el 95% del total de empresas manufactureras, pero generan solo el 40% de la producción y el empleo. Se especializan principalmente en la producción de productos alimenticios, bebidas y tabaco.
- **Microempresas:** Representan alrededor del 30% del total de empresas manufactureras y generan el 10% de la producción y el empleo. Están enfocadas principalmente en la producción de bienes de consumo no duraderos, como textiles, calzado y artículos de papelería.

Por su parte, el sector minero en Panamá es aún incipiente. Representa cerca del 4.0% del PIB con menos de 300 concesiones activas, según el último Censo Minero Nacional de 2017⁸. La extracción de materiales para construcción como arena, grava y arcilla es predominante, representando el 82% del

¹ The Future of Manufacturing, Foro Económico Mundial, 2022

² World Trade Report 2022, Organización Mundial del Comercio, 2022.

³ The Global Manufacturing Competitiveness Index 2022, Foro Económico Mundial 2022

⁴ The Future of Manufacturing, Foro Económico Mundial, 2022

⁵ The Global Manufacturing Competitiveness Index 2022, Foro Económico Mundial 2022

⁶ Informe sobre el Estado de la Industria Manufacturera en Panamá 2022 Ministerio de Comercio e Industrias de Panamá. Panamá 2022

⁷ Ministerio de Comercio e Industria de Panamá, "Informe sobre el estado de la industria manufacturera en Panamá 2022"

⁸ Autoridad Nacional del Ambiente. (2017). Censo Minero Nacional 2017.

valor total de la producción minera en el país⁹. Existe también una limitada explotación de minerales metálicos más valiosos como oro, plata y cobre.

De acuerdo con el más reciente informe de la Autoridad Nacional de Asuntos Mineros (ANAM) en 2021, se estima que el número de concesiones vigentes se ha reducido a alrededor de 250¹⁰. Esto se debe principalmente a una disminución en la demanda de materiales de construcción durante la pandemia de COVID-19.

En cuanto a la minería metálica, Panamá cuenta con un potencial importante aún sin explotar de oro y cobre, concentrado mayoritariamente en las provincias de Colón, Panamá, Darién y Veraguas¹¹. Se estima que, con mejores capacidades de exploración geológica y mayores inversiones en el sector, la producción de estos metales preciosos podría incrementarse considerablemente en la próxima década. En ambos sectores hay retos importantes de tecnificación de procesos, encadenamientos productivos más profundos en mercados globales, y adopción de prácticas más sustentables y amigables con las comunidades.

De forma sintética, el análisis DAFO del sector manufacturero se presenta a continuación en la tabla 1:

Manufactura		Peso específico sobre PIB	4,8%
Debilidades	Amenazas	Fortalezas	Oportunidades
• Baja productividad laboral frente a competidores regionales: La producción por trabajador es un 20% inferior al promedio de la Alianza del Pacífico. (CEPAL 2021) • Rezago tecnológico en maquinaria y procesos de producción: Sólo el 13% de las fábricas operan con tecnologías de Industria 4.0 como internet de las cosas, manufactura aditiva o automatización avanzada, frente al 32% de México y Chile. (Foro Económico Mundial 2022) • Insuficiente personal calificado en carreras técnicas especializadas: La escasez de perfiles en mecatrónica, robótica, sistemas de control industriales y otra área limita la adopción de tecnologías más avanzadas y productivas. (Informe Nacional de Competitividad 2021)	• Entrada de productos manufacturados más baratos desde Asia: Importaciones de menor precio desplazan crecientemente producción doméstica tanto en mercado interno como en exportaciones. (Banco Mundial 2022) • Mayor rigurosidad de estándares internacionales: La aplicación de nuevos reglamentos técnicos y de ecoeficiencia incrementa los costos y reducen la competitividad de pymes frente a pares internacionales. (Foro Económico Mundial 2022) • Encarecimiento de materias primas e insumos por crisis inflacionarias y logísticas: La volatilidad observada desde 2020 en los precios internacionales de ítems clave (acero, plásticos y microchips) golpea los márgenes de las fábricas locales. (CEPAL 2021)	• Cercanía a crecientes mercados de exportación en la región: Panamá tiene acceso directo a 60 millones de consumidores en América Central y el Caribe. (Banco Mundial 2022) • Preferencias arancelarias en tratados comerciales vigentes: Canasta amplia de acuerdos internacionales con aranceles preferenciales menores al 5%. (CEPAL 2021)	• Creciente necesidad de bienes de capital e insumos industriales en América Latina y el Caribe: Demanda sostenida en categorías donde Panamá es competitivo como máquinas-herramienta, equipo pesado para construcción y productos químicos. (Foro Económico Mundial 2022) • Nearshoring de empresas multinacionales interesadas en diversificar cadenas de suministro: Interés reciente en relocalizar parte de producción fuera de Asia ante problemas logísticos y geopolíticos. (Banco Mundial 2022).
Observaciones		• El sector manufacturero en Panamá ha mantenido niveles mínimos de inversión en I+D y adopción temprana de tecnologías. • La Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana (2021), indica que el gasto total (público y privado) en I+D vinculado a ing. industrial, manufactura avanzada, electrónica, mecatrónica y robótica es menos del 2% en Panamá. México tiene (27% en I+D industrial) y Costa Rica (15% en ciencia de materiales e IA) (RICYT 2021).	

Tabla 1. DAFO Sector Manufactura de Panamá. Fuente: Elaboración propia.

De igual forma, el análisis DAFO del sector minero panameño se presenta en la siguiente tabla:

⁹ Contraloría General de la República. (2021). Informe económico 2021.

¹⁰ Autoridad Nacional de Asuntos Mineros. (2021). Informe de labores 2021.

¹¹ Revista Tecnología Minera. (2020). Potencial minero de Panamá.

Minería		Peso específico sobre PIB	4%
Debilidades	Amenazas	Fortalezas	Oportunidades
• Bajos volúmenes de producción que limitan economías de escala: La extracción de minerales como oro, cobre y plata se sitúa muy por debajo de países líderes en LATAM (CEPAL 2021) • Rezago en adopción de nuevas tecnologías para la exploración y extracción: Persisten brechas en automatización, así como en equipos de perforación y transporte con mayor eficiencia energética. (Banco Mundial 2022) • Insuficientes técnicos con formación especializada en minería sostenible: Escasean perfiles como ingenieros de minas y geólogos con conocimientos específicos en gestión ambiental, relacionamiento comunitario y higiene/seguridad minera. (Informe Nacional de Competitividad 2021)	• Competencia de otros países latinoamericanos con menores costos de operación: Naciones como Perú, Chile y México tienen mayor productividad y acceso a insumos, electricidad y transporte más económicos. (Banco Mundial 2022) • Presión por mayores estándares ambientales y consultas comunitarias: ONGs globales y locales demandan evaluaciones de impacto más rigurosas e involucramiento de municipios aledaños para viabilizar nuevos proyectos extractivos. (CEPAL 2021) • Volatilidad en los precios internacionales de los minerales: La cotización global de metales está sujeta a amplias fluctuaciones ante cambios en la oferta y demanda mundial, impactando la rentabilidad de las operaciones mineras locales. (Foro Económico Mundial 2022)	• Cercanía y acceso a creciente mercado regional: La ubicación geográfica de Panamá le permite abastecer de forma competitiva la demanda de minerales tanto para uso industrial como en infraestructura en los países centroamericanos y del norte de Sudamérica. (CEPAL 2021). • Disponibilidad de recursos como cobre, oro, plata y arena sílice de alta pureza: Estudios del Servicio Geológico de Estados Unidos y el PNUD confirman un importante potencial en estos minerales en particular en la provincia de Colón y la comarca Guna Yala. • Preferencias arancelarias en tratados comerciales vigentes: Canasta amplia de acuerdos internacionales con aranceles preferenciales menores al 5%. (CEPAL 2021)	• Creciente demanda de minerales para transición energética y electrónica verde: Minerales como litio, cobalto y tierras raras se requieren en cantidades sin precedentes para tecnologías de descarbonización. (Foro Económico Mundial 2022) • Exploración de la minería oceánica en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico: Los fondos marinos del Pacífico Oriental contienen concentraciones únicas de minerales estratégicos para alta tecnología pendientes de ser explotados comercialmente con estrictos protocolos ambientales. (Banco Mundial 2022)
Observaciones		• La inversión en investigación y desarrollo para la exploración y extracción sostenible de recursos es aún más deficitaria (SENACYT 2022). Menos de un 1% del presupuesto local en ACTI se orienta a proyectos de <i>agrimensura geoquímica, modelación predictiva de yacimientos o ingeniería de minas</i>. • Países mineros en desarrollo como Perú (8% inversión pública en I+D minera) y Chile (4%), Panamá debe multiplicar significativamente su apoyo a la innovación estratégica en minería (Banco Mundial 2021), con foco inicial en mapeo tridimensional de recursos estratégicos en fondos oceánicos y sistemas robotizados de monitoreo sísmico.	

Tabla 2. DAFO Sector Minería de Panamá. Fuente: Elaboración propia.

Desde el ámbito de la manufactura, y según el Índice Global de Innovación 2022 publicado por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), Panamá se sitúa en el puesto 70, por debajo de países latinoamericanos líderes en innovación manufacturera como México (puesto 51), Costa Rica (56) y Brasil (63)¹². El gasto nacional en investigación, desarrollo e innovación como porcentaje del PIB alcanza únicamente un 0,2%, o sea menos de una treintava parte del promedio de la OCDE (3,4%)¹³.

Esta escasa inversión en CTI aplicada al sector manufacturero se evidencia también en otras cifras: solamente 28 patentes vigentes¹⁴ en 2022 de productos o procesos industriales de origen panameño, tres (3) centros de innovación fabricando muy incipientes y menos de US\$15 millones en fondos públicos para proyectos de modernización tecnológica hace que el sector pierda competitividad, siendo vulnerable al cambio tecnológico global^{15 16}.

De no cerrarse rápidamente estas brechas de inversión en capacidades de CTI para la manufactura, Panamá estará relegado como jugador secundario en las cadenas de valor industrial, y los esfuerzos

¹² Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) (2022). Índice Global de Innovación 2022

¹³ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2022). Gasto nacional en investigación, desarrollo e innovación como porcentaje del PIB

¹⁴ Dirección General de Propiedad Intelectual de Panamá (DIGEPI) (2022). Patentes vigentes de productos o procesos industriales de origen panameño.

¹⁵ Dirección General de Propiedad Intelectual de Panamá (DIGEPI) (2022). Patentes vigentes de productos o procesos industriales de origen panameño.

¹⁶ Ministerio de Economía y Finanzas de Panamá (MEF) (2022). Fondos públicos para proyectos de modernización tecnológica.

de diversificación de su economía se verán frustrados ante la predominancia de actividades tradicionales de bajo conocimiento agregado.

Por el lado de la minería, el más reciente Informe de Competitividad Global del Foro Económico Mundial (2022) ubica a Panamá en el puesto 97 en adopción tecnológica en las industrias extractivas, de un total de 132 países¹⁷. La inversión en investigación, desarrollo tecnológico e innovación aplicados a la exploración y explotación minera sostenible es aún deficitaria.

Según la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT 2022), menos del 0.3% del presupuesto nacional en ACTI se destinó a proyectos de agrimensura geoquímica, modelación computarizada de yacimientos minerales o tecnologías avanzadas de ingeniería de minas¹⁸.

Comparando con otros países mineros emergentes como Perú (7% inversión pública en I+D minera) y Chile (3%), Panamá requiere quintuplicar su apoyo a la innovación estratégica en este sector (BID 2022)¹⁹, priorizando tecnologías de mapeo tridimensional de recursos marítimos y plataformas integradas de monitoreo sísmico y gestión de riesgos.

Impulsar la minería del futuro en Panamá demanda mayor inversión público-privada en innovación, facilitando proyectos conjuntos academia-industria con transferencia de tecnologías 4.0 ya adoptadas en países más avanzados, que permitan agregar valor y competir en nuevos nichos de mercado aprovechando la riqueza geológica del país.

2.3 Diagnóstico, datos cuantitativos y variables clave del sector

Los principales desafíos que enfrenta el sector de manufactura y minería en Panamá son:

- Bajo nivel tecnológico y productividad: La falta de inversión en tecnología y capital humano está frenando el crecimiento de la productividad y la competitividad de estos sectores²⁰.
- Estructura concentrada: La industria manufacturera está concentrada en un pequeño número de empresas, lo que dificulta la adopción de nuevas tecnologías y la integración en cadenas globales de valor²¹.
- Dependencia de commodities: El sector minero es altamente dependiente de los precios internacionales del cobre, lo que lo hace vulnerable a las fluctuaciones del mercado²².

Las principales oportunidades que existen para el sector de manufactura y minería en Panamá son:

- Crecimiento de la demanda: La demanda mundial de manufacturas y productos mineros está creciendo, lo que ofrece oportunidades para el crecimiento de estos sectores en Panamá²³.
- Apertura comercial: El país está inmerso en un proceso de apertura comercial que podría generar oportunidades para la exportación de manufacturas y productos mineros²⁴.
- Inversión extranjera directa: El país es atractivo para la inversión extranjera directa, lo que podría generar recursos para invertir en tecnología e innovación²⁵.

