

# Innovación curricular en posgrados de ingeniería: Respuesta educativa a la Industria 4.0 en Chihuahua

Dulce Carolina Minor Ávila<sup>1</sup>, Javier Antonio González González<sup>2</sup>, José Roberto Helo Leos<sup>3</sup>  
<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.30865418>

## Resumen

Este artículo presenta la propuesta de la Maestría en Ingeniería para la Optimización de Procesos de Manufactura de la Universidad Tecnológica de Chihuahua como respuesta a las demandas de la Industria 4.0, el nearshoring y la transformación digital. A partir de un estudio de factibilidad realizado por la Universidad Tecnológica de Chihuahua, que incluyó análisis de mercado laboral, entrevistas a candidatos egresados y del sector manufacturero y un comparativo nacional de programas académicos, se identificó una brecha significativa en la formación de especialistas en metodologías como Lean Manufacturing, Six Sigma, simulación de procesos y automatización industrial. El diseño curricular propuesto integró innovación educativa, vinculación universidad-industria y un enfoque práctico orientado a la mejora continua, alineado con políticas nacionales y tendencias internacionales. Los resultados muestran la pertinencia y viabilidad del programa, así como su potencial impacto en la competitividad regional, la retención de talento y el desarrollo sostenible. Este documento describe el contexto, el fundamento teórico, la metodología que se utilizó, los principales hallazgos y conclusiones, con el fin de aportar a la discusión sobre innovación curricular en educación superior tecnológica en México.

**Palabras clave:** Industria 4.0, optimización de procesos, educación superior, vinculación universidad-industria

## Abstract

This article presents the proposal for the Master's Degree in Engineering for the Optimization of Manufacturing Processes at the Technological University of Chihuahua as a response to the demands of Industry 4.0, nearshoring, and digital transformation. Based on a feasibility study conducted by the Technological University of Chihuahua, which included labor market analysis, interviews with graduate and manufacturing candidates, and a national comparison of academic programs, a significant gap was identified in the training of specialists in methodologies such as Lean Manufacturing, Six Sigma, process simulation, and industrial automation. The proposed curriculum design integrated educational innovation, university-industry engagement, and a practical approach oriented toward continuous improvement, aligned with national policies and international trends. The results demonstrate the relevance and viability of the program, as well as its potential impact on regional competitiveness, talent retention, and sustainable development. This document describes the context, theoretical foundation, methodology used, main findings, and conclusions, with the aim of contributing to the discussion on curricular innovation in higher technological education in Mexico.

**Keywords:** Industry 4.0, process optimization, higher education, university-industry linkage.

---

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica de Chihuahua, [dminor@utch.edu.mx](mailto:dminor@utch.edu.mx), <https://orcid.org/0009-0002-7904-6580>

<sup>2</sup> Universidad Tecnológica de Chihuahua, [jagonzalez@utch.edu.mx](mailto:jagonzalez@utch.edu.mx), <https://orcid.org/0009-0000-3298-0945>

<sup>3</sup> Universidad Tecnológica de Chihuahua, [jhelo@utch.edu.mx](mailto:jhelo@utch.edu.mx), <https://orcid.org/0009-0000-3011-7267>

## **Introducción**

La globalización, la digitalización y la automatización han transformado de manera acelerada el entorno industrial, particularmente en el sector manufacturero, que en Chihuahua representa más del 34% del PIB estatal (INEGI, 2023). Este cambio ha generado una demanda creciente de profesionales con competencias técnicas avanzadas capaces de liderar procesos de innovación, optimización y automatización en un contexto caracterizado por la Industria 4.0 (Schwab, 2016).

Actualmente, menos del 2% de la población económicamente activa en México cuenta con estudios de posgrado (INEGI, 2022), y la oferta existente en ingeniería no cubre de forma integral las competencias requeridas en áreas clave como Lean Manufacturing, Six Sigma, simulación avanzada y automatización industrial (ANUIES, 2021). La Universidad Tecnológica de Chihuahua, consciente de su papel como formadora de talento, ha desarrollado una propuesta curricular que busca cerrar esta brecha mediante un programa de maestría especializado que integre innovación educativa y vinculación con el sector productivo.

