

POSGRADO INTERINSTITUCIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA



PLAN DE ESTUDIO DOCTORADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN MANUFACTURA DIGITAL

Abril 2025

Contenido

1	INTRODUCCIÓN	3
2	OBJETIVO GENERAL	3
3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
4	PERFIL DE INGRESO	4
5	REQUISITOS ACADÉMICOS PARA EL INGRESO.....	5
6	PERFIL DE EGRESO	5
7	REQUISITOS DE EGRESO	5
8	PLAN DE ESTUDIO DEL DOCTORADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN MANUFACTURA DIGITAL.	6
8.1	ACTIVIDADES ACADÉMICAS:	6
8.2	ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN:	6
9	MAPA CURRICULAR	11

1 Introducción

Estamos viviendo una revolución tecnológica que modificará fundamentalmente la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos. La última década, hemos escuchado reiteradamente conceptos como industria 4.0, cuarta revolución industrial (4RI) o transformación digital. Hemos invertido tiempo y recursos creando cultura alrededor del tema, porque lo que está en juego es el futuro del modelo industrial y competitivo de México. La 4RI no se trata solo de desarrollos disruptivos, sino del encuentro de esos desarrollos. Representa un cambio de paradigma, en lugar de un paso más en la carrera tecnológica. La 4RI no se define por un conjunto de tecnologías emergentes en sí mismas, sino por la transición hacia nuevos sistemas que están contruidos sobre la infraestructura digital actual. La máquina de la 4RI corre por cuenta de sistemas ciberfísicos, lo cual será posible por el internet de las cosas y el cómputo en la nube. Los sistemas ciberfísicos, que combinan maquinaria física y tangible con procesos digitales, son capaces de tomar decisiones descentralizadas y de cooperar entre ellos y con los humanos mediante el internet de las cosas. Lo que está en desarrollo es una "fábrica inteligente".

Por lo anteriormente expuesto, es que se ha considerado la creación de un programa de posgrado a nivel doctorado orientados hacia la generación de conocimiento con la formación de doctores expertos en el campo de la inteligencia artificial, visión artificial, control, procesos de manufactura, así como en la creación de nuevas tecnologías de manufactura digital o clásica. El Doctorado en Manufactura Digital considera su consolidación como un Posgrado Interinstitucional de Ciencia y Tecnología, estableciendo una línea de estudios, que tendrá como misión principal la formación de investigadores expertos en las nuevas tecnologías de la 4RI enfocadas a contribuir directamente en la construcción de la Manufactura Digital en México y en sus diferentes aplicaciones relacionadas de alto valor agregado.

2 Objetivo General

Fomentar el crecimiento de tecnólogos e investigadores mediante la consolidación de grupos de investigación en Manufactura Digital, cuyo objetivo sea la creación de conocimientos científicos de frontera destinados a enfrentar desafíos nacionales. Programa enfocado a la solución de problemas prevalentes en el sector manufacturero nacional que afectan a empresas de diferentes niveles, a la independencia tecnológica del país, y cuyas repercusiones pueden extenderse a la sociedad en su conjunto.

3 Objetivos Específicos

- Proporcionar a los estudiantes una comprensión delimitada de generación, implementación, experiencia y difusión de innovaciones tecnológicas de manufactura actuales y emergentes con tecnologías de la 4RI, así como habilidades relativas a la aplicación e implementación en la industria moderna.
- Formar profesionistas altamente calificados con capacitación especializada en las distintas áreas de la manufactura digital capaces de gestionar el proceso de transformación en las organizaciones, mediante procesos de transición que involucren la aplicación de IIoT y las

tecnologías exponenciales del Ecosistema 4.0 (robótica, blockchain, impresión 3D, big data, ciberseguridad).

- Consolidar el programa del Posgrado Nacional en Manufactura Digital como líder en México, mediante el conocimiento, capacidad tecnológica y de infraestructura, y la comprensión de las tecnologías habilitadoras de la 4RI para llegar a la frontera del conocimiento y más allá para la generación de nuevo conocimiento aplicado y reportado en artículos científicos de investigación.
- Formar estudiantes que lideren grupos de investigación en el sector manufacturero, tanto académico como industrial, para el desarrollo de tecnologías aplicadas en la solución de problemas nacionales para la reducción de la dependencia tecnológica.