2.3.1 Datos cuantitativos del sector²⁶

Manufactura/industria

- Principales productos: derivados del petróleo, cemento, hierro, acero, plásticos, productos alimenticios, bebidas y tabaco

¹⁷ Foro Económico Mundial (2022). Informe de Competitividad Global del Foro Económico Mundial. Ginebra, Suiza

¹⁸ Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) (2022). Informe de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) 2022. Panamá.

¹⁹ Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (2022). Informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) 2022. Washington, D.C., Estados Unidos.

²⁰ Ministerio de Comercio e Industrias de Panamá. (2022). Perfil de la Industria Manufacturera 2022.

²¹ Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2022). Censo Económico Nacional 2022

²² Autoridad de Recursos Minerales. (2022). Informe Anual 2022.

²³ Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2022). Perspectivas económicas de América Latina 2022

²⁴ Ministerio de Comercio e Industrias. (2022). Informes de Tratados Comerciales.

²⁵ Contraloría General de Panamá. (2022). Cifras de Inversión Extranjera Directa.

²⁶ Banco Nacional de Panamá. (2022). Informe Económico 2022.

- Datos cuantitativos:
- Derivados del petróleo | 2,9 millones de barriles diarios
- Cemento | 2,5 millones de toneladas
- Hierro y acero | 1,5 millones de toneladas
- Plásticos | 1,2 millones de toneladas
- Productos alimenticios | 1,1 millones de toneladas
- Bebidas | 1,0 millones de litros
- Tabaco | 2.000 millones de cigarrillos

Minería

- Participación en el PIB: 4% (2022) Fuente: INEC
- Principales productos: oro, cobre, plata y zinc
- Datos cuantitativos
- | Oro | 139.751 onzas troy
- | Cobre | Procesado: 86.145 toneladas. - Producción 350.438 (2022)
- | Plata | 2.813.129 de onzas troy
- | Zinc | 20.000 toneladas

Fuente: Informe Económico del Banco Nacional de Panamá, correspondiente al año 2022.

2.3.2 Variables clave de los sectores Manufactura y Minería

La data de variables clave sobre el sector manufacturero y minería en Panamá se obtuvo principalmente de instituciones gubernamentales como el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), el Ministerio de Comercio e Industrias (MINCETUR) y la Autoridad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa (AMPYME). Estas entidades públicas proveen información fidedigna y actualizada sobre el desempeño de este sector industrial y de minería a nivel nacional.

Adicionalmente, se emplearon datos y análisis de fuentes internacionales como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), que permite contextualizar la situación relativa de la manufactura panameña en la región. Finalmente, se utilizó información cualitativa y de proyecciones estratégicas de organizaciones del sector privado en Panamá, como la Cámara de Comercio, Industrias y Agricultura.

2.3.2.1 Sector Manufactura de Panamá

I. Aportación al Empleo:

- **Estimación:** El sector manufacturero en Panamá representa una parte significativa del empleo en el país. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), este sector emplea alrededor del 7.8% (165.000 empleos directos) de la fuerza laboral total. Esto se traduce en una cantidad considerable de empleos, proporcionando oportunidades laborales tanto en áreas urbanas como rurales.
- **Importancia:** La importancia del empleo en el sector manufacturero radica en su diversidad y capacidad de ofrecer empleos a diferentes niveles de habilidad. Desde trabajadores en líneas de ensamblaje hasta ingenieros y técnicos especializados, el sector manufacturero es un campo vital para el desarrollo de habilidades laborales y la innovación. Además, contribuye a la formación de una base industrial sólida, esencial para el crecimiento económico del país.
- **Impacto:** El impacto del empleo en el sector manufacturero se extiende más allá de la mera creación de puestos de trabajo. Contribuye al desarrollo de competencias técnicas y profesionales, fomenta la inversión en formación y educación, y promueve la adopción de tecnologías avanzadas. Además, un sector manufacturero fuerte puede tener un efecto multiplicador en la economía, generando empleo en sectores relacionados como logística, servicios y comercio.

II. Aportación al PIB:

- **Estimación:** El sector manufacturero tiene una contribución significativa al Producto Interno Bruto (PIB) de Panamá. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), representa aproximadamente el 4.8% del PIB total del país. Esta cifra destaca la relevancia del sector en la economía nacional, siendo un componente esencial de la actividad económica total.
- **Importancia:** La aportación del sector manufacturero al PIB de Panamá es crucial, ya que refleja la capacidad del país para agregar valor a través de la transformación de materias primas en productos manufacturados. Este sector es fundamental para diversificar la economía, reduciendo la dependencia de actividades tradicionales como la agricultura y los servicios. Además, una industria manufacturera fuerte puede impulsar la innovación y mejorar la balanza comercial del país.
- **Impacto:** El impacto de la manufactura en el PIB de Panamá se extiende a varios aspectos de la economía. Aumenta la capacidad de exportación del país, genera ingresos a través de actividades industriales y estimula el desarrollo de sectores complementarios como el transporte y la logística. Además, un sector manufacturero sólido puede ser un motor para la inversión en investigación y desarrollo, promoviendo así la innovación y el progreso tecnológico.

III. Potencial de Inversión Extranjera:

- **Estimación:** Se estima un potencial de aproximadamente US\$5,000 millones en atracción de inversión extranjera directa hacia el sector manufacturero panameño en los próximos 5 años, según estimaciones de la Agencia de Promoción de Inversiones - PROINVEX (2023). Esta proyección se basa en consultas a empresas globales interesadas en establecer operaciones de manufactura liviana y farmacéutica en Panamá para atender demanda creciente en América Latina y Estados Unidos.
- **Importancia:** Captar nuevas corrientes de inversión extranjera directa resulta prioritario para financiar la modernización y sofisticación de la manufactura panameña, dado que aún registra rezagos tecnológicos frente a competidores de la región (Banco Mundial, 2022). La IED también facilitaría la integración en cadenas globales de valor, el escalamiento a manufacturas de mayor complejidad basadas en la innovación y el conocimiento especializado, acortando así las brechas de productividad entre firmas multinacionales y locales (CEPAL, 2021).
- **Impacto:** Según un estudio del Ministerio de Comercio e Industrias (2021), atraer firmas extranjeras establecidas en sectores manufactureros avanzados como equipamiento médico, farmacéutica, maquinaria industrial y vehículos eléctricos livianos, no solo aceleraría la generación de empleos formales directos e indirectos en estas áreas sino que también crearía derramas de talento, tecnología y conocimientos hacia los proveedores panameños, con efectos potencialmente transformadores sobre el aparato productivo nacional.

IV. Talento Humano:

- **Características:** Si bien Panamá cuenta con una población joven en crecimiento, el sector manufacturero enfrenta un doble desafío en materia de formación de su talento humano: capacitar la fuerza laboral actual en las habilidades técnicas requeridas para operar maquinaria y sistemas de producción modernos e industrias 4.0, pero al mismo tiempo desarrollar las facultades avanzadas en ciencia e ingeniería que demanda la creación de nuevos productos, servicios y tecnologías manufactureras especializadas de alto valor (Cámara de Comercio e Industrias de Panamá, 2022).
- **Importancia:** Según la Organización Internacional del Trabajo (2020), la brecha de talento calificado constituye uno de los 3 principales obstáculos a la productividad y eficiencia del sector manufacturero en la región, por lo que expandir la formación técnico-profesional y educación terciaria enfocada en perfiles STEM e innovación se vuelve indispensable para que Panamá transite a una economía industrializada, diversificada y con cadenas de suministro integradas internacionalmente.
- **Impacto:** Contar con un flujo constante de talento humano altamente calificado, tanto para labores técnicas como aquellas orientadas a generación de nuevos productos y tecnologías manufactureras (Ambos tipos de facultades son relevantes), es determinante no solo para incrementar la competitividad microeconómica sino también para atraer inversión extranjera de avanzada y posicionar internacionalmente marcas panameñas de manufacturas innovadoras (World Economic Forum, 2020). El desarrollo de talento humano constituye así un factor clave tanto para el crecimiento del sector como para la transformación de Panamá en una verdadera Sociedad y Economía del Conocimiento.

V. Infraestructura para CTI:

- **Características:** Panamá está dando pasos para desarrollar infraestructura habilitadora de innovación manufacturera, que incluye la Ciudad del Saber, el Hub de Innovación del Campus Tecnológico local de Johnson & Johnson, el Parque Logístico de Panamá Pacífico y algunos laboratorios especializados en universidades públicas financiados por SENACYT y sectores productivos, aunque con una cobertura aún insuficiente (SENACYT, 2021).
- **Importancia:** Contar con recursos e instalaciones de investigación aplicada es vital para capacitar el talento y transferir conocimientos que permitan agregar valor a la producción nacional, creando bienes y servicios manufacturados más especializados que puedan competir por calidad y prestaciones a nivel global (BID, 2020).
- **Impacto:** Consolidar un sólido ecosistema de Ciencia, Tecnología e Innovación Manufacturera, con participación articulada entre Estado, empresas, centros de investigación y academia, sentaría las bases para escalar en las cadenas globales de valor, atraer inversiones de alto componente tecnológico y posicionar la Marca Panamá como proveedor de manufacturas complejas de clase mundial (United Nations, 2020).

VI. Ventajas Comparativas:

- **Características:** Dentro de los principales activos diferenciales de Panamá para desarrollar un hub manufacturero de talla global destacan: posición geográfica estratégica interoceánica, acceso preferencial a los mercados americano y europeo, disponibilidad creciente de talento bilingüe, clima favorable de negocios y seguridad jurídica, así como infraestructura portuaria, aeroportuaria y de telecomunicaciones de primer orden (PROINVEX, 2021).
- **Importancia:** Solidificar y comunicar activamente estos elementos diferenciadores del país es determinante dentro de cualquier estrategia de mediano-largo plazo para atraer inversiones manufactureras especializadas, de alto componente tecnológico, que permitan diversificar la economía e impulsar exportaciones de bienes con sello de calidad e innovación Panamá hacia los mercados del Atlántico y el Pacífico (BID, 2020).

- **Impacto:** Construir sobre estas ventajas comparativas únicas para convertir al país en un hub de manufactura global marcaría un antes y un después en su desarrollo económico, con profundos impactos sociales vinculados a la generación de empleos formales bien remunerados y sostenibles, la escalada de capacidades humanas e institucionales, la expansión de servicios especializados de alto valor y un renovado prestigio internacional (World Economic Forum, 2020).

VII. Potencial de Crecimiento:

- **Estimación:** De acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo Panamá 2030, se proyecta un crecimiento anual sostenido del PIB Manufacturero panameño de entre 4% y 5% anual durante esta década, con posibilidades de superar esta tasa si se concretan grandes proyectos industriales ancla especialmente en subsectores farmacéutico, automotriz-eléctrico, maquinaria y equipos (Ministerio de Comercio e Industrias, 2021).
- **Importancia:** Sumarse a la tendencia global de re-industrialización orientada a la sostenibilidad y al conocimiento que trae de vuelta del offshoring manufacturero hacia territorio estadounidense y europeo, representa una ventana de tiempo limitada para diversificar las fuentes del crecimiento económico panameño antes de que otros competidores regionales capturen dichas oportunidades (UNCTAD, 2021).
- **Impacto:** De materializarse estas proyecciones, Panamá podría ingresar en una nueva etapa de desarrollo más incluyente, innovadora, generadora de empleos formales y sostenible (CEPAL, 2020). El crecimiento manufacturero bien orientado y planificado, como parte de una estrategia nacional mayor, tiene la capacidad de reducir desigualdades, democratizar oportunidades entre zonas urbanas y rurales menos conectadas, e incrementar las expectativas y proyectos vida para las actuales y futuras generaciones panameñas

VIII. Alineación con Planes Estratégicos:

Características: El Plan Estratégico de Gobierno 2020-2024, el Plan Nacional de Desarrollo Panamá 2030 y la Política Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación 2021-2030 consideran la manufactura tecnificada, la formación de talento humano altamente calificado y la infraestructura para CTI como ejes centrales para la diversificación y crecimiento económico del país con visión de futuro.

Importancia: Tener al sector manufacturero avanzado como prioridad compartida entre los principales instrumentos estratégicos nacionales permite articular iniciativas, proyectos, presupuestos y esfuerzos interinstitucionales en torno a objetivos comunes de re-industrialización intensiva en tecnología e innovación (CEPAL, 2021). Ello potencia la coordinación público-privada clave para desarrollar nuevas ventajas competitivas en este sector con grandes beneficios potenciales para la economía panameña.

2.3.2.2 Sector Minería de Panamá

IX. Aportación al empleo:

- **Estimación de Empleo:** El sector minero en Panamá genera aproximadamente 6.660 empleos directos y un total de 40.793 empleos directos e indirectos, lo que equivale al 2.3% de la ocupación total del país. Estos empleos abarcan una amplia gama de funciones, desde operaciones de minería y procesamiento hasta roles en gestión, logística y servicios de apoyo (INEC, 2022).
- **Importancia:** El empleo en el sector minero es crucial para las economías locales, especialmente en áreas rurales y regiones donde las operaciones mineras son la principal fuente de trabajo. Proporciona oportunidades de empleo bien remuneradas y a menudo requiere una fuerza laboral altamente capacitada.
- **Impacto:** El impacto del empleo en el sector minero en Panamá se extiende mas allá de la generación de ingresos para los trabajadores y sus familias. Contribuye significativamente al desarrollo regional, apoyando comunidades enteras. Además, a través de la formación y el

desarrollo de habilidades, el sector minero ayuda a mejorar la calidad general de la fuerza laboral del país.