Diversos informes y consultas con empleadores señalan dificultades para cubrir posiciones que exigen competencias avanzadas en análisis de datos aplicados, automatización, simulación de procesos y mejora continua, así como en la conducción de proyectos de alto impacto con métricas de costo, calidad y entrega claramente definidas; aun cuando Chihuahua dispone de una base industrial robusta, la proporción de profesionales con formación de posgrado sigue siendo limitada respecto de las necesidades de sectores como el automotriz, aeroespacial, electrónico y de dispositivos médicos, lo que restringe la innovación incremental y disruptiva en planta (INEGI, 2022; SIDE, 2022; Index Chihuahua, 2023).

Para comprobar esta hipótesis se desarrolló un estudio descriptivo que integra: levantamiento de encuestas a población objetivo, análisis de indicadores del mercado laboral, revisión documental y comparativos curriculares, así como la valoración de lineamientos y criterios de calidad académica. En conjunto, estos componentes permiten determinar, con rigor y coherencia, la pertinencia del posgrado propuesto y su contribución esperada al ecosistema manufacturero de Chihuahua, conciliando una visión prospectiva con las mejores prácticas que históricamente han sustentado la mejora continua en la industria (ANUIES, 2023; CONAHCYT, 2024; INEGI, 2024).

## **Fundamentación teórica**

El concepto de Industria 4.0, acuñado por el Foro Económico Mundial, hace referencia a la integración de tecnologías digitales avanzadas en los procesos productivos, tales como inteligencia artificial, internet industrial de las cosas (IIoT), robótica avanzada y análisis de datos (Schwab, 2016). Diversos estudios (Martínez et al., 2023) destacan que la optimización de procesos es un factor crítico para la competitividad industrial, especialmente en contextos globalizados y con cadenas de suministro complejas. La educación superior tecnológica tiene el reto de adaptar sus planes de estudio para formar profesionistas capaces de responder a estas demandas, incorporando metodologías como Lean Manufacturing y Six Sigma, ampliamente reconocidas por su efectividad en la mejora continua.

### ***Industria 4.0 y la optimización integral de procesos***

La cuarta revolución industrial integra sistemas ciber físicos, Internet Industrial de las Cosas (IIoT), automatización avanzada y analítica de datos en tiempo real para elevar productividad, calidad y sostenibilidad en toda la cadena de valor. En este entorno, la optimización deja de ser un esfuerzo puntual y se convierte en un proceso continuo, soportado por datos y por una arquitectura tecnológica que conecta sensores, celdas de trabajo y líneas completas con plataformas MES/ERP y tableros de decisión operativa y táctica. Esta conectividad permite medir desempeño (OEE, tiempos de ciclo, tasa de rechazo, utilización), identificar cuellos de botella y ejecutar acciones correctivas estandarizadas con rapidez, manteniendo la estabilidad de los procesos como condición previa para cualquier mejora posterior (Schwab, 2016; OCDE, 2023).

Bajo este paradigma, metodologías clásicas (Lean, Six Sigma, SPC) conservan su vigencia y se potencian con capacidades digitales. El mapeo de flujo de valor (VSM) se enriquece con datos en tiempo real para calcular takt time, balancear cargas y dimensionar inventarios intermedios con mayor precisión; el trabajo estandarizado y la estandarización visual se apoyan en andones digitales y procedimientos operativos versionados; y las herramientas de excelencia operativa (SMED, Poka-Yoke, jidoka, heijunka) se integran con sistemas de monitoreo y alarmas inteligentes para reducir variabilidad y tiempo de cambio, sin renunciar a la disciplina en piso que históricamente ha generado resultados, de manera complementaria, la estadística aplicada (DOE, MSA, control de procesos) se nutre de series de tiempo de alta

resolución, permitiendo mejorar la capacidad del proceso ( $C_p$ ,  $C_{pk}$ ) y la precisión del control con ciclos DMAIC más cortos y mejor trazabilidad de causas

La simulación de eventos discretos y los gemelos digitales amplían el alcance de la mejora al posibilitar análisis “what-if” antes de intervenir la planta: se ensayan secuencias de producción, reglas de despacho, tamaños de lote y configuraciones de layout para comparar escenarios en términos de costo, calidad y entrega, reduciendo el riesgo de las decisiones de ingeniería. En paralelo, la analítica avanzada habilita mantenimiento predictivo y detección temprana de anomalías, disminuyendo paros no programados y extendiendo la vida útil de activos críticos. Este bucle de aprendizaje, medir, analizar, decidir y estandarizar, apoya la toma de decisiones basada en evidencia y consolida una cultura de mejora continua fundada en disciplina operativa y datos confiables (Schwab, 2016; OCDE, 2023).