4 Perfil de Ingreso

Los alumnos aspirantes al Doctorado, deberán tener las competencias, actitudes y valores que le permitan desarrollar y concluir con éxito sus estudios, siendo éstas las siguientes:

Los candidatos a ingresar al Doctorado en Manufactura Digital deberán poseer un grado de Maestría en Ingeniería en un área del conocimiento afín al programa (Ingeniería Mecánica, Mecatrónica, Sistemas Computacionales, Electrónica, Eléctrica, Electromecánica, Materiales, Metalurgia, Nanotecnología, etc.). Los aspirantes a ingresar deberán de ser capaces de realizar investigación de alta calidad y de forma independiente, del mismo modo contar con conocimiento de las áreas de matemáticas, ciencias e ingeniería y un elevado sentido de la curiosidad para explorar nuevas ideas con la convicción de crear una mejor calidad de vida para los mexicanos.

Demostrar claro interés en la continuación de su formación académica, así como en el desarrollo de proyectos que atiendan problemáticas nacionales.

Para garantizar el cumplimiento de este perfil de ingreso, se establecen requisitos mínimos de aceptación desde el Lineamiento General de posgrado, mismos que se enumeran a continuación:

1. Estudios de Maestría en Ingeniería Mecánica, Mecatrónica, Sistemas Computacionales, Electrónica, Eléctrica, Electromecánica, Materiales, Metalurgia, Nanotecnología o áreas afines, con promedio mínimo de 8.0 en escala del 0 al 10.
2. Contar con cédula de título profesional de Maestría.
3. Demostrar mediante documento de certificación un mínimo de 450 puntos en examen TOEFL (Institutional Test Score Record).
4. Aprobar los cursos propedéuticos requeridos y con calificación mínima de 8.0 en escala de 0 al 10.
5. Preparar y presentar (Defender) un protocolo del proyecto en el que se piensa trabajar. Esto con la finalidad de evaluar la pertinencia del mismo con las líneas estratégicas del Centro donde se piensa cursar el posgrado.
6. Elaborar carta de exposición de motivos y compromisos.
7. Disposición para estudiar en diferentes modalidades acorde las necesidades de posibles restricciones como las sanitarias o de otro tipo.
8. Creatividad para desarrollar propuestas innovadoras.
9. Conocimientos básicos en diseño, computación y simulación.
10. Manejo de herramientas básicas para el trabajo virtual.
11. Demostrar claro interés en la continuación de su formación académica.
12. Ser estudiantes de tiempo completo preferentemente.

5 Requisitos Académicos para el Ingreso

1. Estudios de maestría en ciencias o ingeniería, afín a manufactura digital con promedio mínimo de 8.0 en escala del 0 a 10.
2. Demostrar mediante documento de certificación vigente un mínimo de 450 puntos en examen TOEFL (Institutional Test Score Record) ITP o equivalente.
3. Aprobar entrevista con comité académico.
4. Aprobar tres cursos propedéuticos de 32 horas cada uno, **Metodología de la Investigación e Innovación, Matemáticas Avanzadas, y Filosofía de las Ciencias**, con calificación mínima de 8.0 en escala de 0 a 10.
5. Presentación y aprobación del protocolo de proyecto de investigación, el cual deberá vincularse a un Centro Público de Investigación adscrito al PICYT y mostrar certidumbre financiera y técnica para su desarrollo y ejecución.

6 Perfil de Egreso

El egresado del Doctorado en Manufactura Digital:

- Habrá adquirido la habilidad de participar con otros profesionales para resolver problemas complejos y multidisciplinarios, logrando planear, diseñar, simular y aplicar estrategias de optimización que permitan la mejora continua de los procesos y tecnologías de manufactura digital.
- Podrá participar en tareas de desarrollo, mejoramiento y difusión tecnológica que promuevan el desarrollo del país.
- Será respetuoso del medio ambiente y tendrá una actividad responsable en beneficio del desarrollo sustentable.
- Será capaz de desarrollar investigación científica de forma liderada o participativa en el campo de la Manufactura Digital y Clásica, desarrollando proyectos científico-tecnológicos con pleno dominio del método científico y con capacidad de trabajar en equipos multidisciplinarios.
- Habrá adquirido la habilidad para formar y capacitar a profesionales de la manufactura con el uso de nuevas tecnologías digitales, así como la capacidad de análisis y de toma de decisiones en el ámbito de la Manufactura Digital.
- Contará con la capacidad de liderazgo para el desarrollo de soluciones tecnológicas basadas en la 4RI.
- El egresado tendrá aptitudes y capacidad para resolver problemas científicos y tecnológicos en el área de su especialidad, mediante procesos de investigación aplicada y desarrollo experimental. Puede tomar parte en procesos de asimilación, adaptación, diseño, desarrollo y transferencia de tecnología, colaborando y/o liderando grupos interdisciplinarios dedicados a realizar proyectos de desarrollo tecnológico para el sector de manufactura, de servicios, instituciones educativas o centros de investigación del país.