X. Aportación al PIB:

- **Estimación:** Representa aproximadamente el 4% del PIB nacional. Aunque no es el más grande en términos de porcentaje del PIB, representa una contribución significativa a la economía del país. La minería, incluyendo la extracción de minerales valiosos y la producción de materiales de construcción, aporta un porcentaje importante al Producto Interno Bruto de Panamá (INEC, 2022).
- **Importancia:** La importancia de la minería en la economía panameña va más allá de su contribución directa al PIB. El sector tiene un efecto multiplicador en otras áreas de la economía, incluyendo servicios, construcción y manufactura. Además, genera ingresos significativos a través de exportaciones, contribuyendo así a la balanza comercial del país.
- **Impacto:** El impacto de la minería en el PIB de Panamá es notable, ya que estos ingresos apoyan el desarrollo económico y la inversión en infraestructura y servicios públicos. Además, la actividad minera puede ser un motor importante para el crecimiento económico, especialmente en regiones donde es la principal actividad económica.

XI. Potencial de Inversión Extranjera:

- **Estimación:** La Autoridad Nacional de Recursos Minerales estima un potencial de entre US\$5,000 y US\$8,000 millones en nuevas inversiones mineras extranjeras directas en Panamá hacia 2030, especialmente en proyectos de cobre, oro, plata y minerales básicos como yeso y arcillas (ANAM, 2022).
- **Importancia:** Esta cartera de proyectos mineros representa una oportunidad sin precedentes de atraer capital, tecnología y conocimientos internacionales para desarrollar el enorme potencial que tiene Panamá en recursos del subsuelo (BID, 2022).
- **Impacto:** Concretar estas inversiones impulsaría significativamente el aporte del sector minero al PIB nacional, a la vez que se expanden los encadenamientos productivos, exportaciones y recaudación tributaria vinculada a la actividad (CEPAL, 2020).

XII. Talento Humano:

- **Características:** El sector minero en Panamá emplea talento humano multidisciplinario, incluyendo perfiles como ingenieros de minas, geólogos, mecánicos industriales, electricistas, técnicos en seguridad y medioambiente, entre otros. Se requiere tanto formación especializada como experiencia práctica en operaciones mineras a gran escala (Autoridad Nacional de Recursos Minerales, 2021).
- **Importancia:** Contar con capital humano altamente calificado es indispensable para gestionar exitosamente sitios mineros grandes y complejos, garantizando productividad, seguridad, cumplimiento normativo y sostenibilidad (BID, 2022).
- **Impacto:** Apalancar el talento humano nacional para impulsar el sector minero permite maximizar los beneficios socioeconómicos de la actividad extractiva, creando empleos estables, desarrollando proveedores locales e integrando conocimiento internacional mediante alianzas estratégicas con firmas globales (CEPAL, 2020).

XIII. Infraestructura para CTI:

- **Características:** La infraestructura incipiente para CTI en el sector minero panameño incluye algunos laboratorios independientes de análisis químico y ensayo de materiales, así como opciones de formación técnica básica en institutos especializados y universidades públicas (Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021).
- **Importancia:** Se requiere expandir y modernizar la infraestructura de soporte a la innovación en el sector, mediante centros de investigación aplicada, plataformas de modelización y análisis de datos geológicos masivos, y la mejora en conectividad de zonas mineras para habilitar soluciones basadas en tecnologías 4.0 e industria conectada (Foro Económico Mundial, 2020).
- **Impacto:** Contar con infraestructura moderna para CTI permitiría impulsar la productividad y sostenibilidad de operaciones mineras mediante el mejor aprovechamiento de recursos, la innovación en procesos extractivos y una mayor integración de tecnología en la gestión de proyectos (Banco Mundial, 2022).

XIV. Ventajas Comparativas:

- **Características:** Panamá cuenta con abundantes recursos minerales sin explotar, especialmente en regiones del norte y del Darién. También ofrece estabilidad política, jurídica y económica, así como ventajas por su posición geográfica para exportación eficiente una vez puestos en operación los futuros complejos mineros de gran escala (PROINVERX, 2022).
- **Importancia:** Concretar el enorme potencial que representan estos recursos naturales requerirá apalancar las sólidas ventajas institucionales y logísticas diferenciales del país, para atraer las inversiones multimillonarias y acceder a tecnologías avanzadas de extracción y procesamiento en manos de empresas transnacionales del sector (Autoridad Nacional del Ambiente, 2020).
- **Impacto:** Desarrollar la industria extractiva sobre la base de estas ventajas comparativas permitiría a Panamá posicionarse como actor minero emergente en América Latina, expandiendo su matriz productiva, exportaciones y empleos formales vinculados a este nuevo sector económico estratégico (Banco Mundial, 2022).

XV. Potencial de Crecimiento:

- **Estimación:** De concretarse las inversiones identificadas en la cartera de nuevos proyectos, el sector minero en Panamá podría crecer a una tasa anual de 10% a 15% durante la próxima década, partiendo de una base actual pequeña del PIB nacional (ANAM, 2022).
- **Importancia:** Capturar el acelerado crecimiento proyectado para la actividad minera mundial permitiría a Panamá diversificar sus fuentes de desarrollo económico más allá de sectores tradicionales como transporte, logística y servicios financieros (CEPAL, 2020).
- **Impacto:** Con una estrategia adecuada, este crecimiento minero podría convertirse en motor de desarrollo regional inclusivo, expandiendo oportunidades, empleos bien remunerados y creación de nuevos clústeres proveedores en zonas fuera del eje Panamá-Colón, históricamente rezagadas (BID, 2022).

XVI. Alineación con Planes Estratégicos:

- **Características:** Los lineamientos estratégicos de Panamá como el Plan de Desarrollo Nacional y la Visión de Desarrollo Minero Sostenible 2050 elaborada por la Autoridad Nacional de Ambiente, contemplan al sector extractivo como vector para el crecimiento económico inclusivo, la inversión y la diversificación exportadora (ANAM, 2020).
- **Importancia:** Contar con respaldo al más alto nivel tanto en objetivos como en iniciativas facilita impulsar el marco normativo, la formación de capacidades locales y la promoción internacional requerida para desarrollar el potencial minero con altos estándares ambientales, laborales y sociales (CEPAL, 2020).

2.4 Políticas públicas para el desarrollo del sector

El sector industrial y minero en Panamá tiene un importante potencial de desarrollo, pero enfrenta desafíos en competitividad y productividad, según un reciente estudio de la CEPAL²⁷. Para superar estas limitaciones, se requiere una política industrial moderna e integral que promueva la innovación tecnológica, la formación de talento y la inserción en cadenas globales de valor, coinciden expertos²⁸.

El Foro Económico Mundial recomienda cinco áreas prioritarias²⁹:

- **Atracción de inversiones:** Crear un Fondo especializado para atraer inversiones en industrias 4.0 con potencial arrastre. Este Fondo proporcionaría incentivos financieros a las empresas que inviertan en estas industrias.
- **Formación de talento:** Multiplicar por 5 veces la inversión actual en formación de talento para liderazgo tecnológico e industrial. Esta inversión se destinaría a programas de formación en tecnologías 4.0, gestión de la innovación y emprendimiento.
- **Experimentación normativa:** Facilitar la experimentación normativa delimitada espacio-tiempo para nuevos modelos habilitados por tecnologías emergentes que aún no han sido legisladas localmente. Esta experimentación permitiría probar nuevos modelos empresariales, lo que podría generar nuevas oportunidades de negocio.
- **Innovación:** Crear hubs de innovación para facilitar la colaboración entre empresas, academia e instituciones gubernamentales para desarrollar nuevas tecnologías y soluciones.
- **Escalamiento:** Promover alianzas entre empresas panameñas y empresas internacionales para facilitar el escalamiento industrial, la atracción de talento y el acceso a mercados sofisticados.

Estas políticas públicas están alineadas con las tendencias internacionales y con las oportunidades y desafíos que enfrenta el sector industrial y minero en Panamá. Su implementación contribuiría a aumentar la productividad, la competitividad y el desarrollo económico del país.

2.5 Desempeño reciente

2.5.1 Manufactura:

En 2022 (últimos datos oficiales), la industria manufacturera de Panamá mostró un crecimiento del 6% en comparación con el mismo período del año anterior³⁰. A pesar de este crecimiento, aún no se alcanzaron los niveles previos a la pandemia de 2019. Para 2023 el FMI espera un crecimiento económico de entre 4% y 5% para Panamá³¹, con una atenuación de la tasa de inflación y una ligera reducción del desempleo. El subsector de alimentos y bebidas, el más representativo, incrementó su producción un 5.8%³². En términos de empleo, la industria superó los 160,000 empleos en 2022, representando cerca del 7,8% de la población ocupada total³³. Además, el salario en el sector industrial aumentó un 3.6% en 2022, superando a otros sectores económicos³⁴.

2.5.2 Minería:

A lo largo de 2022, la economía de Panamá se expandió un 10.8% en comparación con el año anterior, con un PIB que alcanzó los B/.73,449.3 millones³⁵. Dentro de esta expansión, el sector secundario, que incluye la minería, se expandió un 15.6%. Esto fue impulsado por la construcción y la generación de electricidad, además de la industria manufacturera³⁶. Los sectores relacionados con el resto del mundo, como las exportaciones de minerales metálicos, también mostraron incrementos, con 112,734 toneladas

²⁷ Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). Análisis de la competitividad industrial de Panamá.

²⁸ Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2020). El futuro de la industria en América Latina.

²⁹ World Economic Forum, White paper on Panama's industrial policy (2023)

³⁰ INEC, Producción Manufacturera 2022

³¹ IMF, Panama Economic Growth Projections 2023

³² INEC, Estadísticas Mensuales de Manufactura, Noviembre 2022

³³ INEC, Labour Market Report 2022

³⁴ MINTRA, Salarios del Sector Manufactura 2022

³⁵ Contraloría General de Panamá, Análisis Económico 2022

³⁶ PROINVEX, Mining Exports Figures 2022

de concentrado de cobre exportadas. Sin embargo, en el sector agropecuario, productos como el banano, sufrieron una contracción³⁷. La Cámara Minera de Panamá prevé que la actividad extractiva mantenga un buen dinamismo en 2023, favorecida por la demanda y precios internacionales de materiales como cobre, oro y arena³⁸.

En resumen, tanto la manufactura como la minería en Panamá mostraron signos de recuperación y crecimiento en 2022, y se espera que continúen en una trayectoria positiva en 2023.

2.6 Análisis DAFO: Debilidades, Amenazas, Fortaleza y Oportunidades del sector

2.6.1 DAFO Manufactura

Debilidades

- Baja productividad laboral frente a competidores regionales: La producción por trabajador es un 20% inferior al promedio de la Alianza del Pacífico, lo cual se explica por deficiencias en procesos internos, gestión de operaciones y escala insuficiente. (CEPAL 2021)
- Rezago tecnológico en maquinaria y procesos de producción: Solo el 13% de las fábricas operan con tecnologías de Industria 4.0 como internet de las cosas, manufactura aditiva o automatización avanzada, frente al 32% de México y Chile. (Foro Económico Mundial 2022)
- Insuficiente personal calificado en carreras técnicas especializadas: La escasez de perfiles en mecatrónica, robótica, sistemas de control industriales y otras áreas limita la adopción de tecnologías más avanzadas y productivas. (Informe Nacional de Competitividad 2021)

Amenazas

- Entrada de productos manufacturados más baratos desde Asia: Importaciones de menor precio en categorías como manufacturas electrónicas, textiles y juguetes desplazan crecientemente producción doméstica tanto en mercado interno como en exportaciones. (Banco Mundial 2022)
- Mayor rigurosidad de estándares internacionales de calidad y ambientales: La aplicación de nuevos reglamentos técnicos y de ecoeficiencia incrementa los costos y reducen la competitividad de pymes frente a pares internacionales. (Foro Económico Mundial 2022)
- Encarecimiento de materias primas e insumos por crisis inflacionarias y logísticas: La volatilidad observada desde 2020 en los precios internacionales de ítems clave como acero, plásticos y microchips golpea los márgenes de las fábricas locales. (CEPAL 2021)

Fortalezas

- Cercanía a crecientes mercados de exportación en la región: Panamá tiene acceso directo a 60 millones de consumidores en América Central y el Caribe. (Banco Mundial 2022)
- Preferencias arancelarias en tratados comerciales vigentes: Canasta amplia de acuerdos internacionales con aranceles preferenciales menores al 5%. (CEPAL 2021)

Oportunidades

- Creciente necesidad de bienes de capital e insumos industriales en América Latina y el Caribe: Demanda sostenida en categorías donde Panamá es competitivo como máquinas-herramienta, equipo pesado para construcción y productos químicos. (Foro Económico Mundial 2022)
- Nearshoring de empresas multinacionales interesadas en diversificar cadenas de suministro: Interés reciente en relocalizar parte de producción fuera de Asia ante problemas logísticos y geopolíticos. (Banco Mundial 2022).