La adopción efectiva exige también fundamentos organizacionales: gobernanza de datos (calidad, oportunidad, propiedad), roles claros entre procesos y tecnología, y esquemas de formación que desarrollen competencias híbridas (procesos-datos-automatización) en supervisores, ingenieros y mandos medios. La participación del personal de planta, quien domina la “forma en que se han hecho las cosas siempre”; resulta clave para capturar conocimiento tácito, traducirlo en estándares y luego digitalizarlo sin perder su esencia. Así, lo digital no sustituye lo probado: lo amplifica, garantizando que cada mejora quede documentada, auditada y replicable.

Finalmente, la optimización en clave 4.0 incorpora criterios de sostenibilidad y cumplimiento: consumo energético, huella de carbono, desperdicio y seguridad se integran a los tableros operativos para alinear la excelencia de proceso con objetivos ambientales, sociales y regulatorios. En conjunto, la convergencia de metodologías tradicionales con capacidades digitales configura un sistema de gestión robusto que aprende del pasado (estandarización y disciplina) y proyecta al futuro mediante datos, automatización y simulación, manteniendo la competitividad en contextos de alta variabilidad y demanda cambiante.

### ***Brechas formativas en la educación superior de ingeniería en México***

Aunque la matrícula en ingeniería ha crecido, persisten desajustes entre lo que enseñan muchos posgrados y las competencias que demanda la manufactura inteligente. En términos curriculares, abundan planes con énfasis teórico-administrativo y con resultados de aprendizaje poco operativos para problemas de planta (variabilidad, tiempos de ciclo, capacidad,

trazabilidad), mientras que la industria requiere dominio en optimización integral, automatización, simulación y analítica aplicada para decidir con datos en tiempo real.

Estas brechas se expresan en tres frentes. Primero, en la profundidad técnica: se cubren conceptos de calidad o productividad, pero sin el rigor metodológico que habilite diseño de experimentos, control estadístico avanzado o modelado de flujo con simulación/gemelos digitales integrados a sistemas MES/ERP y al IIoT de la planta. Segundo, en las competencias digitales: escasea la formación práctica en adquisición, limpieza y gobierno de datos de producción, así como en visualización y analítica para decisiones operativas y tácticas. Tercero, en la transferencia al contexto real: los proyectos de aula no siempre se traducen en mejoras medibles en costo, calidad y entrega porque falta vinculación formal con casos y datos de la industria (ANUIES, 2021, 2023; CONACYT, 2022; CONAHCYT, 2024).

Los lineamientos y políticas recientes insisten precisamente en cerrar ese “valle de la muerte” entre aula y planta mediante pertinencia, vinculación y especialización. En la práctica, esto implica diseñar posgrados con resultados de aprendizaje verificables en el piso de producción; incorporar estadias/proyectos codirigidos por academia–empresa; y alinear líneas de investigación aplicada con agendas sectoriales (Industria 4.0, automatización, sostenibilidad), bajo criterios y evidencias trazables del Sistema Nacional de Posgrados (SNP) para asegurar calidad y relevancia pública.

Adicionalmente, se requiere una arquitectura formativa híbrida: cursos troncales en excelencia operativa (Lean, Six Sigma, SPC) integrados con módulos de automatización y analítica (adquisición de datos, series de tiempo, mantenimiento predictivo), talleres de simulación y laboratorios con datos reales; todo ello articulado con evaluación por competencias, portafolios de evidencia y resultados de proyectos con impacto en indicadores (OEE, Cp/Cpk, lead time). Este rediseño respeta la tradición de estandarización y disciplina en planta, pero la potencia con capacidades digitales responde al enfoque que ANUIES y CONAHCYT promueven para programas pertinentes, vinculados y estratégicos

### ***Contexto regional: Chihuahua como nodo manufacturero***

Chihuahua se ha consolidado como uno de los polos industriales más relevantes del norte de México gracias a una base manufacturera diversificada y de larga trayectoria, con encadenamientos hacia los sectores automotriz, electrónico y de dispositivos médicos. Esta estructura se refleja en la alta contribución de la manufactura al PIB estatal y en la presencia de

clústeres y parques industriales que articulan proveedores, integradores y OEMs en cadenas de valor orientadas a exportación, la densidad industrial no es sólo cuantitativa: el tejido productivo integra procesos de alta precisión, pruebas y validación, y operaciones de ensamble avanzado que demandan competencias técnicas especializadas para sostener productividad, calidad y cumplimiento regulatorio (INEGI, 2023; SIDE, 2022).