7 Requisitos de Egreso

- Acumular 240 créditos correspondientes al cumplimiento de los requisitos académicos de asignaturas, actividades complementarias, proyecto de investigación, seminarios predoctorales, así como desarrollo, escritura y defensa de tesis de grado individual.
- Presentar comprobante TOEFL ITP vigente con un puntaje mínimo de 500 puntos o equivalente.

- Tener aceptado al menos dos productos originales de su proyecto de investigación como primer autor. El cual deberá ser: a) una publicación como primer autor en una revista indizada del Science Citation Index y/o reconocida por la SECIHTI y b) una memoria en extenso de un congreso internacional arbitrado, correspondiente a una presentación oral. La memoria podrá ser reemplazada por un segundo artículo.

8 Plan de Estudio del Doctorado en Ciencia y Tecnología en Manufactura Digital.

El plan de estudios del Doctorado en Ciencia y Tecnología en Manufactura Digital está diseñado para completarse en un periodo normal de cuatro años (doce cuatrimestres), con cuatrimestres de al menos 15 semanas efectivas cada uno. El estudiante deberá acreditar un total de 240 créditos distribuidos entre asignaturas obligatorias, optativas y metodologías, así como actividades complementarias y de investigación.

El programa incluye seminarios predoctorales periódicos para la evaluación del avance de proyecto doctoral, además del desarrollo, escritura y defensa de una tesis de grado.

Las actividades académicas que el estudiante debe desarrollar se describen y agrupan como sigue:

8.1 Actividades Académicas:

1. **Cuatro asignaturas obligatorias** (16 créditos) generalizadoras de los conceptos científico-técnicos más actuales y que aportan herramientas válidas para el desarrollo de proyectos científico-tecnológicos de un Centro Publico de Investigación.
2. **Ocho actividades complementarias** (60 créditos) que conllevan a la formación académica, de investigación, de enseñanza y profesional, las cuales deben ser aprobadas por su Comité Tutorial con base en el proyecto de tesis y el perfil del estudiante.

8.2 Actividades de Investigación:

1. **Proyecto de investigación** (80 créditos). El eje del plan de estudios del doctorado es la realización de un proyecto de investigación que conducirá al alumno a la elaboración de su Tesis. Se inicia desde el primer cuatrimestre del programa y se continúa cuatrimestralmente hasta el término del programa de estudios.
2. **Siete seminarios predoctorales** (39 créditos). El avance y desarrollo del proyecto de Investigación y la formación del alumno se evaluará seriada y sucesivamente; la aprobación de estos siete seminarios dará derecho a presentar el examen de grado.
3. **Tesis y Examen de Grado** (45 créditos). La Tesis corresponde a la documentación del Proyecto de Investigación y constituye el objeto del examen de grado. El trabajo de Tesis se concluye de manera formal en el decimosegundo cuatrimestre del programa.

Tabla 1: Asignaturas y actividades que conforman el programa de Doctorado en Ciencia y Tecnología en Manufactura Digital.

Clave	Nombre	Hrs/Semana	Hrs/CM	Cdto.	CM
Asignaturas obligatorias (16 créditos)					
COM-1	Diseño de experimentos	4	60	4	I
CON	Innovación y negocios ^a	4	60	4	I
COM-2	Matemáticas aplicadas	4	60	4	II
COC	Ciencias de la ingeniería ^b	4	60	4	II
Actividades complementarias (60 créditos)					
CC-1	Actividad complementaria I ^c	-	-	5 ó 10	III
CC-2	Actividad complementaria II ^c	-	-	5 ó 10	IV
CC-3	Actividad complementaria III ^c	-	-	5 ó 10	V
CC-4	Actividad complementaria IV ^c	-	-	5 ó 10	VI
CC-5	Actividad complementaria V ^c	-	-	5 ó 10	VII
CC-6	Actividad complementaria VI ^c	-	-	5 ó 10	VIII
CC-7	Actividad complementaria VII ^c	-	-	5 ó 10	IX
CC-8	Actividad complementaria VIII ^c	-	-	5 ó 10	X
Proyecto de Investigación (80 créditos)					
CPD-1	Proyecto de investigación I	-	-	^d	I
CPD-2	Proyecto de investigación II	-	-	^d	II
CPD-3	Proyecto de investigación III	-	-	^d	III
CPD-4	Proyecto de investigación IV	-	-	^d	IV
CPD-5	Proyecto de investigación V	-	-	^d	V
CPD-6	Proyecto de investigación VI	-	-	^d	VI
CPD-7	Proyecto de investigación VII	-	-	^d	VII
CPD-8	Proyecto de investigación VIII	-	-	^d	VIII
CPD-9	Proyecto de investigación IX	-	-	^d	IX
CPD-10	Proyecto de investigación X	-	-	^d	X
CPD-11	Proyecto de investigación XI	-	-	^d	XI