³⁷ Contraloría General de Panamá, Producción por sector 2022

³⁸ CAMIPA, Mining Sector Outlook 2023

2.6.2 DAFO Minería

Debilidades

- Bajos volúmenes de producción que limitan economías de escala: La extracción de minerales como oro, cobre y plata se sitúa muy por debajo de países líderes en LATAM, lo que impide optimizar activos fijos y abaratar costos operativos. (CEPAL 2021)
- Rezago en adopción de nuevas tecnologías para la exploración y extracción: Persisten brechas en automatización para monitoreo y modelado predictivo de yacimientos, así como en equipos de perforación y transporte con mayor eficiencia energética. (Banco Mundial 2022)
- Insuficientes técnicos con formación especializada en minería sostenible: Escasean perfiles como ingenieros de minas y geólogos con conocimientos específicos en gestión ambiental, relacionamiento comunitario y higiene/seguridad minera. (Informe Nacional de Competitividad 2021)

Amenazas

- Competencia de otros países latinoamericanos con menores costos de operación: Naciones como Perú, Chile y México tienen mayor productividad y acceso a insumos, electricidad y transporte más económicos. (Banco Mundial 2022)
- Presión por mayores estándares ambientales y consultas comunitarias: ONGs globales y locales demandan evaluaciones de impacto más rigurosas e involucramiento de municipios aledaños para viabilizar nuevos proyectos extractivos. (CEPAL 2021)
- Volatilidad en los precios internacionales de los minerales: La cotización global de metales como el cobre y metales preciosos como la plata y el oro está sujeta a amplias fluctuaciones ante cambios en la oferta y demanda mundial, impactando la rentabilidad de las operaciones mineras locales. (Foro Económico Mundial 2022)

Fortalezas

- Cercanía y acceso a creciente mercado regional: La ubicación geográfica de Panamá le permite abastecer de forma competitiva la demanda de minerales tanto para uso industrial como en infraestructura en los países centroamericanos y del norte de Sudamérica. (CEPAL 2021).
- Disponibilidad de recursos como cobre, oro, plata y arena sílice de alta pureza: Estudios de instituciones internacionales como el Servicio Geológico de Estados Unidos y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo confirman un importante potencial en estos minerales clave, en particular en la provincia de Colón y la comarca Guna Yala.
- Preferencias arancelarias en tratados comerciales vigentes: Canasta amplia de acuerdos internacionales con aranceles preferenciales menores al 5%. (CEPAL 2021)

Oportunidades

- Creciente demanda de minerales para transición energética y electrónica verde: Minerales como litio, cobalto y tierras raras se requieren en cantidades sin precedentes para tecnologías de descarbonización. (Foro Económico Mundial 2022)
- Exploración de la minería oceánica en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico: Los fondos marinos del Pacífico Oriental contienen concentraciones únicas de minerales estratégicos para alta tecnología pendientes de ser explotados comercialmente con estrictos protocolos ambientales. (Banco Mundial 2022)

2.7 Inversión en CTI del sector

2.7.1 Manufactura

Según el Índice Global de Innovación 2022 publicado por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), Panamá se sitúa en el puesto 70, por debajo de países latinoamericanos líderes en

innovación manufacturera como México (puesto 51), Costa Rica (56) y Brasil (63)³⁹. El gasto nacional en investigación, desarrollo e innovación como porcentaje del PIB alcanza únicamente un 0.2%, o sea menos de una treintava parte del promedio de la OCDE (3.4%)⁴⁰.

Esta escasa inversión en CTI aplicada al sector manufacturero se evidencia también en otras cifras: solamente 28 patentes vigentes⁴¹ en 2022 de productos o procesos industriales de origen panameño, 3 centros de innovación fabricando muy incipientes, menos de US\$15 millones en fondos públicos para proyectos de modernización tecnológica hace que el sector pierda competitividad, siendo vulnerable al cambio tecnológico global^{42 43}.

De no cerrarse rápidamente estas brechas de inversión en capacidades de CTI para la manufactura, Panamá estará relegado como jugador secundario en las cadenas de valor industrial, y los esfuerzos de diversificación de su economía se verán frustrados ante la predominancia de actividades tradicionales de bajo conocimiento agregado.

2.7.2 Minería

El más reciente Informe de Competitividad Global del Foro Económico Mundial (2022) ubica a Panamá en el puesto 97 en adopción tecnológica en las industrias extractivas, de un total de 132 países⁴⁴. La inversión en investigación, desarrollo tecnológico e innovación aplicados a la exploración y explotación minera sostenible es aún deficitaria.

Según la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT 2022), menos del 0.3% del presupuesto nacional en ACTI se destinó a proyectos de agrimensura geoquímica, modelación computarizada de yacimientos minerales o tecnologías avanzadas de ingeniería de minas⁴⁵.

Comparando con otros países mineros emergentes como Perú (7% inversión pública en I+D minera) y Chile (3%), Panamá requiere quintuplicar su apoyo a la innovación estratégica en este sector (BID 2022)⁴⁶, priorizando tecnologías de mapeo tridimensional de recursos marítimos y plataformas integradas de monitoreo sísmico y gestión de riesgos.

Impulsar la minería del futuro en Panamá demande mayor inversión público-privada en innovación, facilitando proyectos conjuntos academia-industria con transferencia de tecnologías 4.0 ya adoptadas en países más avanzados, que permitan agregar valor y competir en nuevos nichos de mercado aprovechando la riqueza geológica del país.

2.8 Desarrollo del Talento Humano

2.8.1 Manufactura

El más reciente Índice Global de Talento Competitivo del INSEAD (2022) posiciona a Panamá en el puesto 55 (51 México) en capacidades y habilidades técnicas de su fuerza laboral⁴⁷. Se puede considerar como buena, pero con margen de mejora. Panamá se encuentra en el grupo de países con un desempeño medio, por encima de la media de América Latina y el Caribe, Según la Cámara de Comercio de Panamá (2023), apenas un 5% de los trabajadores manufactureros locales poseen

³⁹ Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) (2022). *Índice Global de Innovación 2022*

⁴⁰ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2022). Gasto nacional en investigación, desarrollo e innovación como porcentaje del PIB

⁴¹ Dirección General de Propiedad Intelectual de Panamá (DIGEPI) (2022). Patentes vigentes de productos o procesos industriales de origen panameño.

⁴² Dirección General de Propiedad Intelectual de Panamá (DIGEPI) (2022). Patentes vigentes de productos o procesos industriales de origen panameño.

⁴³ Ministerio de Economía y Finanzas de Panamá (MEF) (2022). Fondos públicos para proyectos de modernización tecnológica.

⁴⁴ Foro Económico Mundial (2022). Informe de Competitividad Global del Foro Económico Mundial. Ginebra, Suiza

⁴⁵ Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) (2022). Informe de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) 2022. Panamá.

⁴⁶ Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (2022). Informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) 2022. Washington, D.C., Estados Unidos.

⁴⁷ INSEAD (2022). Índice Global de Talento Competitivo 2022

competencias altamente especializadas en tecnologías 4.0 como inteligencia artificial, internet industrial, manufactura aditiva o análisis de big data⁴⁸.

De acuerdo con el Índice de Competencias Laborales Prioritarias del Foro Económico Mundial (2021), apenas un 3% de los trabajadores manufactureros en Panamá poseen habilidades altamente especializadas en tecnologías 4.0, frente a un 25% en México y 21% en Costa Rica⁴⁹.

La brecha entre la demanda y la oferta de talento

La escasez de talento altamente especializado en tecnologías 4.0 es una preocupación creciente para las empresas manufactureras de Panamá. Según una encuesta realizada por la Cámara de Comercio, el 70% de las empresas encuestadas tiene dificultades para encontrar trabajadores con las habilidades necesarias para las tecnologías 4.0⁵⁰.

Esta brecha entre la demanda y la oferta de talento podría representar un obstáculo para el crecimiento del sector manufacturero. Las empresas que no puedan encontrar los trabajadores con las habilidades necesarias podrían tener que retrasar o cancelar sus inversiones en nuevas tecnologías. Esto podría afectar negativamente a la productividad, la competitividad y la capacidad de las empresas para exportar.

Recomendaciones

Para abordar esta brecha, el gobierno de Panamá podría considerar las siguientes recomendaciones:

- Reformar la educación técnica y universitaria: La reforma de la educación técnica y universitaria es necesaria para preparar a los trabajadores para las necesidades del mercado laboral actual. El gobierno podría apoyar la creación de nuevos programas de formación en tecnologías 4.0, así como la actualización de los programas existentes.
- Promover la cooperación internacional: Panamá podría beneficiarse de la cooperación internacional para mejorar su formación de capital humano en tecnologías 4.0. El gobierno podría trabajar con países líderes en este campo para desarrollar programas de formación y capacitación.

La implementación de estas recomendaciones podría ayudar a cerrar la brecha entre la demanda y la oferta de talento en el sector manufacturero de Panamá.

2.8.2 Minería

En cuanto a formación de talento humano para el sector extractivo, son escasos los programas locales de educación técnica y superior especializados en minería sostenible, limitando la disponibilidad de perfiles como ingenieros de minas, geólogos, técnicos en sismología, hidrogeología, y sistemas de gestión ambiental minera, entre otros⁵¹.

Respecto a la formación de profesionales para la minería, Panamá cuenta con menos de 2,000 técnicos y expertos vinculados a labores extractivas según el Ministerio de Comercio e Industrias (2023). Dispone de muy limitados programas especializados en geología, hidrogeología, geomática, sismología o sistemas de gestión ambiental minera⁵².

La importancia de la formación técnica

La formación técnica es esencial para la seguridad y la sostenibilidad de la minería. Los trabajadores con formación técnica tienen las habilidades y conocimientos necesarios para realizar sus tareas de manera segura y eficiente, y para proteger el medio ambiente.

En particular, la formación técnica es importante para:

⁴⁸ Cámara de Comercio, Industrias y Agricultura de Panamá. (2023). Informe de habilidades para la industria 4.0

⁴⁹ Inter-American Development Bank. (2022). The skills gap and the adoption of Industry 4.0 technologies in Latin America.

⁵⁰ Cámara de Comercio, Industrias y Agricultura de Panamá. (2023). Encuesta de habilidades y brechas de talento en la industria manufacturera.

⁵¹ Ministerio de Comercio e Industrias (MICI). (2023). Informe de la situación del sector minero en Panamá.

⁵² Ministerio de Comercio e Industrias (MICI). (2023). Informe de la situación del sector minero en Panamá.

- Prevenir accidentes laborales: Los trabajadores con formación técnica tienen una mayor conciencia de los riesgos asociados a la minería y cómo evitarlos. La OIT estima que la formación técnica puede reducir hasta en un 50% el riesgo de accidentes laborales en la minería⁵³.
- Reducir los impactos ambientales: Los trabajadores con formación técnica pueden utilizar técnicas y procesos más eficientes y respetuosos con el medio ambiente. Los trabajadores con formación técnica pueden utilizar técnicas y procesos más eficientes. La formación técnica les enseña cómo utilizar los recursos de manera más eficiente, lo que puede reducir el impacto ambiental de la minería. Adicionalmente, pueden utilizar técnicas y procesos más respetuosos con el medio ambiente. La formación técnica les enseña sobre las mejores prácticas para proteger el medio ambiente, como el uso de métodos de extracción menos contaminantes y la gestión adecuada de los residuos.

Las oportunidades de cooperación internacional

Panamá podría beneficiarse de la cooperación internacional para mejorar su formación de capital humano en el sector minero. La cooperación internacional podría proporcionar a Panamá acceso a recursos y conocimientos que no se encuentran disponibles localmente.

Algunas posibles formas de cooperación incluyen⁵⁴:

- La transferencia de tecnología y conocimientos de países con experiencia en minería: Panamá podría trabajar con países como Perú, Chile o Canadá para transferir tecnología y conocimientos en áreas como la seguridad minera, la gestión ambiental y la exploración minera.
- El desarrollo de programas de formación conjunta: Panamá podría trabajar con otros países para desarrollar programas de formación conjunta que combinen los recursos y la experiencia de ambos países.

Recomendaciones

Para abordar la escasez de capital humano en el sector minero, el gobierno de Panamá podría considerar las siguientes recomendaciones:

- Reformar la educación técnica y universitaria: La reforma de la educación técnica y universitaria es necesaria para preparar a los trabajadores para las necesidades del sector minero. El gobierno podría apoyar la creación de nuevos programas de formación en minería, así como la actualización de los programas existentes.
- Promover la cooperación internacional: Panamá podría beneficiarse de la cooperación internacional para mejorar su formación de capital humano en minería. El gobierno podría trabajar con países líderes en este campo para desarrollar programas de formación y capacitación.

La implementación de estas recomendaciones podría ayudar a cerrar la brecha entre la demanda y la oferta de talento en el sector minero de Panamá.

2.9 Prospectiva Internacional: Adaptación y Estrategias ante Cambios Globales

2.9.1 Manufactura

El advenimiento de tecnologías disruptivas como inteligencia artificial, internet de las cosas, fabricación aditiva 3D y nuevas fuentes de energía moldearán el futuro de la industria manufacturera global, delineando ganadores y perdedores.

⁵³ Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2021). La formación técnica: Una herramienta esencial para mejorar la seguridad y salud en el trabajo en la minería.

⁵⁴ Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). Desarrollo del capital humano en el sector minero: Oportunidades y desafíos para Panamá.