La posición geoestratégica del estado como frontera con Estados Unidos, corredores logísticos consolidados y disponibilidad de infraestructura potencia la integración a mercados internacionales y acelera el tránsito hacia esquemas de manufactura esbelta y digitalizada. En este contexto, las empresas requieren perfiles con dominio de optimización de procesos, automatización, simulación y analítica aplicada para administrar variabilidad, elevar capacidad del proceso y asegurar tiempos de ciclo competitivos en entornos de alta mezcla y demanda cambiante, la combinación de prácticas tradicionales de excelencia operativa con capacidades 4.0 se vuelve, así, un requisito para sostener ventajas en costo, calidad y entrega a lo largo de la cadena (INEGI, 2023).

Los informes sectoriales recientes subrayan, además, la fortaleza exportadora de Chihuahua, resultado de su especialización manufacturera y su red de proveedores y, simultáneamente, advierten sobre la tensión creciente en el mercado laboral por la escasez de talento altamente calificado. Ello se traduce en la necesidad de posgrados orientados a resultados, con fuerte vinculación empresa–universidad y énfasis en proyectos de mejora con impacto medible en indicadores operativos y de negocio (Mexico Industry, 2024; Index Chihuahua, 2023). Bajo estas condiciones, la formación de capital humano con competencias en optimización integral y automatización no sólo atiende una demanda coyuntural, sino que refuerza la competitividad estructural del estado frente al nearshoring y la reconfiguración de las cadenas de suministro globales (INEGI, 2023; SIDE, 2022; Mexico Industry, 2024).

Finalmente, la evidencia oficial y sectorial converge en un mismo punto: la continuidad del liderazgo manufacturero de Chihuahua depende de fortalecer la base técnica y la profesionalización avanzada del personal que opera, mejora y dirige los procesos productivos. Por ello, programas de posgrado con orientación aplicada y alineados a necesidades del clúster y a estándares de desempeño se vuelven palancas clave para cerrar brechas de habilidades, consolidar la vinculación y traducir la capacidad exportadora en innovación y productividad sostenidas (SIDE, 2022; Index Chihuahua, 2023; Mexico Industry, 2024).

### ***Nearshoring, clústeres y demanda de capital humano especializado***

El reacomodo de cadenas hacia Norteamérica ha detonado nuevos flujos de inversión y relocalización de operaciones, elevando la complejidad tecnológica y la exigencia de talento con dominio en automatización, analítica y mejora continua aplicada al piso de producción. En este entorno, la ventaja competitiva ya no depende sólo del costo, sino de la capacidad para integrar equipos ciber físicos, capturar y depurar datos de alta frecuencia, tomar decisiones con evidencia y convertirlas en estándares operativos estables.

La presión por estos perfiles se amplifica en regiones con alta densidad manufacturera (como Chihuahua) donde las empresas requieren ingenieros capaces de reducir variabilidad, acortar tiempos de ciclo y aumentar la disponibilidad de activos mediante rutinas de mantenimiento predictivo y control estadístico sistemático (ADMA México, 2024; PRO Chihuahua, 2025).

En este marco, los clústeres funcionan como articuladores de agendas tecnológicas y formativas: identifican brechas de habilidades, priorizan certificaciones y promueven alianzas público-privadas para habilitar laboratorios vivos, proyectos cofinanciados y esquemas duales que trasladen problemas reales de planta al aula y regresen soluciones verificables en costo, calidad y entrega, el énfasis no es únicamente instrumental; implica diseñar trayectorias de aprendizaje que combinen metodologías tradicionales (Lean, Six Sigma, SPC) con competencias digitales preservando la disciplina y la estandarización que han sustentado históricamente la productividad.

La pertinencia de posgrados especializados se observa en dos planos. Primero, en empleabilidad y movilidad salarial de egresados con perfiles de optimización, automatización y analítica aplicada, donde los indicadores reportan resultados favorables en colocación y progresión profesional en industrias orientadas a exportación, segundo, en la priorización de proyectos de transformación digital dentro de planta; mantenimiento predictivo, trazabilidad avanzada, instrucciones de trabajo digitales, control de procesos en tiempo real, que demandan liderazgos técnicos capaces de vincular hipótesis de mejora con métricas operativas (OEE, Cp/Cpk, lead time) y con el cumplimiento regulatorio y de cliente (Tetakawi, 2024).