Clave	Nombre	Hrs/Semana	Hrs/CM	Cdto.	CM
CPD-12	Proyecto de investigación XII	-	-	80 ^d	XII
Seminarios (39 créditos)					
SD-1	Seminario predoctoral I	5	75	5 ^e	I
SD-2	Seminario predoctoral II	5	75	5	III
SD-3	Seminario predoctoral III	5	75	5	V
SD-4	Seminario predoctoral IV	6	90	6	VII
SD-5	Seminario predoctoral V	6	90	6	IX
SD-6	Seminario predoctoral VI	6	90	6	XI
SD-7	Seminario predoctoral VII	6	90	6	XII
Tesis (45 créditos)					
TEG	Tesis y examen de grado	-	-	45 ^d	XII

- La asignatura de Innovación y negocios será elegible de la tabla 2.
- La asignatura de Ciencias de la ingeniería será elegible de la tabla 3.
- Alumnos deberán cumplir con 60 créditos de actividades complementarias, ver tabla 4 para el desglose de los créditos y las opciones para acreditarlos.
- Los estudiantes sumarán 125 créditos correspondientes a su proyecto de investigación, tesis y examen de grado al final de su decimosegundo cuatrimestre de estudio, una vez que hayan aprobado (previa autorización del comité tutorial) su examen de grado.
- Dentro de las actividades del primer seminario predoctoral, se deberá dejar claro en los lineamientos de los seminarios, que deberá asistir en caso de ofertarse al seminario de “Introducción a las capacidades interinstitucionales” de forma obligatoria

Tabla 2: Lista de asignaturas de Innovación y negocios

Clave	Asignatura
CON-1	Innovación tecnológica y pensamiento crítico
CON-2	Desarrollo de proyectos, gestión y presentación de informes
CON-3	Desarrollo de negocios
CON-4	Filosofía de las ciencias

Tabla 3: Lista de asignaturas de Ciencia de la Ingeniería

Clave	Asignatura
COC-14	Fundamentos del aprendizaje de máquina
COC-15	Modelación de sistemas
COC-16	Ciencia de materiales avanzada
COC-17	Tópico selecto de manufactura digital

Tabla 4: Lista de opciones para acreditar las actividades complementarias, deberá seleccionar al menos una opción de cada columna.

Actividades académicas	Actividades de investigación	Actividades de enseñanza	Actividades extraordinarias
CCA1 Cursos especializados * Tomar cursos especializados recomendados por el comité tutorial (ver tabla 5). 5 Créditos	CCR1 Escritura proyecto Preparar y someter propuestas de investigación a agencias de financiamiento en colaboración con investigadores del PICYT. 10 Créditos	CCT1 Asistente de profesor Preparar y revisar tareas para un curso de maestría supervisado por un investigador del PICYT. 5 Créditos	CCO1 Residencia Residencia de investigación industrial o académica internacional. 10 Créditos
CCA2 Talleres Participar en talleres con valor curricular para aprender nuevas tecnologías, software, etc., y presentarlo ante el comité tutorial. 10 Créditos	CCR2 Seminario alterno Preparar un seminario en un nuevo desarrollo tecnológico/científico de interés y presentarlo en el seminario nacional del PICYT. 5 Créditos	CCT2 Profesor adjunto Co-enseñar un curso para estudiantes de maestría en conjunto con un investigador del PICYT. 5 Créditos	CCO2 Redacción técnica Preparar documentos para la preparación de patentes 10 Créditos
CCA3 Cursos tutorados Acreditar un curso de forma autodidáctica; supervisado y evaluado por un profesor de las instituciones del PICYT. 5 Créditos	CCR3 Asesor de tesis Asesor o co-asesor de tesista de licenciatura o maestría. 10 Créditos CCR4 Presentación Hacer una presentación <i>tipo</i> Keynote <i>magistral</i> en el marco del seminario nacional del PICYT. 10 Créditos	CCT3 Técnico de laboratorio Preparar y enseñar curso de laboratorio para estudiantes de maestría en conjunto con un investigador del PICYT. 10 Créditos	CCO3 Organización Coordinar u organizar un seminario científico de alto impacto para la economía mexicana. 10 Créditos

Actividades académicas	Actividades de investigación	Actividades de enseñanza	Actividades extraordinarias
	CCR5 Proyecto alterno * Desarrollar un proyecto de investigación en un campo de aplicación diferente al de la tesis de doctorado. 10 Créditos		

* Actividad complementaria obligatoria que puede repetirse.