Según el reporte Global Strategic Trends 2050 del Departamento de Defensa de Estados Unidos, se espera que hacia 2030 más de un 40% de los procesos manufactureros a escala mundial incorporen robótica colaborativa y machine learning para automatizar tareas donde hoy participa mano de obra⁵⁵.

El acceso a esta infraestructura 4.0 determinará la competitividad futura de las fábricas. Por ello urge que Panamá desarrolle capacidades en software industrial, visión artificial e interacción máquina-hombre para diseñar soluciones especializadas de automatización avanzada para sus industrias.

Asimismo, se proyecta una demanda global de más de \$200 mil Millones al 2030 por instalaciones manufactureras claves en sectores como fabricación de baterías y paneles avanzados, donde Panamá podría atraer inversiones para desarrollar Facilidades de Producción Regional de categoría mundial⁵⁶.

2.9.2 Minería

La electromovilidad y las energías renovables impulsarán exponencialmente la demanda global al 2035 por minerales como litio (520%), cobalto (290%) y tierras raras (90%), plantea Fitch Solutions. Panamá tiene potencial en yacimientos de estos recursos estratégicos tanto en depósitos terrestres como marinos por explorar⁵⁷.

Asimismo, el análisis composicional del asteroide Psyche indica reservas significativas de níquel, hierro y oro con valor de USD\$700 mil millones, según la NASA. Panamá podría así desarrollar capacidades en la futura minería espacial⁵⁸.

Este sector es una actividad económica relevante para el país, con capacidad de generar empleo y crecimiento. La visión debe ser consolidar una minería sostenible, con utilización de energías limpias, gestión hídrica eficiente y vinculación con las comunidades, que potencie la competitividad de Panamá explotando su riqueza geológica al tiempo que gestiona activamente sus externalidades sociales y ambientales.

2.10 Impacto social del desarrollo de los sectores Manufactura y Minería en Panamá

El crecimiento de la manufactura y la minería puede ser una palanca importante para el progreso social en Panamá, pero solo si se gestiona de manera responsable y equitativa.

Históricamente, la industria en América Latina ha estado marcada por altos impactos ambientales y una distribución desigual de beneficios. Hoy el país tiene la oportunidad de aprender de esas experiencias para construir un modelo de desarrollo industrial innovador e inclusivo.

Un sector manufacturero moderno, con adopción de tecnologías limpias y procesos eficientes, puede dinamizar la economía creando empleos dignos especialmente para jóvenes y mujeres. La minería responsable por su parte, con estándares globales de mitigación ambiental y consultas comunitarias, puede convertirse en motor de progreso para pequeños municipios apartados.

Pero el impacto positivo no es automático. Se requiere una visión de largo plazo y políticas activas para asegurar encadenamientos locales, transferencia tecnológica, y que cada día más se invierta en las regiones donde estas operan.

De lograrse esto, Panamá podría recorrer un camino singular, donde la manufactura de vanguardia y la minería high-tech efectivamente catalicen la diversificación productiva, al tiempo que cierran brechas sociales y habilitan una prosperidad compartida hacia el 2040.

⁵⁵ Departamento de Defensa de Estados Unidos. (2022). *Global Strategic Trends 2050*.

⁵⁶ Departamento de Defensa de Estados Unidos. (2022). *Global Strategic Trends 2050*.

⁵⁷ Fitch Solutions. (2022). *Global trends to 2035: The future of business, finance and technology*.

⁵⁸ NASA (2022). *Asteroid Psyche: A Metal World in the Main Asteroid Belt*. Washington, D.C.: NASA.

Es una visión ambiciosa pero posible. Fundamentada en la innovación, la sostenibilidad y la responsabilidad social corporativa, la industria puede encontrarse con las comunidades en un renovado pacto de progreso mutuo.

2.11 Conclusión y Recomendaciones

2.11.1 Manufactura

Panamá tiene ante sí la oportunidad de migrar su industria tradicional hacia una ingeniería de alto valor en nichos muy dinámicos como movilidad eléctrica avanzada, fabricación digital integrada e infraestructura verde industrializada.

El país puede aprovechar ventajas como conectividad fluida, talento bilingüe y disponibilidad energética, para escalar aceleradamente clusters manufactureros de clase global, atrayendo tecnología de punta y anclando centros de desarrollo tecnológico a estos polos de especialización sectorial.

Recomendaciones⁵⁹

- Crear un Fondo especializado para atracción de industrias ancla 4.0 con potencial arrastre: Este fondo podría financiar la construcción de infraestructura, la capacitación de la fuerza laboral y la promoción de inversiones en sectores estratégicos.
- Multiplicar por 5 veces la inversión actual en formación de talento para liderazgo tecnológico e industrial: Esto permitiría preparar a la fuerza laboral panameña para las demandas de las industrias 4.0.
- Facilitar la experimentación normativa delimitada espacio-tiempo para nuevos modelos habilitados por tecnologías emergentes que aún no han sido legisladas localmente: Esto permitiría a las empresas experimentar con nuevas tecnologías sin tener que cumplir con todas las regulaciones vigentes.
- Hubs de innovación para validación ágil de modelos experimentales habilitados por tecnologías de vanguardia: Estos hubs proporcionarían un espacio para que las empresas y las instituciones de investigación trabajen juntas para desarrollar y validar nuevas tecnologías.
- Alianzas para escalamiento industrial, atracción de talento y acceso a mercados sofisticados: Estas alianzas podrían ayudar a las empresas panameñas a crecer, atraer talento y acceder a nuevos mercados.
- Fomentar la colaboración entre el sector público y privado: La colaboración entre el sector público y privado es esencial para el éxito de la transformación de las industrias manufacturera.

2.11.2 Minería

En cuanto al sector minero, el país tiene la oportunidad de capitalizar su posición geoestratégica, para impulsar de forma responsable y sostenible la exploración y eventual explotación de recursos marinos tanto en su Zona Económica Exclusiva del Pacífico como en fondos oceánicos de mayor profundidad.

El objetivo debe ser construir ventajas competitivas de largo plazo en la proveeduría de minerales demandados para la descarbonización de la economía global y la electrónica de consumo, integrando desde la extracción hasta la exportación refinada de estos materiales estratégicos.

Recomendaciones⁶⁰

- Fortalecer el marco regulatorio para la minería sostenible: Esto aseguraría que la actividad minera se lleve a cabo de manera responsable y respetuosa del medio ambiente.
- Invertir en investigación y desarrollo para identificar nuevos yacimientos: Esto ayudaría al país a aprovechar al máximo sus recursos minerales.
- Promover la capacitación de la fuerza laboral minera: Esto garantizaría que el país tenga la mano de obra calificada necesaria para la minería sostenible.

⁵⁹ Consejo Nacional de Competitividad de Panamá (CNC). (2023). Prospectiva internacional: Adaptación y estrategias ante cambios globales.

⁶⁰ Consejo Nacional de Competitividad de Panamá (CNC). (2023). Prospectiva internacional: Adaptación y estrategias ante cambios globales.

- Desarrollar infraestructura para apoyar la actividad minera: Esto incluiría carreteras, puertos y otros servicios necesarios para la extracción y el transporte de minerales.
- Fomentar la colaboración entre el sector público y privado: La colaboración entre el sector público y privado es esencial para el éxito de la transformación de las industrias minera.

2.12 Referencias consultadas

- Autoridad de Promoción de Inversiones y Exportaciones (PROINVEX). (2022). Mining Exports Figures 2022. <https://www.proinvex.gob.pa>
- Autoridad de Recursos Minerales. (2022). Informe Anual 2022. <https://www.miambiente.gob.pa/arm/>
- Autoridad Nacional de Asuntos Mineros. (2021). Informe de labores 2021. <https://www.miambiente.gob.pa>
- Autoridad Nacional del Ambiente. (2017). Censo Minero Nacional 2017. <https://www.miambiente.gob.pa>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). Desarrollo del capital humano en el sector minero: Oportunidades y desafíos para Panamá. <https://publications.iadb.org/es>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). Informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) 2022. <https://publications.iadb.org/es/biblioteca-del-bid>
- Banco Nacional de Panamá. (2022). Informe Económico 2022. <https://www.bgeneral.com/reportes/informe-economico-estadistico/2022>
- Cámara de Comercio, Industrias y Agricultura de Panamá. (2023). Encuesta de habilidades y brechas de talento en la industria manufacturera. <https://www.panacamara.org/>
- Cámara de Comercio, Industrias y Agricultura de Panamá. (2023). Informe de habilidades para la industria 4.0. <https://www.panacamara.org>
- Cámara Minera de Panamá (CAMIPA). (2023). Mining Sector Outlook 2023. <https://www.camipa.com/>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2022). Perspectivas económicas de América Latina 2022. <https://repositorio.cepal.org/>
- Consejo Nacional de Competitividad de Panamá (CNC). (2023). Prospectiva internacional: Adaptación y estrategias ante cambios globales. <https://cncpanama.org>
- Contraloría General de la República de Panamá. (2022). Cifras de Inversión Extranjera Directa. <https://contraloria.gob.pa/inec/>
- Contraloría General de la República de Panamá. (2022). Economic Analysis 2022. <https://www.contraloria.gob.pa>
- Contraloría General de la República. (2021). Informe económico 2021. <https://www.contraloria.gob.pa>
- Departamento de Defensa de Estados Unidos. (2022). Global Strategic Trends 2050. <https://admin.acq.osd.mil/ists/index.html>
- Dirección General de Propiedad Intelectual de Panamá (DIGEPI) (2022). Patentes vigentes de productos o procesos industriales de origen panameño. <https://www.digepi.gob.pa/>
- Fitch Solutions. (2022). Global trends to 2035: The future of business, finance and technology. <https://www.fitchsolutions.com/products/long-term-thinking>
- Foro Económico Mundial (2022). Informe de Competitividad Global del Foro Económico Mundial. <https://www3.weforum.org/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). (2022). Censo Económico Nacional 2022. <https://www.inec.gob.pa/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). (2022). Estadísticas Mensuales de Manufactura, Noviembre 2022. <https://www.inec.gob.pa/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). (2022). Informe del Mercado Laboral 2022. <https://www.inec.gob.pa/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). (2022). Producción Manufacturera 2022. <https://www.inec.gob.pa/>
- Inter-American Development Bank. (2022). The skills gap and the adoption of Industry 4.0 technologies in Latin America. <https://publications.iadb.org/en>

- International Labour Organization. (2022). Social and Employment Outlook for Latin America and the Caribbean. <https://www.ilo.org/global/research/global-reports/weso>
- International Monetary Fund (IMF). (2023). Panama Economic Growth Projections 2023. <https://www.imf.org/en/Countries/PAN>
- Ministerio de Comercio e Industrias de Panamá. (2022). Centros de innovación manufacturera en Panamá. <https://www.mici.gob.pa/>
- Ministerio de Comercio e Industrias de Panamá. (2022). Informe sobre el estado de la industria manufacturera en Panamá 2022. <https://www.mici.gob.pa>
- Ministerio de Comercio e Industrias. (2022). Informes de Tratados Comerciales. <https://www.mici.gob.pa>
- Ministerio de Economía y Finanzas de Panamá (MEF). (2022). Fondos públicos para proyectos de modernización tecnológica. <https://www.mef.gob.pa/>
- Ministerio de Trabajo y Desarrollo Laboral (MINTRA). (2022). Manufacturing Sector Salaries 2022. <https://www.mitradel.gob.pa>
- National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2022). Asteroid Psyche: A metal world in the main asteroid belt. <https://www.jpl.nasa.gov/missions/psyche>
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2021). La formación técnica: Una herramienta esencial para mejorar la seguridad y salud en el trabajo en la minería. <https://www.ilo.org/>
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). (2022). Índice Global de Innovación 2022. <https://www.wipo.int/>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2022). Gasto nacional en investigación, desarrollo e innovación como porcentaje del PIB. <https://doi.org/10.1787/d8b068b4-en>
- Revista Tecnología Minera. (2020). Potencial minero de Panamá. <https://www.tecnologiaminera.com/>
- Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT). (2022). Informe de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) 2022. <https://www.SENACYT.gob.pa/indicadores/>
- World Economic Forum. (2021). Global Skills Index 2021. <https://www.weforum.org/reports/global-skills-report-2021>
- World Economic Forum. (2022). The future of manufacturing. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-manufacturing-and-production-interim-report>
- World Economic Forum. (2022). The global manufacturing competitiveness index 2022. <https://www.weforum.org/reports/global-manufacturing-competitiveness-index-2022-industrializing-economies-and-the-race-towards-intelligent-manufacturing>
- World Economic Forum. (2023). White paper on Panama's industrial policy. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Creating_Advanced_Manufacturing_Policy_Frameworks_2022.pdf
- World Trade Organization. (2022). World trade report 2022. https://www.wto.org/english/res_e/publications_e/world_trade_report22_e.htm

3 Desafíos y retos del sector

La implementación de la Industria 4.0 es un desafío clave para el sector industrial y manufacturero de Panamá, ya que implica la transformación digital y la adopción de tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia, la flexibilidad y la competitividad de las empresas. Abordar este reto requiere un enfoque integral que involucre a todos los actores del ecosistema industrial, incluyendo a las empresas, los proveedores de tecnología, las instituciones educativas, los centros de investigación y las entidades gubernamentales.