Para responder con rigor a esta demanda, los programas de maestría deben estructurarse como ecosistemas de aprendizaje aplicado: cursos troncales en excelencia operativa, módulos de automatización y analítica, talleres de simulación con datos reales, estadías y tesis co-dirigidas

por industria y academia, y evaluación por competencias anclada a resultados verificables en procesos específicos, este diseño permite acelerar la adopción tecnológica con base en evidencia, cerrar brechas de habilidades y convertir el nearshoring en una oportunidad sostenida de productividad y desarrollo regional (ADMA México, 2024; PRO Chihuahua, 2025; Tetakawi, 2024).

### ***Formación aplicada y vínculo universidad–empresa***

La vinculación efectiva mediante estadías, proyectos de investigación aplicada y transferencia tecnológica, acorta la brecha academia–industria y convierte el aprendizaje en resultados verificables en costo, calidad y entrega. Un diseño curricular verdaderamente pertinente articula metodologías tradicionales (Lean, Six Sigma, SPC) con herramientas emergentes (simulación/gemelos digitales, automatización avanzada, analítica de datos) para resolver problemas reales de planta, sin renunciar a la estandarización y la disciplina operativa que históricamente han sustentado la productividad, bajo este enfoque, las estadías y residencias se estructuran como proyectos con objetivos, cronogramas y métricas acordadas por tutores académicos y asesores de la empresa, y evaluados con rúbricas por competencias y portafolios de evidencia que documenten hipótesis, datos, análisis, mejoras implementadas y estandarización resultante.

Para garantizar pertinencia y trazabilidad, la planeación del currículo se alinea con agendas sectoriales y líneas de investigación reconocidas por el Sistema Nacional de Posgrados (SNP), promoviendo convenios de colaboración, proyectos cofinanciados y esquemas de co-tutoría tesis–industria, este modelo privilegia la resolución de casos con datos reales, acuerdos de confidencialidad y propiedad intelectual, y la instalación de laboratorios vivos donde se prueban soluciones de optimización, automatización y control estadístico antes de su despliegue pleno en la operación, asimismo, la gobernanza de datos con calidad, oportunidad y resguardo se incorpora como competencia transversal, de modo que la toma de decisiones basada en evidencia transite del aula al piso de producción y regrese al currículo en ciclos de mejora continua

Finalmente, la vinculación no se limita a prácticas profesionales: implica trayectorias formativas híbridas y mecanismos de evaluación integrados a indicadores del negocio, asegurando que el aprendizaje produzca beneficios medibles y sostenibles. De esta forma, el posgrado se consolida como plataforma de transferencia tecnológica y de formación de talento especializado, coherente con los criterios de pertinencia, especialización y vinculación que



establecen las políticas nacionales para programas de calidad (ANUIES, 2023; CONAHCYT, 2024).

### ***Impacto social y sostenibilidad regional***

La formación de posgrado en ingeniería actúa como palanca de movilidad social al ampliar el acceso a empleos de mayor calificación y mejores trayectorias salariales; a la vez, contribuye a la retención de talento en regiones industriales al ofrecer oportunidades de especialización pertinentes y cercanas al entorno productivo (OCDE, 2023). En economías regionales con alta concentración manufacturera, como Chihuahua, elevar el nivel formativo del capital humano fortalece la empleabilidad y reduce la brecha entre competencias ofertadas y demandadas por la industria, lo que se refleja en mayor formalidad laboral y vínculos más estables con la seguridad social y la protección al ingreso (INEGI, 2024; OCDE, 2023).

La integración de metodologías tradicionales (Lean, Six Sigma, SPC) con capacidades digitales (adquisición de datos, monitoreo en tiempo real, simulación/gemelos digitales) permite cerrar el ciclo medir–analizar–decidir–estandarizar, asegurando que cada mejora quede documentada, auditada y replicable en distintas líneas o plantas.

Estos avances operativos inciden directamente en la sostenibilidad ambiental. La reducción de mermas y paros no programados disminuye el consumo de insumos por unidad producida; el control fino de parámetros de proceso optimiza la intensidad energética (kWh/unidad) y el uso de agua; y la trazabilidad habilita esquemas de economía circular (reuso, reciclaje, remanufactura) que acotan la huella de carbono en la cadena de suministro (OCDE, 2023). Desde la perspectiva territorial, el aumento de productividad y la formalización del empleo, seguida por los sistemas estadísticos nacionales, contribuyen a mayor estabilidad del ingreso, acceso a prestaciones y cohesión social, componentes esenciales del desarrollo regional equilibrado (INEGI, 2024).