Tabla 5: Cursos especializados recomendados para acreditar la actividad complementaria académica obligatoria

Clave	Cursos especializados
EC-39	Robótica industrial y colaborativa
EC-40	Técnicas de diseño para sistemas mecatrónicos
EC-41	Automatización de sistemas de manufactura
EC-42	Aprendizaje automático
EC-43	Inteligencia artificial
EC-44	Selección y Especificación de Materiales en Procesos de Manufactura Avanzada
EC-45	Recubrimientos avanzados
EC-46	Proceso de solidificación en MA
EC-47	Técnica de sinterización selectiva por láser (SLS)
EC-48	Técnica de modelado por deposición fundida (FMD)
EC-49	Manufactura aditiva con biopolímeros
EC-50	Diseño y manufactura sustentable
EC-51	Control Avanzado
EC-52	Dinámica avanzada
EC-53	Sistemas digitales
EC-54	Programación avanzada
EC-55	Termodinámica y transferencia de calor
EC-56	Simulación numérica FEM/CFD

9 Mapa Curricular

Tabla 6. Doctorado en Ciencia y Tecnología en Manufactura Digital: Mapa Curricular.

CUATRIMESTRE																							
I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII	
DISEÑO DE EXPERIMENTOS		MAEMATICAS APLICADAS		ACTIVIDAD COMPLE-MENTARIA I		ACTIVIDAD COMPLE-MENTARIA II		ACTIVIDAD COMPLE-MENTARIA III		ACTIVIDAD COMPLE-MENTARIA IV		ACTIVIDAD COMPLE-MENTARIA V		ACTIVIDAD COMPLE-MENTARIA VI		ACTIVIDAD COMPLE-MENTARIA VII		ACTIVIDAD COMPLE-MENTARIA VIII		PROYECTO DE INVESTIGA-CIÓN XI		PROYECTO DE INVESTIGA-CIÓN XII	
COM-1	4	COM-2	4	CC-1	5-10	CC-2	5-10	CC-3	5-10	CC-4	5-10	CC-5	5-10	CC-6	5-10	CC-7	5-10	CC-8	5-10	CPD-11	*	CPD-12	*
INNOVACIÓN Y NEGOCIOS		CIENCIAS DE LA INGENIERÍA		PROYECTO DE INVESTIGA-CIÓN III		PROYECTO DE INVESTIGA-CIÓN IV		PROYECTO DE INVESTIGA-CIÓN V		PROYECTO DE INVESTIGA-CIÓN VI		PROYECTO DE INVESTIGA-CIÓN VII		PROYECTO DE INVESTIGA-CIÓN VIII		PROYECTO DE INVESTIGA-CIÓN IX		PROYECTO DE INVESTIGA-CIÓN X		SEMINARIO PREDOCTORAL VI		SEMINARIO PREDOCTORAL VII	
CON	4	COC	4	CPD-3	*	CPD-4	*	CPD-5	*	CPD-6	*	CPD-7	*	CPD-8	*	CPD-9	*	CPD-10	*	SD-6	6	SD-7	6
PROYECTO DE INVESTIGA-CIÓN I		PROYECTO DE INVESTIGA-CIÓN II		SEMINARIO PREDOCTORAL II				SEMINARIO PREDOCTORAL III				SEMINARIO PREDOCTORAL IV				SEMINARIO PREDOCTORAL V						TESIS Y EXAMEN DE GRADO	
CPD-1	*	CPD-2	*	SD-2	5			SD-3	5			SD-4	6			SD-5	6					TEG	45
SEMINARIO PREDOCTORAL I																						240 CRÉDITOS TOTALES	
SD-1	5																						

Asignaturas Obligatorias

Actividades Complementarias

Proyecto de Investigación

Seminarios Predoctorales y Tesis de Grado

*El proyecto de Investigación tiene un total de 80 créditos durante todo el programa