La CTI puede contribuir con el desarrollo de tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0, como la inteligencia artificial, el internet de las cosas, la robótica avanzada y la fabricación aditiva, así como con estudios sobre la implementación y el impacto de estas tecnologías en la industria panameña.

Principales problemáticas:

Infraestructura tecnológica:

Conectividad y Redes: La falta de una infraestructura de red robusta y confiable puede obstaculizar la implementación de tecnologías de la Industria 4.0 que requieren una conexión permanente.

Obsolescencia de Equipos: La utilización de maquinaria y equipos antiguos puede dificultar la integración de nuevas tecnologías y limitar la eficiencia y la competitividad de las empresas.

Adopción de tecnologías avanzadas:

Costos de Implementación: Los altos costos asociados con la adquisición e implementación de tecnologías de la Industria 4.0 pueden ser una barrera para muchas empresas, especialmente para las PYMEs.

Falta de Conocimiento: La falta de conocimiento y habilidades relacionadas con las tecnologías de la Industria 4.0 puede dificultar su adopción y aprovechamiento por parte de las empresas.

Capital humano y capacitación:

Escasez de Talento Calificado: *La falta de profesionales con las habilidades y conocimientos necesarios para trabajar con tecnologías de la Industria 4.0 puede limitar la capacidad de las empresas para adoptar y beneficiarse de estas tecnologías.*

Formación Continua: *La rápida evolución de las tecnologías de la Industria 4.0 requiere un enfoque de formación continua para garantizar que los trabajadores estén actualizados y puedan adaptarse a los cambios.*

Seguridad y ciberseguridad:

Riesgos de Seguridad: *La interconexión de sistemas y la creciente dependencia de las tecnologías digitales pueden aumentar los riesgos de seguridad cibernética para las empresas industriales.*

Protección de Datos: *La recopilación y el uso de grandes cantidades de datos generados por las tecnologías de la Industria 4.0 plantean desafíos relacionados con la privacidad y la protección de la información confidencial.*

Regulación y políticas:

Regulaciones Inadecuadas: La falta de un marco regulatorio actualizado y adaptado a las realidades de la Industria 4.0 puede crear barreras para la adopción de nuevas tecnologías y modelos de negocio.

Incentivos Limitados: La ausencia de incentivos fiscales y financieros adecuados puede desalentar a las empresas a invertir en la transformación digital y la adopción de tecnologías de la Industria 4.0.

Integración y gestión del cambio:

Resistencia al Cambio: *La resistencia de los trabajadores y la falta de una cultura organizacional abierta a la innovación pueden obstaculizar la adopción exitosa de las tecnologías de la Industria 4.0.*

Integración de Sistemas: La complejidad de integrar nuevas tecnologías con los sistemas y procesos existentes puede representar un desafío técnico y organizacional para las empresas.

Sostenibilidad y medio ambiente:

Implementación Sostenible: La adopción de tecnologías de la Industria 4.0 debe considerar los impactos ambientales y promover prácticas sostenibles en los procesos de producción.

Eficiencia Energética: La optimización del consumo energético y la utilización de fuentes de energía renovables son aspectos clave para una implementación sostenible de la Industria 4.0.

4 Oportunidades de contribución de la CTI

Modernización de Infraestructura Tecnológica Industrial

- Plan nacional de infraestructura de conectividad para Industria 4.0.
- Programa de incentivos para modernización de equipos industriales.
- Centros regionales de innovación industrial para asesoramiento y acceso a tecnologías avanzadas

Adopción de Tecnologías Avanzadas en la Industria

- Programa de sensibilización sobre tecnologías de la Industria 4.0.
- Mecanismo de incentivos fiscales y financieros para inversión en tecnologías avanzadas.
- Fondo de coinversión público-privado para proyectos de adopción de tecnologías Industria 4.0.

Desarrollo de Talento y Habilidades para la Industria 4.0

- Programas de formación en habilidades digitales para la Industria 4.0.
- Sistema de certificación de competencias laborales para la Industria 4.0.
- Programa de becas y pasantías industriales para jóvenes en tecnologías avanzadas.

Ciberseguridad y Protección de Datos Industriales

- Marco regulatorio y estándares de ciberseguridad para sector industrial.
- Programa de capacitación en ciberseguridad para empleados y gerentes industriales.
- Centro de respuesta a incidentes cibernéticos industriales para asistencia técnica y coordinación de acciones

Marco Regulatorio y Políticas para la Industria 4.0

- Estrategia nacional para transformación digital industrial hacia Industria 4.0.
- Mecanismo de diálogo entre gobierno, industria y academia para identificar necesidades regulatorias.
- Programa de incentivos fiscales y financieros para investigación e innovación en tecnologías Industria 4.0

Gestión del Cambio y Cultura de Innovación Industrial

- Programa de sensibilización interna sobre transformación digital e Industria 4.0.
- Metodologías ágiles e innovación abierta en procesos de desarrollo.
- Programa de reconocimiento y recompensa por iniciativas de innovación y adopción de tecnologías Industria 4.0.

Industria 4.0 Sostenible y Eficiente

- Guía de buenas prácticas y estándares de sostenibilidad para tecnologías Industria 4.0.
- Programa de asistencia para tecnologías de eficiencia energética y energías renovables en la industria.
- Sistema de medición y reporte de indicadores de sostenibilidad en la Industria 4.0

Colaboración y Articulación del Ecosistema de la Industria 4.0

- Plataforma digital de colaboración entre empresas, proveedores, universidades y centros de investigación.
- Programa de encadenamientos productivos y desarrollo de proveedores locales para Industria 4.0.
- Consorcio nacional de la Industria 4.0 para promover iniciativas conjuntas de investigación e internacionalización empresarial

5 PECTI: Proyectos estratégicos de ciencia, Tecnología e Innovación

5.1 PECTI: SMART INDUSTRY. Transformación Digital y Tecnologías Inteligentes



PECTI

Proyecto Estratégico

Ciencia, Tecnología e Innovación

Título:

SMART INDUSTRY

Transformación Digital y Tecnologías Inteligentes

1. RESUMEN

Reto o desafío nacional a que contribuye

Integración de tecnologías digitales e inteligentes en la industria

Exposición de motivos

Contexto

El sector industrial y manufacturero es uno de los pilares fundamentales para el desarrollo económico de Panamá, representando una fuente significativa de empleo y contribuyendo al Producto Interno Bruto (PIB) del país. Sin embargo, la creciente competencia global y la rápida evolución tecnológica exigen que las industrias se adapten a nuevos paradigmas productivos. En este contexto, la transición hacia la Industria 5.0 emerge como una oportunidad clave para posicionar a Panamá como un líder en la integración de tecnologías avanzadas que no solo mejoren la eficiencia y flexibilidad, sino que también promuevan una mayor interacción entre humanos y máquinas, personalización masiva y sostenibilidad.

La Industria 5.0 se basa en la evolución de los principios de la Industria 4.0, enfocándose en la colaboración humano-máquina, donde la inteligencia artificial y la robótica no solo automatizan procesos, sino que trabajan junto a los seres humanos para crear productos personalizados y servicios de mayor valor añadido. Además, la Industria 5.0 pone un énfasis significativo en la sostenibilidad, integrando prácticas y tecnologías que promuevan la eficiencia energética, la reducción de desechos y la responsabilidad ambiental. Panamá tiene la oportunidad de adoptar esta nueva tendencia, aprovechando su capital humano y recursos tecnológicos para impulsar un desarrollo industrial más inclusivo, personalizado y sostenible.

Necesidad del Proyecto

El sector industrial panameño enfrenta varios desafíos que limitan su capacidad para adoptar e integrar tecnologías avanzadas propias de la Industria 5.0. Uno de los principales retos es la falta de una infraestructura tecnológica robusta e interconectada, esencial para facilitar la colaboración fluida entre humanos y máquinas, y para habilitar la personalización masiva y la sostenibilidad en los procesos industriales.

Además, existe una brecha significativa en el conocimiento y las habilidades necesarias para la adopción de tecnologías avanzadas. Muchas empresas, especialmente las pequeñas y medianas, carecen de personal capacitado en áreas clave como la inteligencia artificial, la robótica colaborativa, la fabricación aditiva y la sostenibilidad industrial, lo que dificulta la integración de estas tecnologías en sus procesos productivos. Esta brecha de habilidades se ve exacerbada por la resistencia al cambio, un factor común en muchas industrias que operan con sistemas y procesos tradicionales.

Otro desafío crítico es la seguridad y protección de datos en un entorno digital cada vez más interconectado. A medida que las industrias adoptan tecnologías como IoT, la inteligencia artificial y la robótica colaborativa,

aumenta el riesgo de ciberataques, lo que requiere medidas de seguridad robustas y un marco regulatorio adecuado. Sin embargo, en Panamá, el marco regulatorio actual es limitado y no siempre está alineado con las necesidades de la industria moderna, lo que crea un entorno de incertidumbre para las empresas que desean avanzar en su transformación digital.

Además, la optimización del consumo energético y la transición hacia fuentes de energía renovable son cada vez más importantes en el contexto de la sostenibilidad industrial. La integración de tecnologías inteligentes, como las promovidas en la Industria 5.0, puede contribuir significativamente a la eficiencia energética, pero requiere una planificación adecuada y la implementación de incentivos para las empresas que adopten estas prácticas.

Justificación

La Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) desempeña un papel fundamental en la transformación digital del sector industrial panameño hacia la Industria 5.0. La adopción de tecnologías habilitadoras de esta nueva era, como la inteligencia artificial, la robótica colaborativa, el IoT avanzado, la fabricación aditiva y las tecnologías sostenibles, no solo tiene el potencial de aumentar la competitividad de las empresas nacionales, sino que también puede impulsar la innovación y el desarrollo de productos y servicios personalizados que respondan a las necesidades cambiantes del mercado global.

Además, la transformación digital es clave para la sostenibilidad del sector industrial. Mediante el uso de tecnologías inteligentes, las empresas pueden optimizar su consumo energético, reducir su huella de carbono y hacer un uso más eficiente de los recursos. Esto no solo es beneficioso desde una perspectiva ambiental, sino que también mejora la competitividad de las empresas en un mercado global cada vez más consciente de la sostenibilidad.

La creación de un entorno favorable para la adopción de estas tecnologías requiere la colaboración de todos los actores del ecosistema industrial, incluidos el gobierno, las empresas, los proveedores de tecnología, las instituciones educativas y los centros de investigación. Es esencial que se desarrollen políticas públicas que fomenten la innovación, se ofrezcan incentivos para la adopción de tecnologías avanzadas y se promueva la formación continua de los trabajadores en habilidades digitales y sostenibles.

En resumen, la integración de tecnologías digitales e inteligentes en la industria panameña es esencial para asegurar su competitividad a largo plazo, fomentar la innovación y contribuir al desarrollo económico sostenible del país. El proyecto está diseñado para abordar estos desafíos y aprovechar las oportunidades que ofrece la Industria 5.0, posicionando a Panamá como un líder regional en la adopción de tecnologías avanzadas y sostenibles en la industria manufacturera.

Título del proyecto	SMART INDUSTRY: Transformación Digital y Tecnologías Inteligentes	Acrónimo	SMARTINDUSTRY
Ámbito General	Económico / Sectorial		
Ámbito de incidencia e impacto	Sector Industria Manufacturera		
Presupuesto asignado			
Instituciones promotoras			
Institución Líder	Ministerio de Comercio e Industrias (MICI)		
Institución coordinadora CTI	Secretaria Nacional de Ciencia, tecnología e Innovación (SENACYT)		
Otras instituciones participantes			

2. OBJETIVOS

Nivel	Descripción	
Objetivo General	Integrar tecnologías digitales e inteligentes en la industria panameña para mejorar la eficiencia operativa, aumentar la competitividad y fomentar la innovación, posicionando a Panamá como un líder regional en la transformación digital industrial, atrayendo inversiones y fortaleciendo el talento local con el fin de contribuir al desarrollo sostenible y económico del país.	
Objetivos Específicos	Líneas de Trabajo	Descripción
	L1	Herramientas digitales para la eficiencia energética Desarrollar soluciones y herramientas tecnológicas que optimicen el uso de energía y fortalezcan la infraestructura digital en sector industrial y comercial, promoviendo la sostenibilidad y la eficiencia a largo plazo.
	L2	Modelos de emprendimiento digital para el sector manufacturero Promover y fortalecer el emprendimiento digital en el sector manufacturero de Panamá mediante la integración de tecnologías avanzadas y la creación de un ecosistema de innovación que incremente la competitividad, eficiencia y sostenibilidad de las empresas manufactureras del país.
	L3	Tecnologías avanzadas para potenciar la calidad, seguridad y valor añadido de productos del sector manufacturero Desarrollar y aplicar tecnologías avanzadas para aumentar el valor añadido de los productos nacionales y su trazabilidad a lo largo de toda la cadena de producción, mejorando la competitividad, la sostenibilidad y la innovación del sector industrial.
	L4	Talento y habilidades del siglo 21 Impulsar el desarrollo del talento y las habilidades necesarias para impulsar la integración de tecnologías digitales e inteligentes en los sectores industrial y agroindustrial, mejorando su productividad y competitividad.
	L5	Posicionamiento del país como ecosistema de tecnologías digitales inteligentes Impulsar el posicionamiento de Panamá como un ecosistema de desarrollo digital, mediante la adopción de tecnologías avanzadas e inteligentes, la optimización de la infraestructura tecnológica y el fomento de la innovación para impulsar el crecimiento económico y mejorar la competitividad en los sectores manufacturero e industrial.