En suma, la articulación entre posgrado pertinente y mejora operativa robustece simultáneamente el bienestar de las personas y la competitividad de las empresas: más habilidades y mejores empleos para los egresados; procesos más estables, limpios y eficientes para las organizaciones; y un ecosistema regional con mayor capacidad de innovación y sostenibilidad en el largo plazo (INEGI, 2024; OCDE, 2023).

### ***Descripción del método***

Con el propósito de determinar la pertinencia de abrir la Maestría en Ingeniería para la Manufactura Inteligente en la Universidad Tecnológica de Chihuahua, se implementó un estudio de corte cuantitativo y alcance exploratorio, cuya técnica central fue la aplicación de encuestas estructuradas a la población objetivo. Se definió como universo de interés a egresados de ingenierías y áreas tecnológicas afines, estudiantes de los últimos cuatrimestres y profesionistas en activo dentro de sectores estratégicos para el desarrollo industrial de Chihuahua (manufactura, automatización, calidad, procesos, entre otros). Con base en registros institucionales y fuentes complementarias se estimó una población total de 3,487 potenciales aspirantes cuya trayectoria y perfil son congruentes con los requisitos de ingreso. Para asegurar la representatividad estadística, se calcularon dos escenarios:

- a) Población finita: usando la ecuación correspondiente con los parámetros  $N = 3,487$ ,  $Z = 1.96$  (95% de confianza),  $p = 0.5$ ,  $q = 0.5$  y  $e = 0.05$  (5% de error), se obtuvo un mínimo de 346 casos.
- b) Población infinita (referencia metodológica): empleando la fórmula estándar se estimó un tamaño de 384 encuestas.

Ambos enfoques convergen en un rango mínimo adecuado entre 346 y 384 observaciones para estudios de esta naturaleza. Aunque el umbral estadístico se alcanzaba con un intervalo de entre 346 y 384 respuestas, se incorporaron 823 cuestionarios válidos, con el fin de: (a) elevar la precisión de las estimaciones, (b) posibilitar segmentaciones por sexo, edad, formación y experiencia laboral, (c) mitigar sesgos por no respuesta o registros inválidos y (d) lograr una visión más granular del mercado potencial. Se elaboró un cuestionario estructurado (Ver anexo 1), revisado mediante juicio de expertos, que abordó variables como interés por cursar posgrado, áreas de especialización preferidas, expectativas laborales, disponibilidad de tiempo, disposición de pago y conocimientos sobre manufactura avanzada. El levantamiento se ejecutó en modalidad mixta (presencial y en línea) durante mayo–julio de 2025. Se aplicó un muestreo no probabilístico estratificado por conveniencia, con el objetivo de cubrir de manera dirigida los segmentos clave (estudiantes, egresados y profesionistas del sector industrial) y, al mismo tiempo, preservar el foco analítico del estudio en perfiles relevantes para la propuesta.

La información recolectada se tabuló y procesó en Microsoft Excel. Este tratamiento permitió detectar patrones de interés, el nivel de aceptación del programa y la disposición a inscribirse, generando insumos objetivos para la toma de decisiones académicas.

## Resultados y discusión

La encuesta permitió caracterizar el perfil y las preferencias de la población objetivo para la Maestría en Ingeniería orientada a la optimización/industria inteligente. Predominó un público joven: 44 % tenía menos de 25 años y 37.9 % entre 25 y 30 años; además, 56.7 % laboraba, 24.1 % estudiaba y trabajaba, y 17.1 % sólo estudiaba, lo que evidenció la necesidad de esquemas compatibles con jornadas laborales.

El interés potencial por cursar posgrado fue alto: 74.5 % manifestó interés claro y 19.2 % respondió “tal vez” (Tabla1).

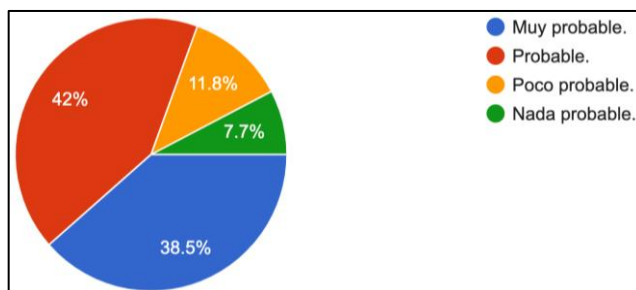
**Tabla 1.** *Interés en estudiar una maestría.*

¿Le interesa estudiar una maestría?	
Sí	74.50%
No	6.30%
Tal vez	19.20%
Total general	100.00%

*Fuente.* Elaboración propia.

Tras conocer el plan, 38.5 % señaló que era “muy probable” inscribirse y 42 % “probable”, sumando 80.5 % de disposición positiva (Figura 1).

**Figura 1.** Disposición de los encuestados a inscribirse en un programa de maestría.



*Nota.* Elaboración propia.

Estos hallazgos respaldaron la viabilidad académica y de demanda del programa.

En cuanto a preferencias entre las dos opciones propuestas, la distribución fue prácticamente equilibrada: 50.3 % eligió la Maestría en Ingeniería para la Optimización de Procesos de Manufactura y 49.7 % la de Manufactura Inteligente (Tabla 2).

**Tabla 2.** *Maestría de interés.*

¿Qué maestría le interesaría cursar?	
Maestría en Ingeniería para la Optimización de Procesos de Manufactura	50.30%
Maestría en Ingeniería para la Manufactura Inteligente.	49.70%
Total general	100.00%

*Fuente.* Elaboración propia.

Este balance confirmó la pertinencia de ambas y sugirió un ligero predominio por el perfeccionamiento de la eficiencia operativa.

Respecto a motivaciones, el factor principal fue el desarrollo de habilidades profesionales (47.1 %), seguido del crecimiento laboral (22.5 %) y la actualización profesional (19.5 %), mientras que el desarrollo personal representó 10.8 % (Tabla 3).

**Tabla 3.** *Principales factores que motivan a los encuestados a estudiar una maestría.*

¿Cuál de los siguientes factores lo motivaría a estudiar una maestría?	
Actualización profesional	19.50%
Desarrollo de habilidades profesionales	47.10%
Desarrollo personal	10.80%
Crecimiento laboral	22.50%
Total general	100.00%

*Fuente.* Elaboración propia.

Este patrón indicó una orientación nítida hacia la adquisición de competencias aplicables en planta y hacia trayectorias de ascenso profesional.

Las características más valoradas de un programa fueron la flexibilidad de horarios (42%) y el enfoque práctico y aplicable (28.5 %); en menor medida, costos accesibles (12.6 %), perfil del profesorado con experiencia técnica-industrial (11.1 %) y prestigio institucional (6 %) (Tabla 4).

**Tabla 4.** *Características importantes en la oferta de un programa de maestría.*

¿Cuál de las siguientes características considera importante en un programa de maestría?	
Prestigio de la institución	5.80%
Flexibilidad de horarios	42.00%
Enfoque práctico aplicable	28.50%
Costos accesibles	12.60%
Docentes especializados	11.10%
Total general	100.00%

*Fuente.* Elaboración propia

Estas preferencias reforzaron la conveniencia de un diseño curricular orientado a la solución de problemas reales y a modalidades compatibles con empleo activo.

En coherencia con lo anterior, los horarios preferidos se concentraron en dos esquemas: lunes a viernes de 17:00 a 21:00 (34 %) y viernes vespertino con sábado intensivo (30.3 %). Dichas franjas facilitan la incorporación de profesionistas en activo sin sacrificar continuidad pedagógica.

En el frente laboral, 61.5 % de las y los encuestados trabajaba en el sector privado, 20.2 % en el sector público, 10.9 % no estaba trabajando y 5 % se dedicaba al emprendimiento. La predominancia del sector privado sugirió una demanda fuerte por formación de posgrado aplicada a la mejora de procesos y adopción tecnológica.

Finalmente, el análisis macroeconómico del estado ofreció un anclaje estructural: en 2022 las actividades secundarias representaron 44.7 % del PIB de Chihuahua, y las industrias manufactureras aportaron 34.8 % a precios básicos. Esta composición productiva explicó la pertinencia de posgrados que fortalezcan capacidades en optimización, control y automatización.

Los resultados convergieron en tres implicaciones curriculares. Primero, la elevada disposición a inscribirse (80.5 % entre “muy probable” y “probable”) y la motivación centrada en habilidades profesionales. Segundo, la preferencia por flexibilidad horaria y el perfil de estudiantes que trabajan justificaron esquemas vespertinos y de fin de semana con modalidades híbridas. Tercero, la predominancia del empleo privado y la apertura empresarial a estadías y colaboración en I+D aplicada facilitaron un modelo de formación dual.

A nivel de pertinencia regional, la estructura productiva de Chihuahua —con manufactura como columna vertebral del PIB— reforzó la necesidad de especialización técnica a nivel posgrado, coherente con el equilibrio observado entre interés por “Optimización de Procesos” y “Manufactura Inteligente”. El ligero sesgo hacia la primera opción indicó que la comunidad percibió oportunidades inmediatas en eficiencia y calidad, sin desatender la transformación digital que subyace al segundo énfasis.