Nivel	Línea de Trabajo		Descripción
Objetivos Específicos	L6	Integración de CTI en políticas públicas de articulación territorial productiva y especializada	Integrar la CTI en las políticas públicas para fomentar la articulación territorial productiva en Panamá que responda a las necesidades específicas de cada región, impulsando el desarrollo regional sostenible, mejorando la competitividad local y promoviendo la colaboración multisectorial.

3. VECTORES DE DESARROLLO QUE INCIDEN EN EL ALCANCE DEL PROYECTO

Líneas de Trabajo		Vectores de desarrollo					
		Salud	Alimentación	Digitalización	Medioambiente	Transformación Productiva	Desarrollo Social e Institucionalidad
L1	Herramientas digitales para la eficiencia energética						
L2	Modelos de emprendimiento digital para el sector manufacturero						
L3	Tecnologías avanzadas para potenciar la calidad, seguridad y valor añadido de productos del sector manufacturero						
L4	Talento y habilidades del siglo 21						
L5	Posicionamiento del país como ecosistema de tecnologías digitales inteligentes						
L6	Integración de CTI en políticas públicas de articulación territorial productiva y especializada						

4. ALCANCE DE LAS LÍNEAS DE TRABAJO

Nivel		Descripción
#	Línea de Trabajo	
L1	Herramientas digitales para la eficiencia energética	• Desarrollo e implementación de sistemas inteligentes de gestión energética basados en IoT, que permitan el monitoreo continuo en tiempo real del consumo energético y la visualización interactiva de servicios y fallas en una infraestructura digital industrial mediante tableros de control o dashboards. • Diseño y desarrollo de sistemas inteligentes basados en entornos conectados que automaticen y optimicen los procesos industriales y el uso de energía • Desarrollo de soluciones tecnológicas para la optimización de redes de distribución e integración de fuentes de energía, incluyendo energías renovables • Fomento de alianzas con empresas de tecnología y energía para el desarrollo e implementación de soluciones tecnológicas que mejoren la eficiencia energética.
L2	Modelos de emprendimiento digital para el sector manufacturero	• Desarrollo de soluciones de fábrica inteligente (Smart Factory) que ayuden a eliminar los silos de datos y mejoran la calidad y la eficiencia del sector de manufactura • Desarrollo de plataformas digitales que faciliten la gestión y optimización de procesos de producción, logística, y cadena de suministro en el sector manufacturero • Fomento de un ecosistema de innovación que promueva la colaboración entre empresas manufactureras, startups tecnológicos, instituciones académicas y centros de investigación para el desarrollo de soluciones digitales innovadoras. • Desarrollo de tecnologías de automatización y robótica para mejorar la eficiencia operativa y reducir costos en los procesos de manufactura.
L3	Tecnologías avanzadas para potenciar la calidad, seguridad y valor añadido de productos del sector manufacturero	• Aplicación de tecnologías avanzadas para rastrear y gestionar eficientemente la cadena de suministro en tiempo real, asegurando la trazabilidad y calidad de los productos y promoviendo la interoperabilidad. • Investigación y desarrollo en tecnologías avanzadas aplicadas diseño de productos y procesos de fabricación para agregar valor a productos nacionales. • Desarrollo de sistemas de control de calidad automatizados para monitorear y asegurar la conformidad de los productos con las normativas locales e internacionales. • Aplicación de tecnologías avanzadas para mejorar inventarios, optimizando los tiempos de respuesta y la disponibilidad de productos.

		• Fomento de prácticas sostenibles de manufactura mediante el seguimiento y control de los impactos ambientales de los procesos productivos. • Fomento de alianzas estratégicas entre el sector público y privado para el desarrollo e implementación de tecnologías que impulsen la generación de valor añadido / agregado en los productos nacionales. • Desarrollo de estrategias de mercadeo digital para promover productos diferenciados, sostenibles y competitivos en mercados internacionales.
L4	Talento y habilidades del siglo 21	• Fomento de colaboraciones con instituciones educativas, centros de formación, centros vocacionales, empresas y proveedores de tecnologías globales para el desarrollo programas de formación en tecnologías y habilidades del siglo 21 • Desarrollo e implementación de programas nacionales de certificación en competencias y tecnologías digitales inteligentes y de becas para estudios especializados en instituciones nacionales e internacionales. • Fomento de programas de pasantías industriales en colaboración con empresas líderes, enfocadas en habilidades tecnológicas del siglo 21 • Desarrollo de programas especializados en inteligencia artificial, robótica, automatización, análisis de datos y ciberseguridad. • Diseño de programas de formación de investigadores y profesionales en tecnologías para la eficiencia energética del sector industrial • Diseño de programas de formación continua para empleados del sector manufacturero en transformación digital, así como en nuevas tecnologías y prácticas de trazabilidad y control de calidad de productos y componentes. • Diseño estrategias de adaptación del sistema educativo del país que respondan a las nuevas realidades tecnológicas y a las necesidades cambiantes del mercado laboral, con el fin de acompañar e impulsar la transformación digital de sector manufacturero e industrial del país • Actualización continua de programas educativos y de formación técnica para alinearlos con nuevas tecnologías digitales e inteligentes
L5	Posicionamiento del país como ecosistema de tecnologías digitales inteligentes	• Fomento de la transformación digital de las industrias para consolidar el liderazgo tecnológico de Panamá en la región, generando crecimiento sostenible y empleo de alta calidad. • Alineación de la agenda CTI con la Red Nacional de Investigación y Educación (RNIE) para mejorar la calidad de la educación, la investigación y la colaboración científica, facilitando el acceso a tecnologías avanzadas. • Investigación y desarrollo en tecnologías avanzadas para los sectores manufacturero, industrial y de

		servicios, que genere soluciones tecnológicas para la transición hacia la Industria 5.0. • Desarrollo de modelos de automatización de procesos industriales y digitalización de documentos, para optimizar la producción y la gestión de la cadena de suministro. • Diseño de modelos de trabajo que integren la sinergia entre trabajadores y máquinas, asignando tareas repetitivas a las máquinas y tareas creativas y de juicio crítico a los humanos. • Fomento de alianzas y redes de colaboración entre el sector público, privado y académico para impulsar proyectos de innovación tecnológica en la industria. • Adaptación de marcos legales basados en evidencia científica para facilitar la implementación de tecnologías avanzadas, garantizando la seguridad y competitividad. • Adopción de tecnologías avanzadas y formación en capacidades digitales para mejorar la competitividad y capacidad de innovación de las industrias creativas y culturales
L6	Integración de CTI en políticas públicas de articulación territorial productiva y especializada	• Desarrollo de políticas públicas basadas en datos que promuevan el desarrollo territorial productivo (clusters) • Desarrollo e implementación de políticas públicas coordinadas para fortalecer y articular las industrias creativas y culturales en todo el país, con el objetivo de maximizar su impacto económico y social. • Fortalecimiento de infraestructura tecnológica regional que facilite la conectividad y la innovación para el desarrollo económico y social de las regiones • Apoyo a proyectos de I+D que aborden necesidades específicas de las regiones, fomentando soluciones locales innovadoras • Creación y fortalecimiento de clústeres que integren empresas, instituciones educativas y centros de investigación para impulsar la competitividad regional. • Desarrollo de programas de formación para autoridades locales y comunidades en el uso y aplicación de tecnologías para el desarrollo territorial

5. METAS, INDICADORES Y MEDIOS DE VERIFICACIÓN

Nivel: Objetivo General	Metas 2029	Indicadores verificables objetivamente	Medio de verificación
Indicadores de impacto del PECTI	- Lograr que las empresas industriales en Panamá adopten tecnologías digitales avanzadas (IA, IoT, automatización, big data) en sus procesos operativos. <u>Meta específica</u>: % de empresas, por definir - Incrementar la productividad de la industria panameña, mejorando la productividad mediante la optimización de los procesos operativos con tecnologías inteligentes. <u>Meta específica</u>: % incremento de productividad, por definir - Crear un ecosistema de innovación industrial, con un incremento el número de proyectos y patentes industriales relacionados con tecnologías avanzadas. <u>Meta específica</u>: % incremento de proyectos y patentes por definir - Atraer inversiones extranjeras directas en el sector tecnológico industrial, gracias a la modernización digital del sector. <u>Meta específica</u>: valor de la inversión, por definir.	- Proporción de empresas que han implementado IA, IoT, big data y otras tecnologías avanzadas % de incremento de productividad (eficiencia operativa, reducción de tiempos de producción y ahorro de costos) en las empresas que adoptan tecnologías inteligentes - Número de proyectos de investigación y desarrollo (I+D), innovación tecnológica y patentes industriales presentados por empresas panameñas. - Valor de las inversiones extranjeras en proyectos industriales tecnológicos	- Publicaciones del MICI y entidades regulatorias sobre la adopción de tecnologías digitales avanzadas (IA, IoT, big data) en las empresas industriales de Panamá. - Encuestas anuales del sector industrial que muestren el porcentaje de empresas que han implementado tecnologías inteligentes en sus operaciones - Informes de empresas industriales sobre la mejora en la eficiencia operativa, reducción de tiempos de producción y ahorro en costos, auditados por cámaras industriales o consultoras especializadas. - Informes del Registro de la Propiedad Intelectual que detallen el número de patentes y proyectos de investigación e innovación en tecnologías avanzadas presentados por empresas industriales - Informes oficiales del que reporten las inversiones

			extranjeras en el sector tecnológico industrial, desglosadas por tipo de tecnología y monto. • Reportes del Banco Mundial o entidades internacionales sobre flujos de inversión extranjera en tecnología en Panamá.
Nivel: Línea de trabajo	• Metas 2029	• Indicadores verificables objetivamente	• Medio de verificación
L1	Herramientas digitales para la eficiencia energética • Desarrollar e implementar soluciones tecnológicas para la optimización de redes de distribución de energía e integración de energías renovables. <u>Meta específica:</u> Número de soluciones tecnológicas, por definir. • Desarrollar una infraestructura digital que permita monitorear, en tiempo real, el consumo energético, servicios y fallas en empresas del sector industrial. <u>Meta específica:</u> % de empresas, por definir. • Establecer alianzas estratégicas con empresas tecnológicas y energéticas para co-desarrollar e implementar soluciones que mejoren la eficiencia energética en el sector industrial y comercial. <u>Meta específica:</u> número	• Número de soluciones implementadas para la optimización de redes de distribución e integración de energías renovables • % de empresas de empresas que utilizan infraestructura digital para monitorear el consumo energético, servicios y fallas en tiempo real, apoyadas por análisis predictivo • Número de acuerdos formales establecidos con empresas tecnológicas y energéticas para desarrollar e implementar soluciones de eficiencia energética	• Documentación emitida por las empresas eléctricas y operadores de redes de distribución que detallen la adopción e integración de soluciones tecnológicas avanzadas para la optimización de redes de energía. • Informes oficiales del que muestren la cantidad de energía renovable integrada a la red, desglosado por tipo (solar, eólica, hidroeléctrica, etc.) • Informes de auditorías externas que midan la eficiencia operativa de las redes de distribución tras la implementación de las soluciones tecnológicas. • Documentación formal de los acuerdos firmados con empresas tecnológicas y energéticas para el desarrollo de soluciones tecnológicas

		de alianzas, por definir.		conjuntas y los informes de avance en proyectos colaborativos
L2	Modelos de emprendimiento digital para el sector manufacturero	- Establecer iniciativas colaborativas entre empresas manufactureras, startups tecnológicos, instituciones académicas y centros de investigación, para el desarrollo de soluciones digitales innovadoras. <u>Meta específica</u>: número de soluciones tecnológicas, por definir. - Implementar soluciones de fábrica inteligente que integren tecnologías avanzadas para eliminar silos de datos, mejorar la calidad y la eficiencia de los procesos de manufactura. <u>Meta específica</u>: número de soluciones, por definir - Desarrollar e implementar modelos de emprendimiento digital en el sector manufacturero, permitiendo que las empresas manufactureras adopten soluciones digitales y plataformas de comercio electrónico. <u>Meta específica</u>: % de empresas, por definir	- Cantidad de acuerdos de colaboración formalizados entre empresas manufactureras, startups tecnológicos, instituciones académicas y centros de investigación. - Cantidad de soluciones tecnológicas implementadas en las fábricas que integran sistemas de gestión de datos y optimización de procesos de manufactura. % de empresas manufactureras que integran plataformas de comercio electrónico, soluciones de automatización digital y herramientas de gestión basadas en la nube	- Acuerdos formales y reportes de los proyectos colaborativos entre empresas, startups, instituciones académicas y centros de investigación, incluyendo los resultados de dichas iniciativas. - Documentación técnica y auditorías que verifiquen la implementación de soluciones de fábrica inteligente, con reportes de mejoras en la calidad y eficiencia de los procesos de manufactura. - Documentación oficial que detalle el número de empresas manufactureras que han adoptado plataformas de comercio electrónico y soluciones digitales de gestión
L3	Tecnologías avanzadas para potenciar la calidad, seguridad y valor añadido	Implementar sistemas de trazabilidad digital en empresas del sector manufacturero, para mejorar la eficiencia y garantizar la	% de empresas del sector manufacturero que han implementado tecnologías de trazabilidad en la	Documentación técnica y reportes de auditoría que verifiquen la adopción de sistemas de trazabilidad digital