En suma, la evidencia empírica validó un programa con: (a) enfoque aplicado y medición de impacto; (b) organización horaria compatible con profesionales en activo; (c) fuerte componente de estadías y proyectos con industria; y (d) trayectos optativos que articulen optimización “clásica” con herramientas de manufactura inteligente. Ello atendió tanto las

motivaciones individuales (desarrollo de habilidades y crecimiento laboral) como las necesidades del tejido productivo estatal.

### **Conclusiones**

El estudio cumplió con los objetivos planteados: (a) dimensionó la demanda y las competencias requeridas por la industria regional; (b) comparó la propuesta con programas afines; (c) estimó el interés y la disposición de la población objetivo; (d) analizó la alineación con políticas del SNP/CONAHCYT; y (e) valoró las capacidades institucionales para su operación. Con base en la evidencia recabada, se concluye lo siguiente: 1. Viabilidad y pertinencia: la intención declarada de cursar el posgrado fue alta. 2. Enfoque curricular diferenciado: la propuesta deberá integrar, de forma aplicada, metodologías tradicionales de excelencia operativa (Lean, Six Sigma, SPC) con herramientas de manufactura inteligente (simulación/gemelos digitales, automatización, analítica). 3. Modalidad y organización académica: dado el perfil de aspirantes que estudian y trabajan, la estructura horaria vespertina y/o de fin de semana, con apoyo de recursos híbridos. 4. Vinculación universidad: las estadías supervisadas constituyen el mecanismo más eficaz para trasladar el aprendizaje al piso de producción. 5. Impacto esperado: el programa contribuirá a la empleabilidad y retención de talento especializado en la región, elevando la competitividad de las organizaciones. 6. Riesgos y mitigaciones: la naturaleza no probabilística del levantamiento y la concentración territorial sugieren complementar el monitoreo con cohortes subsecuentes y evidencia objetiva de impacto.

### **Referencias bibliográficas**

- ADMA México. (2024). Informe de tendencias en manufactura avanzada. <https://adma.org.mx>
- ANUIES. (2021). Estudio sobre la oferta de posgrados en ingeniería en México. <https://anuies.mx>
- ANUIES. (2023). Lineamientos para la pertinencia de programas de posgrado. <https://anuies.mx>
- CONACYT. (2022). Agenda de investigación e innovación para la industria manufacturera. <https://conacyt.mx>
- CONAHCYT. (2024). Criterios del Sistema Nacional de Posgrados. <https://conahcyt.mx>
- Index Chihuahua. (2023). Informe anual de la industria maquiladora y manufacturera de exportación en Chihuahua. Consejo Nacional de la Industria Maquiladora y Manufacturera de Exportación. <https://indexchihuahua.org.mx>

- INEGI. (2022). Estadísticas de educación y formación profesional en México.  
<https://inegi.org.mx>
- INEGI. (2023). Producto Interno Bruto estatal: Chihuahua. <https://inegi.org.mx>
- INEGI. (2024). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). <https://inegi.org.mx>
- Martínez, J., López, R., & Torres, P. (2023). Optimización de procesos en entornos de Industria 4.0. *Revista Latinoamericana de Ingeniería Industrial*, 12(1), 45–62.  
<https://doi.org/10.xxxx/rlaii.v12i1.456>
- Mexico Industry. (2024). Reporte especial: Nearshoring y manufactura avanzada en Chihuahua.  
<https://mexicoindustry.com>
- OCDE. (2023). Perspectivas de la manufactura inteligente y sostenible. <https://oecd.org>
- PRO Chihuahua. (2025). Estrategia estatal para el desarrollo de capital humano especializado. Gobierno del Estado de Chihuahua. <https://prochihuahua.mx>
- Schwab, K. (2016). La cuarta revolución industrial. Debate.
- Secretaría de Innovación y Desarrollo Económico del Estado de Chihuahua. (2022). Informe de competitividad industrial en Chihuahua. <https://sidechihuahua.gob.mx>
- Tetakawi. (2024). Tendencias de empleo y competencias en manufactura avanzada.  
<https://tetakawi.com>
- Universidad Tecnológica de Chihuahua. (2025, agosto). Estudio de factibilidad para la apertura del programa de posgrado: Maestría en Ingeniería para la Optimización de Procesos de Manufactura (no publicado). Universidad Tecnológica de Chihuahua.