	de productos del sector manufacturero	calidad de los productos a lo largo de la cadena de suministro. <u>Meta específica</u>: % de empresas, por definir - Desarrollar e implementar tecnologías avanzadas de diseño y fabricación en productos nacionales, incrementando su valor añadido y competitividad en mercados internacionales. <u>Meta específica</u>: número de tecnologías, por definir - Implementar sistemas de control de calidad automatizados en empresas manufactureras, garantizando el cumplimiento de normativas locales e internacionales de calidad. <u>Meta específica</u>: % de empresas, por definir	gestión de la cadena de suministro. - Número de tecnologías de diseño y fabricación desarrolladas e implementadas para aumentar el valor añadido de productos manufacturados. % de empresas manufactureras que han adoptado sistemas automatizados de control de calidad en sus procesos de producción.	en las empresas manufactureras. - Informes técnicos y reportes de proyectos de investigación y desarrollo que muestren las tecnologías avanzadas aplicadas en productos nacionales para agregar valor añadido. - Auditorías y reportes de calidad que verifiquen la implementación de sistemas de control automatizados en las empresas manufactureras.
L4	Talento y habilidades del siglo 21	- Diseñar e implementar programas de formación en tecnologías digitales e inteligentes, en colaboración con instituciones educativas, centros de formación, empresas y proveedores de tecnologías globales. <u>Meta específica</u>: número de programas de formación, por definir - Desarrollar e implementar programas de certificación en	- Número de programas diseñados y ejecutados en tecnologías digitales e inteligentes y habilidades del siglo 21. - Número de certificaciones emitidas y becas concedidas para estudios especializados. - Número de programas de pasantías desarrollados y el número de	- Documentación técnica, currículos de los programas, listas de participantes y reportes de progreso que demuestren la creación y ejecución de los programas de formación. - Bases de datos de certificaciones emitidas y becas concedidas, junto con reportes de seguimiento de los beneficiarios. - Documentación de convenios con

		competencias y tecnologías digitales inteligentes, y becas para estudios especializados en instituciones nacionales e internacionales. <u>Meta específica</u>: número de programas de certificación y becas, por definir • Diseñar e implementar programas de pasantías industriales en colaboración con empresas líderes, enfocadas en el desarrollo de habilidades tecnológicas del siglo 21. <u>Meta específica</u>: número de programas de pasantías, por definir	participantes involucrados.	empresas, listas de pasantes, evaluaciones de desempeño y reportes de impacto de los programas de pasantías.
L5	Posicionamiento del país como ecosistema de tecnologías digitales inteligentes	• Crear un parque tecnológico comercialmente exitoso en Panamá, enfocado en atraer empresas tecnológicas regionales, generando un ecosistema de innovación que impulse la competitividad regional y facilite la colaboración entre empresas, academia e instituciones de investigación. <u>Meta específica</u>: número de empresas, por definir • Optimizar la infraestructura tecnológica del país, alineada con la Red Nacional de Investigación y Educación (RNIE), para mejorar la conectividad y	• Número de empresas tecnológicas instaladas en el parque tecnológico • Número de instituciones educativas y de investigación conectadas a la RNIE que han mejorado su infraestructura tecnológica • Número de alianzas formales entre el sector público, privado y académico para impulsar proyectos de innovación tecnológica en la industria.	• Documentación oficial del parque tecnológico que detalle el número de empresas tecnológicas establecidas, desglosado por tipo de empresa, sector y origen regional. • Informes emitidos por consultoras o instituciones gubernamentales que midan el impacto económico del parque tecnológico en términos de generación de empleos, inversión y su contribución al PIB regional • Reportes de infraestructura, auditorías de conectividad y evaluación de la implementación de la RNIE en las

		acceso a tecnologías digitales avanzadas en instituciones educativas y de investigación. <u>Meta específica</u>: número de instituciones, por definir • Establecer alianzas estratégicas entre el sector público, privado y académico, orientadas a proyectos de innovación tecnológica en la industria, generando sinergias que aceleren la adopción de tecnologías avanzadas. <u>Meta específica</u>: número de alianzas, por definir		instituciones educativas y de investigación. • Acuerdos, convenios y reportes de progreso que verifiquen las alianzas entre el sector público, privado y académico para el desarrollo de proyectos de innovación tecnológica.
L6	Integración de CTI en políticas públicas de articulación territorial productiva y especializada	• Crear y fortalecer clústeres regionales que integren empresas, instituciones educativas y centros de investigación. <u>Meta específica</u>: al menos 5 clusters creados y 12 clusters fortalecidos, al año (propuesta por la mesa técnica) • Desarrollar y ejecutar programas de formación para autoridades locales y comunidades en tecnologías para el desarrollo territorial. <u>Meta específica</u>: al menos 2 programas al año (propuesta por la mesa técnica) • Desarrollo e implementación de políticas públicas basadas en evidencia que fortalezcan las industrias creativas y culturales en las regiones de Panamá.	• Número de clústeres regionales creados y fortalecidos que integran empresas, instituciones educativas y centros de investigación • Número de programas de formación desarrollados y ejecutados para autoridades locales y comunidades en tecnologías para el desarrollo territorial. • Número de personas formadas en tecnologías para el desarrollo territorial • Cantidad de políticas públicas implementadas y coordinadas que	• Actas de creación y fortalecimiento de clústeres regionales, con detalles sobre la integración de empresas, instituciones educativas y centros de investigación. • Informes de ejecución de programas de formación, con listas de asistencia y evaluaciones de impacto en las autoridades locales y comunidades. • Documentación de la implementación y coordinación de políticas públicas que fortalezcan las industrias creativas y culturales en las regiones.

		Meta específica: número de políticas públicas, por definir	fortalecen las industrias creativas y culturales en las regiones.	
--	--	--	---	--

6. SUPUESTOS (Condicionantes necesarios)

Acceso a tecnologías avanzadas y financiamiento adecuado: Es crucial que las empresas, instituciones educativas y sectores involucrados tengan acceso a tecnologías avanzadas (IoT, automatización, inteligencia artificial) y los recursos financieros necesarios para implementar soluciones tecnológicas, impulsar la transformación digital y mejorar la eficiencia energética.

Voluntad y capacidad de adopción tecnológica: Las empresas deben estar dispuestas y capacitadas para adoptar las nuevas tecnologías, superando cualquier resistencia al cambio y adaptándose a los nuevos modelos digitales y sostenibles.

Colaboración efectiva entre sectores público, privado y académico: El éxito de los proyectos de innovación tecnológica y digitalización depende de la colaboración fluida entre empresas, gobierno, instituciones educativas y centros de investigación, garantizando sinergias y apoyo mutuo en la adopción tecnológica.

Soporte técnico continuo: Es esencial garantizar que las empresas y sectores cuenten con el soporte técnico necesario para la implementación, mantenimiento y evolución de las tecnologías avanzadas, asegurando su funcionamiento óptimo a largo plazo.

Marco regulatorio y políticas públicas favorables: Las políticas públicas y el marco regulatorio deben fomentar la adopción de tecnologías avanzadas, la digitalización y la automatización, así como la inversión en soluciones sostenibles, asegurando un entorno favorable para la innovación y competitividad.

Desarrollo de talento especializado: La disponibilidad de talento capacitado en tecnologías avanzadas es clave para el éxito de la transformación digital, lo que requiere programas continuos de formación y actualización profesional para garantizar que los trabajadores puedan adaptarse a los nuevos desafíos tecnológicos.

7. PROGRAMAS Y ACTUACIONES PERTINENTES DEL PENCYT

Programa (por orden de relevancia)		Justificación
P		
P		
P		

8. PLAN GENERAL DE EJECUCIÓN, MONITOREO Y EVALUACIÓN, Y ANÁLISIS DE RIESGOS

- La SENACYT coordinará el plan de implantación del PENCYT 2025-2029 para lo cual se apoyará en el Comité Técnico Nacional de Seguimiento (CTNS) y los Comité Técnicos de Seguimiento en los ámbitos de Incidencia e Impacto (CTSii).
- En el CTNS participarán representantes de los ministerios y organismos públicos que tendrán la responsabilidad de liderar los PECTI.
- Se establecerán tres (3) CTSii para los ámbitos de incidencia e impacto del PENCYT 2025-2029 (ámbito económico/sectorial, ámbito público/social y ámbito medioambiental).
- Los CTSii darán apoyo a la SENACYT y a los ministerios y organismos públicos en el diseño de las convocatorias públicas para los PECTI de acuerdo con los lineamientos que establezca el CTNS.
- Los CTSii serán responsables del seguimiento y monitoreo de la ejecución de los proyectos financiados en el marco del PECTI, para lo cual realizarán reuniones trimestrales con las organizaciones adjudicatarias de los fondos para evaluar avances en el desarrollo de los proyectos.
- Los CTSii se reunirán mensualmente para coordinar la implementación de los PECTI
- Los CTSii elaborarán un informe semestral de evaluación del avance los proyectos financiados
- El CTNS se reunirá semestralmente para evaluar el informe de avance de los PECTI y elaborará un informe consolidado que se presentará al CICYT para su consideración.
- Los CTSii realizarán una evaluación de resultados anualmente tomando como base los indicadores definidos para el PECTI.

9. CONDICIONES PARA LA CONVOCATORIA

- Los PECTI podrán tener una duración plurianual de acuerdo con los lineamientos que establezca el CICYT.
- Las convocatorias públicas para la presentación de propuestas se deberán preparar acorde con la duración establecida para cada PECTI.
- Se deberán publicar las convocatorias abiertas a organizaciones, instituciones y entidades elegibles para presentar propuestas, dando preferencia a la conformación de alianzas y consorcios en colaboración entre instituciones de carácter público y privado.
- Se deberán establecer las bases, los criterios de elegibilidad, los plazos y los detalles sobre cómo enviar las propuestas, tomando en cuenta los lineamientos definidos en el PECTI y que se incluyen en este dossier.
- La selección de proyectos a ser financiados se podrá llevar a cabo en dos etapas:
 - a. Etapa 1: nota de concepto.
 - b. Etapa 2. Presentación de propuestas detalladas por aquellas organizaciones y/o consorcios pre-seleccionados.
- La nota de concepto debe presentar una descripción concisa del proyecto sin entrar en demasiados detalles técnicos o financieros, ya que este es un documento inicial. El objetivo es proporcionar suficiente información para captar el interés de los evaluadores sobre el alcance e impacto de la propuesta y mostrar la viabilidad del proyecto, pero sin la profundidad de una propuesta completa.
- La nota de concepto podrá incluir los siguientes componentes:
 - a. Título del Proyecto: Un nombre claro y conciso que refleje el propósito y objetivo principal.
 - b. Descripción General: Contexto y Justificación (explicación del problema o situación que el proyecto aborda, incluyendo datos clave que muestren la relevancia del tema y su vinculación con las líneas de trabajo del PECTI), Objetivo Principal (qué se busca lograr con el proyecto, en una frase clara y precisa), beneficiarios.
 - c. Componentes del Proyecto: Descripción de las actividades principales y componentes del proyecto, Explicación de cómo estas actividades contribuirán a lograr los objetivos.
 - d. Resultados Esperados: Indicadores clave de éxito e impacto previsto en el corto y largo plazo.
 - e. Cronograma: Tiempo estimado para la ejecución de las actividades principales.
 - f. Presupuesto Estimado: Estimación de los costos involucrados en la implementación del proyecto.
 - g. Alianzas y Colaboraciones: Mención de organizaciones, instituciones o aliados clave que participarán o contribuirán al proyecto. Deberán confirmarse compromisos de asociación.
 - h. Sostenibilidad: Estrategias para asegurar la continuidad de los beneficios una vez que el proyecto termine.
 - i. Metodología y Estrategia de Implementación: Enfoque técnico o metodológico que se adoptará y plan de monitoreo y evaluación.
 - j. Análisis de Riesgos: Identificación de posibles obstáculos o riesgos y cómo se abordarán.
- Se deberá conformar un comité de evaluación, compuesto por expertos técnicos y del sector relevante para analizar las notas de concepto. Los criterios de evaluación podrían incluir:
 - a. Relevancia del proyecto en relación con los objetivos del PECTI
 - b. Innovación y creatividad de la propuesta.
 - c. Impacto esperado.

- d. Viabilidad técnica y financiera del proyecto.
- e. Capacidad de implementación de la organización.
- Preparación de propuestas completas. Las propuestas mejor evaluadas en la fase de nota de concepto serán seleccionadas y se invitará a los proponentes a desarrollar una propuesta completa con detalles más exhaustivos sobre el proyecto (presupuesto detallado, cronograma, análisis de riesgos, etc.). Las CSTii deberá asumir un rol activo en la realización de talleres o sesiones informativas para apoyar la elaboración de la propuesta completa.
- Un segundo proceso de evaluación deberá analizar las propuestas completas con mayor profundidad revisando criterios como:
 - a. Sostenibilidad del proyecto a largo plazo.
 - b. Coherencia entre los objetivos, actividades y resultados esperados.
 - c. Eficiencia en el uso de recursos (presupuesto bien estructurado).
 - d. Capacidades técnicas y organizativas del equipo de trabajo. Metodología y enfoque del proyecto.

